10(236-1)

CORPORACION de FOMENTO de la PRODUCCION

FUNDACION «PEDRO AGUIRRE CERDA»

Geografía Económica de Chile

TOMO I

SANTIAGO DE CHILE - 1950

GEOGRAFIA
ECONOMICA
DE CHILE

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

FUNDACIÓN «PEDRO AGUIRRE CERDA»

Geografía Económica de Chile

TOMO I

SANTIAGO DE CHILE - 1950

Es Propiedad. Derechos Reservados.
Inscripción N.° 13150

Portada y croquis tipográfico de
MAURICIO AMSTER



IMPRENTA UNIVERSITARIA
Santiago de Chile

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

PREFACIO

La Corporación de Fomento de la Producción, en cumplimiento de su misión de impulsar el desarrollo económico del país—de que dan testimonio las numerosas obras de progreso realizadas por ella en el transcurso de los últimos diez años—no se ha preocupado tan sólo de incrementar la riqueza o los recursos materiales, sino que, comprendiendo que el éxito de su cometido depende, en gran parte, de la preparación de los colaboradores, y del perfeccionamiento de los conocimientos relacionados con nuestro ambiente físico, económico y social, ha tratado por todos los medios de estimular estos valores.

Es así como, entre otras medidas conducentes al mismo o parecido fin, la Corporación creó, en el año 1942, la Fundación «Pedro Aguirre Cerda», cuya misión es ayudar a la formación y perfeccionamiento de estudiantes chilenos, especialmente en las disciplinas científicas y técnicas.

Ella, también, proporciona medios para divulgar, a través de la formación de bibliotecas técnicas, de la traducción y publicación de obras de texto, de la participación en congresos y conferencias científicas, económicas, etc., conocimientos que propenden al fomento de la producción nacional.

Entre los trabajos realizados por la Fundación que han contado con el más decidido apoyo de la Corporación de Fomento por la ayuda que prestará como obra de consulta en general, y, aun, para la fundamentación de determinados estudios y planes, la presente Geografía Económica de Chile es uno de los más meritorios.

Este libro está llamado, también, a despertar el interés de los estudiosos por los indudables méritos que reúne, entre los cuales merece destacarse el de remediar la escasez de tratados de este género que existe entre nosotros; el de proporcionar útiles y modernas nociones que servirán para el mejor conocimiento del país y de sus habitantes; y el de demostrar el progreso alcanzado en Chile en el campo de la investigación científica-técnica.

Germán Picó Cañas,
Vicepresidente Ejecutivo de la Corporación de Fomento de la Producción y Presidente de la Fundación «Pedro Aguirre Cerda».

INDICE

Prefacio VII
Introducción XIX

Primera parte

LOS FACTORES NATURALES

Capítulo I

SITUACION, CONFIGURACION, SUPERFICIE Y LIMITES
por HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS

1. Situación 1
2. Superficie 2
3. Límites 4
4. Forma y dimensiones 5
5. Desarrollo territorial 7

Capítulo II

OROGRAFIA
por HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS

Generalidades 10
I. *El Norte Grande* 12
1. La Cordillera de la Costa 13
2. La depresión intermedia 14
3. Faja de los abanicos de deyección 16
4. La Cordillera de los Andes 17

5. Cuencas intercordilleranas ... 19
II. *El Norte Chico* ... 20
1. El sector de Copiapó ... 21
2. El sector de Huasco ... 23
3. El sector de La Serena ... 24
4. El sector austral ... 26
III. *El Núcleo Central* ... 27
1. La Cordillera de los Andes ... 28
2. El Valle Central ... 29
3. La Montaña ... 33
4. La Cordillera de la Costa y las planicies litoráneas ... 34
IV. *La Frontera* ... 35
V. *La Región de los Lagos* ... 37
VI. *Chiloé, el archipiélago de los Chonos y la península de Taitao* 39
VII. *Las cordilleras patagónicas* ... 40
1. Sector archipielágico ... 40
2. Sector cordillerano ... 41
3. Sector subandino ... 43
VIII. *Las pampas magallánicas* ... 44
IX. *La Antártida chilena* ... 45
1. Archipiélagos subantárticos ... 46
2. Archipiélagos solidarios de la Antártida ... 46
3. Tierra de O'Higgins ... 46
X. *Las islas esporádicas* ... 47
1. Islas de Juan Fernández ... 47
2. Isla de Pascua ... 48
3. Otras islas ... 48
Bibliografía ... 48
Resumen ... 50

Capítulo III

GEOLOGIA

por Jorge Muñoz Cristi

I. *Generalidades* ... 55
II. *Pre-paleozoico* ... 57
III. *Paleozoico* ... 61
1. Provincia de Antofagasta ... 62
2. Provincia de Coquimbo ... 62
IV. *Mesozoico* ... 64
1. El geosinclinal andino ... 65

a) Triásico ... 65
b) Jurásico ... 68
c) Titoniano-neocomiano ... 71
2. El geosinclinal de Magallanes ... 75
a) Generalidades ... 75
b) Jurásico ... 76
c) Neocretáceo ... 79
d) Terciario ... 81
e) Relaciones estratigráficas del senoniano-eoceno ... 83
f) Orogénesis oligocena ... 84
g) Mioceno ... 84
3. Orogénesis de la cordillera andina ... 85
4. La diorita andina ... 87
5. Cretáceo superior ... 90
V. *Terciario* ... 93
1. Terciario marino ... 94
a) Eoceno ... 94
b) Oligoceno ... 100
c) Mioceno ... 101
d) Plioceno ... 103
2. Terciario continental ... 104
a) Terciario en el Norte Grande ... 105
b) Terciario en el Norte Chico ... 110
c) Terciario en la región central ... 111
d) Terciario en la región austral ... 117
VI. *Cuaternario* ... 119
1. La glaciación cuaternaria ... 119
2. El volcanismo ... 123
3. Movimientos tectónicos y formación de las costas y relieves actuales ... 125
VII. *Los yacimientos metalíferos* ... 127
1. Cobre ... 128
2. Oro ... 133
3. Fierro ... 135
4. Plata ... 136
5. Manganeso ... 137
6. Plomo ... 137
7. Zinc ... 138
8. Mercurio ... 138
9. Molibdeno ... 138
10. Tungsteno ... 138
11. Cobalto ... 139
12. Antimonio ... 139

13. Arsénico ... 139
14. Cromo, níquel y platino ... 139
VIII. *Los yacimientos no metálicos* ... 140
1. Asbesto ... 140
2. Azufre ... 140
3. Los boratos ... 141
4. Baritina ... 142
5. Caolín y arcilla ... 142
6. Calizas ... 142
7. Cuarzo y pedernal ... 143
8. Granate ... 143
9. Grafito ... 143
10. Feldespato ... 144
11. Fosfatos ... 144
a) Apatita ... 144
b) Lazulita ... 144
c) Guano ... 145
12. Kieselgur ... 145
13. Mármol y ónix ... 145
14. Magnesita y dolomita ... 146
15. Mica ... 146
16. Natro-alunita ... 146
17. Piedras de ornamentación ... 147
18. Rutilo ... 147
19. Salitre ... 147
20. Sal gema y sales potásicas ... 150
21. Sulfato de sodio ... 151
22. Sales de aluminio ... 152
23. Talco ... 152
24. Yeso ... 152
IX. *Los yacimientos de combustibles* ... 153
1. Carbón ... 153
a) Carbones triásicos ... 153
b) Carbones jurásico-cretáceos ... 153
c) Carbones terciarios ... 153
d) Reservas de carbón ... 157
2. La turba ... 158
3. Esquistos bituminosos ... 159
4. Petróleo ... 160
a) Geosinclinal andino ... 160
b) Provincia de Arauco ... 161
c) Provincias de Llanquihue y Chiloé ... 162
d) Provincia de Magallanes ... 162

X. *Aguas minerales y termales* 164
XI. *Sismología* 167
1. Generalidades 167
2. El terremoto de Tarapacá de 1877 171
3. El terremoto de Valparaíso de 1906 172
4. El terremoto de Chillán de 1939 173
5. Movimientos de la corteza 177
XII. *La Antártida* 179
Bibliografía 181
Resumen 184

Capítulo IV

CLIMA

por Humberto Fuenzalida Villegas

Generalidades 188
I. *Los elementos del clima* 192
1. La temperatura 192
2. Las presiones y los vientos 200
3. Las precipitaciones 205
4. La densidad del aire 211
II. *Climatología descriptiva* 211
1. Climas áridos sub-tropicales 214
1. Clima desértico con nubados abundantes 215
2. Clima desértico normal 217
3. Clima de desierto marginal de altura 219
4. Clima de estepa de altura 220
5. Clima de desierto marginal bajo 222
6. Clima de estepa con nubosidad abundante 224
7. Clima de estepa con gran sequedad atmosférica 226
2. Climas templado-cálidos con humedad suficiente 227
8. Clima templado-cálido con lluvias en todo el año 229
9.° Clima templado-cálido con lluvias invernales 231
a) Con estación seca prolongada (8 a 6 meses) 231
b) Con estación seca y lluviosa semejantes (6 a 4 meses) 235
c) Con menos de cuatro meses secos 238
3. Climas templados lluviosos 242
10. Clima de costa occidental con influencia mediterránea 242
11. Clima marítimo templado-frío lluvioso de costa occidental 244

12. Clima transandino con degeneración esteparia 246
13. Clima templado-frío con gran humedad..... 248
4. Clima de tundra..... 249
14. Clima de tundra isotérmico 249
5. Clima de estepa frío 251
15. Clima de estepa frío..... 251
6. Climas de hielo 252
16. Clima de hielo por efecto de la altura 252
17. Clima polar verdadero 253
Bibliografía..... 254
Resumen..... 255

Capítulo V

HIDROGRAFIA

por Humberto Fuenzalida Villegas

Generalidades..... 258
I. *Hidrografía del desierto* 259
1. Región endorreica..... 260
2. Región de Antofagasta y Atacama (arreísmo dominante) 266
II. *Región exorreica* 267
1. Ríos de régimen nivoso y pluvioso 269
a) Hoya del río Copiapó..... 269
b) Hoya del río Huasco 272
c) Hoya del río Elqui..... 274
d) Hoya del río Limarí 276
e) Hoya del río Choapa..... 279
f) Hoya de los ríos Petorca y La Ligua..... 280
2. Ríos de régimen nivoso franco con escurrimiento torrencial 281
a) Hoya del río Aconcagua..... 282
b) Hoya del río Maipo..... 284
c) Hoya del río Rapel 286
d) Hoya del río Mataquito 288
3. Ríos con régimen nivoso y breve llena..... 291
a) Hoya del río Maule 292
b) Hoya del río Itata 295
c) Hoya del río Bío-Bío..... 296
4. Ríos de transición 298
a) Hoya del río Imperial 299
b) Hoya del río Toltén 300
5. Ríos de caudal constante y débil pendiente..... 302

a) Hoya del río Valdivia 302
b) Hoya del río Bueno 304
c) Hoya del río Maullín 306
d) Hoya del río Petrohué 306
e) Los ríos de la Isla Grande de Chiloé 306
6. Los ríos desde Chiloé hasta Taitao 308
7. Ríos de la Patagonia 309
a) Hoya del río Puelo 311
b) Hoya del río Yelcho 312
c) Hoya del río Palena 313
d) Hoya del río Cisnes 314
e) Hoya del río Aysén 315
f) Ríos entre el Aysén y el Baker 316
g) Hoya del río Baker 317
h) Hoyas de los ríos Bravo y Pascua 320
i) Hoya del río Serrano 321
j) Otras hoyas hidrográficas de Magallanes 321
Resumen 323

Capítulo VI

LOS SUELOS

por HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS

I. *Introducción* 326
II. *Descripción de los suelos* 331
A. Suelos áridos 331
a) Suelos desérticos grises 331
1. Suelos desérticos grises 331
b) Suelos desérticos rojos 331
2. Suelos desérticos rojos 331
3. Suelos de la parte septentrional del Norte Chico .. 333
c) Suelos pardos cálcicos 334
4. Suelos de fondo de valle y de terrazas bajo riego 335
5. Suelos de terrazas altas desprovistas de cultivos 335
6. Suelos pardos neutros del Valle Central 336
B. Suelos de transición 339
7. Suelos de la mitad sur del Valle Central 339
C. Suelos húmedos 339
a) Suelos pardos forestales 339
8. Suelos sobre rocas fundamentales de la Cordillera de la Costa 339
9. Los suelos de la provincia de Bío-Bío 340

b) Suelos rojos podzolizados ... 349
10. Suelos de la Frontera ... 349
c) Suelos pardos podzolizados ... 351
11. Suelos de la provincia de Osorno y Llanquihue ... 351
d) Suelos de tundra rocosa ... 361
12. Suelos de la costa patagónica, al sur de Taitao ... 361
e) Suelos pardo-rojizos de pradera fría ... 361
13. Suelos de la estepa magallánica ... 361
III. *Erosión del suelo* ... 361
IV. *Las dunas* ... 364
Bibliografía ... 367
Resumen ... 368

Capítulo VII

BIOGEOGRAFIA

por Humberto Fuenzalida Villegas

I. *Clasificación y división* ... 371
II. *Zona xeromórfica* ... 376
a) Las formaciones vegetales ... 376
1. Desierto costero ... 376
2. Jaral costero ... 377
3. Formación pre-andina de cactáceas columnares ... 378
4. Tamarugal ... 378
5. Jaral desértico ... 379
6. Tolar ... 379
7. Estepa andina ... 380
8. Llaretales ... 381
b) Observaciones sobre el valor económico de las plantas ... 381
c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del norte extremo ... 382
III. *Zona mesomórfica* ... 384
a) Las formaciones vegetales ... 385
9. Estepa con acacia cavenia ... 385
10. Estepa costera de arbustos y yerbas mesófitas ... 386
11. Formación de los matorrales arborescentes de la Cordillera de la Costa ... 387
12. Matorrales espinosos subandinos ... 388
13. Formación xeromórfica andina ... 389
14. Matorral costero mesomórfico ... 390
15. Bosque abierto andino, sin coníferas ... 390
16. Matorral preandino de hojas lauriformes ... 391

17. Bosque transicional o maulino 391
b) Observaciones sobre el valor económico de las plantas... 392
c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del Centro de Chile 395
IV. *Zona higromórfica y xeromórfica patagónica* 396
a) Las formaciones vegetales 397
18. Matorrales de transición 397
19. Parque 397
20. Formación de Nothofagus obliqua y Laurelia sempervirens..... 398
21. Formación de ñadis 399
22. Bosque de Araucaria araucana 400
23. Selva valdiviana de la Costa 401
24. Selva valdiviana andina 402
25. Alerzales 403
26. Selva de Chiloé 483
27. Formación pantanosa de Pernettya y Gleichenia ... 405
28. Bosque patagónico transandino 406
29. Bosque magallánico siempre-verde 406
30. Bosque magallánico caducifolio..... 407
31. Tundra magallánica..... 408
32. Estepa patagónica..... 409
b) Observaciones sobre el valor económico de las plantas .. 410
c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del Sur de Chile 414
V. *Las reservas forestales de Chile* 416
Resumen 420
Bibliografía..... 425
Vocabulario de los nombres vulgares de algunas plantas silvestres chilenas..... 425

INTRODUCCION

Los dos primeros volúmenes que forman parte de la presente Geografía—la obra completa constará de tres volúmenes—aparecen a la luz pública en un momento particularmente interesante de nuestra evolución económica, que se distingue, en lo ideológico, por el afán de saber lo que el país positivamente dispone en cuanto se refiere a recursos naturales, humanos, financieros y económicos en general—después de haberse divulgado muchas opiniones indecisas o contradictorias sobre estas materias—y la medida y forma en que éstos pueden utilizarse para acrecentar el progreso nacional; actitud que, en lo espontánea si no en lo crítica, sólo podría parangonarse con la revelada por los estadistas de las primeras épocas de la República. Singulariza aún más el período que vivimos, el inusitado desarrollo que se advierte en las más diversas ramas de la producción nacional, y el sentido de lo económico que, desde no hace mucho más de una década, ha prendido, podríamos decir, en la conciencia de la población.

La presente obra se inclina, aunque en grado muy modesto, a satisfacer aquella justa y provechosa inquietud.

Barrows ha definido la geografía como la «ecología del hombre». En este sentido le corresponde revisar, desde un punto de vista crítico, tanto la realidad territorial misma como la manera en que el hombre ha logrado establecerse, y el destino y uso que ha dado a la tierra. En la geografía moderna, expresiones tan usuales como «vocación del paisaje», «destino geográfico», «horizontes económicos», indican claramente que actualmente a los geógrafos no sólo se les pide un inventario, sino que, en calidad de hombres de ciencia, deben abordar el análisis meticuloso de las realidades para fijar, con cierto énfasis, lo que el hombre puede hacer razonablemente sobre el paño de tierra que habita, y asegurar de este modo su prosperidad y alcanzar su destino.

Algo de esto hemos tratado de hacer en las páginas siguientes.

en la medida de nuestras fuerzas. Hemos abandonado el camino fácil, y apoyándonos sólidamente en los resultados obtenidos por especialistas en el análisis de distintos aspectos de la realidad chilena, hemos procurado hacer una síntesis geográfica-económica. En la valoración de los elementos que intervienen en la economía del país, hemos comprendido todo lo que estimamos necesario para adquirir una visión integral de los problemas, a veces desde un punto de vista areal, otras desde un punto de vista monográfico, si ello nos parecía preferible. De este modo hemos estudiado las formas y el relieve del país, el clima, la geología, la hidrografía, la vegetación, los suelos, los recursos del mar, la población, las posibilidades de ampliación del ecúmene, las características y evolución de nuestra economía, etc., etc. En todos nuestros estudios hemos querido que los datos dejen de ser cosa muerta para transformarse en material de pensamiento y formar, de este modo, una conciencia en lo que se refiere a nuestra economía y a los marcos dentro de los cuales se desarrolla. Conocer el país sin apasionamientos ni engaños, es la tarea previa para elaborar planes hacia el futuro. En este sentido es tan necesario tener presente lo que nos favorece y nos halaga, como lo que nos inhibe y desventaja.

Innecesario parece decir que en esta tarea no siempre hemos conseguido los resultados pretendidos, a veces por falta de información, otras por incapacidad. En este sentido, es útil señalar que muchos capítulos representan una primera tentativa de síntesis en materias que no han sido estudiadas previamente de un modo analítico satisfactorio y, como tales, adolecerán de inseguridad, de falta de perspectiva y tendrán el carácter provisorio que es propio de estas tentativas.

El origen de esta obra data de comienzos del año 1945, época en la que el Sr. Tomás Vila, Director-Secretario de la Fundación «Pedro Aguirre Cerda», filial de la Corporación de Fomento, inspirado en los anhelos de esta última institución, invitó al Directorio de la Fundación a preparar y publicar una Geografía Económica de Chile, apoyando su proposición, entre otras razones, en la manifiesta exigüidad de la literatura científica en esta materia.

Esta proposición fué aprobada por el Directorio de la Fundación, designándose, de acuerdo con la Corporación de Fomento, una comisión encargada de organizar y redactar los distintos trabajos, la que, después de experimentar algunas modificaciones, quedó formada por los señores Juan Crocco Ferrari, ingeniero comercial, Jefe de Investigaciones del Seminario de Econometría de la Escuela de Economía de la Universidad de Chile; Humberto Fuenzalida Villegas, profesor de Geografía de la Universidad de Chile, Director del Instituto de Geografía de la misma y miembro del Museo Nacional de Historia Natural; Jorge Muñoz Cristi, profesor de geología de la Universidad de Chile

y Director del Instituto de Geología de la misma; Tomás Vila, Jefe de la Sección Estudios Generales de la Corporación de Fomento de la Producción y autor de varias obras de carácter económico-minero, y Reinaldo Wilhelm, ex-jefe de la Sección Estudios Estadísticos y de Producción del Departamento de Economía Rural del Ministerio de Agricultura.

De la labor de las personas antedichas, ha resultado una obra que, aun cuando cada parte de ella representa el trabajo personal de los autores señalados en el índice, es, hasta cierto punto, la consecuencia de una elaboración colectiva por la recíproca ayuda y el intercambio de ideas que ha presidido su planeamiento y ejecución; no obstante, por razones fácilmente comprensibles, los autores asumen la responsabilidad correspondiente a los capítulos que aparecen bajo sus respectivas firmas.

Es necesario destacar, también, la colaboración prestada por muchas otras personas ajenas a la Comisión Redactora, a parte de las cuales individualizaremos luego al referirnos al contenido de los diversos capítulos de esta obra, cuyas informaciones y consejos han sido de un valor inapreciable, y a quienes nos complacemos en expresar aquí nuestros cordiales agradecimientos; pero no queremos seguir más adelante sin mencionar a los señores Alvaro Marfán, Jefe de la Sección Finanzas de la Corporación de Fomento de la Producción; Fernando Salas, Asesor de la misma; y Flavián Levine, profesor de Economía y Econometría en la Escuela de Economía y Comercio de la Universidad de Chile, quienes se han tomado la molestia de revisar muchos de los capítulos contenidos en la Segunda y Tercera Partes de esta obra, y a cuyo buen criterio y versación en materias económicas y financieras se debe que este libro haya sido expurgado de muchos defectos de que adolecía.

No obstante nuestros esfuerzos para redactar la obra con un lenguaje accesible al común de las personas cultas, y de haber tratado de presentar nociones complejas de un modo relativamente sencillo, no siempre nos ha sido posible lograrlo, debido a la dificultad insuperable de explicar en términos simples ciertos conceptos y procesos cuya comprensión, por parte del lector, presupone conocimientos científicos y económicos fundamentales. En cambio, creemos que este trabajo puede representar una ayuda para los especialistas, los que encontrarán en él una síntesis que comprende las informaciones más completas y modernas que estuvieron a nuestros alcance, de tal manera que la obra puede ofrecerles una revisión objetiva de los conocimientos disponibles a la fecha actual de cada una de las materias a que se refieren los diversos capítulos, que les servirán de punto de partida para trabajos de mayor amplitud y profundidad que el presente.

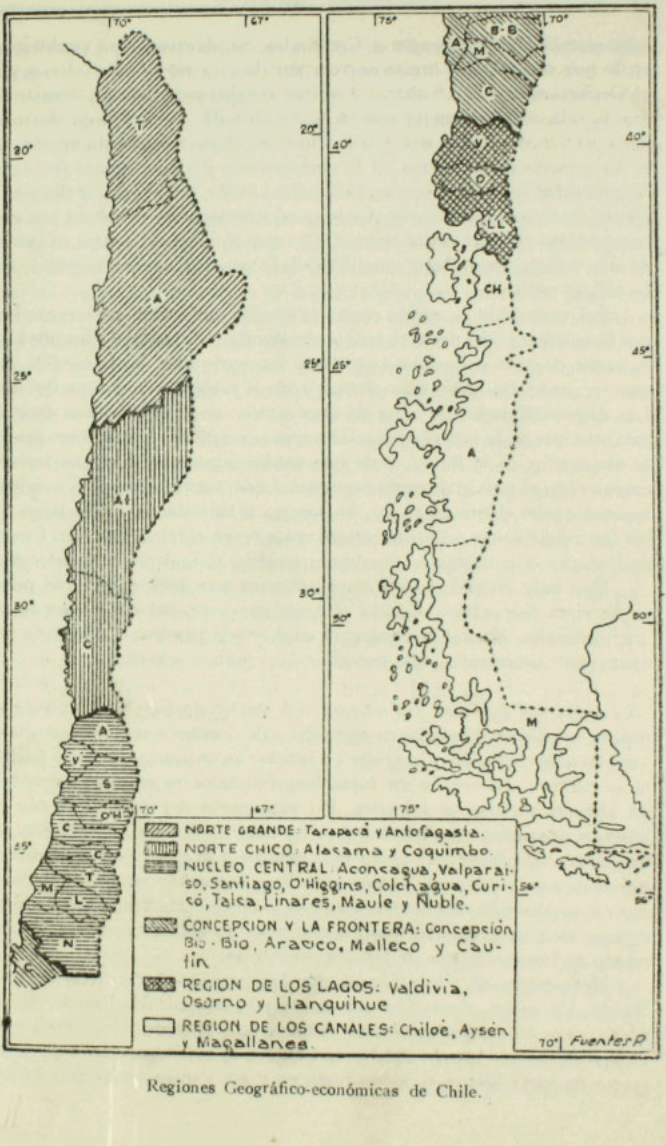
Los dos volúmenes que presentamos, no constituyen, como hemos dicho, la obra completa, pues falta el tercero de ellos, que se encuentra en preparación, y que incluirá un estudio analítico de cada una de las ramas de la producción (agricultura, minería, industria, comercio, transportes, etc.) y, finalmente, monografías sobre cada una de las seis regiones en que hemos dividido el país.

Dichas regiones no han sido, por cierto, arbitrariamente concebidas, sino que representan divisiones cómodas en las cuales se advierten ciertas homogeneidades que nos parecieron dignas de respetarse. Llamamos la atención al hecho de que las zonas corresponden en el fondo a la consideración compleja de los factores económicos y geográficos de cada una de ellas, y no a un factor aislado de la economía o de la geografía de las mismas. En cierto modo estas demarcaciones corresponden, también, a divisiones tradicionales, aunque en sus límites han experimentado algunos retoques. Los nombres que hemos escogido para designarlas han sido tomados, en la medida posible, de la nomenclatura corriente, y sólo en casos muy contados hemos acuñado nuevos. En el capítulo correspondiente, las regiones tratarán de ser justificadas siguiendo el método ideado por Otto Maull, y, por el momento, nos limitaremos a señalar el ámbito de cada una de las referidas regiones y sus principales características.

I. *Norte Grande.*—Bajo la expresión de Norte Grande entendemos en este libro los territorios de las Provincias de Tarapacá y Antofagasta. En ellos dominan condiciones desérticas incontroladas. La actividad económica esencial es la minería y de ella se derivan casi todas las otras actividades que se observan en la región. Una modesta agricultura, emplazada en los oasis precordilleranos, y la ganadería de llamos y alpacos, ambas de origen muy antiguo, forman las únicas excepciones.

Desde el punto de vista geográfico, esta región se caracteriza por la existencia de un relieve en fajas longitudinales que corresponde a los tres accidentes principales que se observan en el país: Cordillera de la Costa, Depresión intermedia y Cordillera de los Andes. Numerosos hechos, sin embargo, confieren singularidad a estas entidades de relieve y las diferencian de las de más al sur. Por otra parte, la existencia del desierto tiene innumerables consecuencias físicas y humanas: en hidrografía, en vegetación, en suelos, en distribución y actividades de la población, etc., etc.

II. *Norte Chico.*—Utilizando una expresión de frecuente uso en el comercio viajero, se ha conservado el nombre de Norte Chico para la región que sigue inmediatamente hacia el sur, y que comprende



Regiones Geográfico-económicas de Chile.

a las provincias de Atacama y Coquimbo. Se plantean aquí problemas en lo que se refiere al límite norte y sur de esta región. En efecto, en el Departamento de Chañaral dominan condiciones físicas y humanas que lo relacionarían mejor con el Norte Grande. Sin embargo, formas agro-pecuarias propias del Norte Chico se observan en esta región, y se ha tomado como norma en la demarcación de las regiones respetar la integridad de las provincias. Del mismo modo, por el Sur, el departamento de Petorca (Prov. de Aconcagua) corresponde mejor en sus características geográficas al Norte Chico que al Núcleo Central. A pesar de ello, y para conservar la integridad de la provincia se le ha incluído en la última región.

Así concebida la región en su extensión territorial, se caracteriza por la existencia del desierto que se desarrolla todavía hasta los 30° lat. A partir de aquí se presenta un clima estepario que, en la medida en que se ganan latitudes más altas, tiende a presentar mayores lluvias. Las disponibilidades de agua de esta región, en todo caso son mucho mayores que en la anterior, gracias a que la cordillera actúa como agente disparador de la lluvia, y de este modo se generan ríos que logran cruzar todo el país y desembocar normalmente en el mar. Los cuadros vegetacionales dominantes son los jarales y las estepas y sólo hacia el sur las asociaciones arbóreas comienzan a tener algún desarrollo. Como actividades dominantes se combinan aquí la agricultura y la minería.

Una individualidad bien clara presenta esta región desde el punto de vista fisiográfico, debido al estompamiento del relieve en fajas longitudinales, el cual se encuentra suplantado por una disposición en cordones transversales, que entraban las comunicaciones.

III. *El Núcleo Central.*—A partir de los 33° lat., más o menos, las disponibilidades de agua del país tienden a ser satisfactorias, aunque todavía perdura la aridez en islotes discontinuos. Por otra parte, la estructura del relieve en fajas longitudinales se restaura, después de algunas vicisitudes iniciales. En esta parte del país es donde el hombre encuentra condiciones de vida más favorables y en donde se ha establecido desde una fecha más remota. Los ríos tienen un caudal mayor y más constante, lo que permite aprovechar su fuerte declive para la producción de energía. Un paisaje de tipo mediterráneo domina en casi toda su extensión, pero los bosques no son escasos, particularmente en las pendientes de las dos cordilleras.

Esta parte de Chile comprende las provincias de Aconcagua a Ñuble. Ya se ha observado que existe una irregularidad en el límite norte, pues en las provincias de Aconcagua y Valparaíso domina aún el tipo de relieve propio del Norte Chico. Sin embargo, tanto desde el punto de vista histórico, como humano y económico, estas provincias

están tan fuertemente trabadas con las de Santiago y O'Higgins que se hace muy difícil mantener la división en el terreno económico. Por otra parte las modificaciones climáticas que llevan al clima mediterráneo, empiezan a producirse ya en Zapallar; y el Aconcagua es el primer río con régimen nivoso franco.

IV. *Concepción y la Frontera.*—Desde la línea Laja-Bío-Bío hacia el sur se empiezan a observar modificaciones esenciales que poco a poco toman cuerpo y obligan a considerar esta región como una parte distinta dentro de las características generales que se toman en cuenta para hacer las divisiones regionales. En efecto, mientras en la parte norte la Cordillera de la Costa se presenta particularmente reforzada (Cordillera de Nahuelbuta), hacia el sur se deprime notablemente y ya hacia las márgenes del Cautín desaparece virtualmente. Por otra parte, el Valle Longitudinal, se presenta solevantado con relación a la parte austral de la zona anterior, por un brusco ascenso que lo lleva a más de 350 m. en Victoria. Los ríos aparecen en fases erosivas y la topografía dominante es la de una planicie ondulada. Por otra parte, cordones desprendidos de la Cordillera de los Andes restauran, poco a poco, un tipo de topografía semejante al que hemos visto dominar en el Norte Chico. De este modo, los valles de los ríos Cautín, Toltén y Valdivia son verdaderos valles transversales. Todos estos rasgos físicos hacen de la región un cuerpo complejo con numerosas singularidades que le confieren unidad.

Desde el punto de vista histórico, la mayor parte de esta región se ha incorporado en fecha muy reciente a la vida nacional. Un clima con estación seca bien marcada, aunque breve, hace que los cereales se desarrollen en buenas condiciones, y sus campos se ven ocupados por sementeras extensas y continuas, mezcladas con selva en donde se explota la madera. Comprende las provincias de Concepción, Bío-Bío, Malleco, Arauco y Cautín.

V. *La Región de los Lagos.*—Como se ha dicho, el valle del río Valdivia todavía representa un valle transversal de claro diseño. Hacia el sur, sin embargo, se abre nuevamente una depresión longitudinal que es un último remanente del gran Valle Longitudinal chileno. En esta parte de Chile encontraremos también numerosos lagos, que se emplazan a veces en la parte externa de la Cordillera de los Andes o bien en su interior. Ellos le dan categoría especial al paisaje. Desde el punto de vista vegetacional dominan las selvas, que es el cuadro obligado de estas partes de Chile. Debido a que los ríos presentan declives más modestos, muchos de ellos son navegables y facilitan las comunicaciones. Un clima de grandes precipitaciones y sin

estación seca verdadera, pone su impronta uniformadora a la región. En los terrenos desboscados dominan los pastizales.

Incorporada a la nacionalidad desde 1850 en adelante, cuenta con importantes centros industriales y comerciales. Las actividades dominantes son las agrícolas y pecuarias.

Esta región comprende las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue.

VI. *Región de los Canales.*—Comprende las provincias de Chiloé, Aysén y Magallanes. El relieve de toda esta región está dominado por la Cordillera de los Andes que ocupa toda la parte continental, a excepción de algunos paños en sus faldas orientales que se desarrollan sobre las mesetas patagónicas. En la isla de Chiloé, en los Chonos y en las Guaytecas, todavía se observan los rasgos propios de los relieves de la Cordillera de la Costa. En toda la región, las acciones glaciales dieron su sello al paisaje, formando amplios valles y canales marítimos. El clima de la región costera es similar al de la región anterior. La nubosidad y las lluvias, sin embargo, son mucho más severas en la parte expuesta al mar, mientras disminuyen paulatinamente hacia el oriente. El establecimiento del hombre en esta región, con excepción de Chiloé, se ha hecho en fecha muy reciente, y ella, salvo algunos sectores de la provincia de Magallanes, no ha recibido un acondicionamiento satisfactorio para las necesidades del tráfico y de la economía. De esta manera dominan las actividades ganaderas y sólo en el extremo sur la industria tiene importancia.

Los dos primeros volúmenes de esta obra están divididos en tres Partes, la primera de las cuales trata sobre los factores naturales, la segunda sobre los demográficos, y la tercera sobre los económicos y financieros. Cada una de estas Partes está dividida, a su vez, en capítulos, cuyo contenido examinaremos en forma somera en las siguientes líneas.

Primera Parte. Los factores naturales.—Los dos primeros capítulos referentes a la situación, configuración, superficie, límites y orografía, dan una descripción general del país, en lo referente a estas materias.

El tercer capítulo, estudia en forma clara y sistemática la geología del país, incluyendo las últimas investigaciones en esta materia, con muchos puntos de vista originales y valiosos. Yendo un poco más allá de la extensión que comúnmente se da en obras de esta índole a la materia, constituye, seguramente, el texto más completo de que disponemos sobre la geología de Chile. Su extensión queda justificada por la gran importancia que tiene la minería para la vida económica de nues-

tro país. En este sentido se incluye un estudio geológico de los yacimientos minerales.

El cuarto capítulo representa un estudio moderno y completo sobre los climas de nuestro país, en la medida en que los trabajos analíticos y las observaciones permiten hacerlo. En este sentido hemos contado con la colaboración del señor Elías Almeyda Arroyo, profesor de Climatología y Geografía Agrícolas de la Universidad de Chile, quien nos facilitó datos y sus valiosos mapas meteorológicos, algunos de ellos aun inéditos, y del Instituto Meteorológico de Chile que nos proporcionó todas las series de observaciones que hemos utilizado. Empleando la clasificación propuesta por Koeppen en sus últimas formas, el autor ha tratado de presentar un estudio tan completo como fuera posible de las provincias climáticas de nuestro país, sintetizando en un mapa confeccionado ex-profeso las áreas discernibles. Es el primero de esta índole que se elabora en nuestro país.

En el quinto capítulo se estudia la hidrografía. Los datos que han servido de base para este estudio, también el primero de esta naturaleza que se publica, fueron suministrados principalmente por la Empresa Nacional de Electricidad S. A. (Endesa), por conducto del señor Arturo Quintana, quien nos procuró muy valiosas informaciones. También nos proporcionó datos el Departamento de Regadío de la Dirección General de Obras Públicas.

El capítulo sexto, dedicado al estudio de los suelos, constituye también una novedad: es el primer ensayo de exponer, organizados sistemáticamente, los suelos que se presentan en Chile. Para conseguir este objeto, se ha tropezado con grandes dificultades, primero desde el punto de vista teórico y después por falta de antecedentes necesarios para conseguir tal objetivo. En esta tarea hemos contado con la colaboración de los ingenieros agrónomos señores Carlos Mathews y Manuel Rodríguez, cuya larga experiencia y preparación científica constituyen una garantía en lo que se refiere a sus puntos de vista y consejos. Los levantamientos sistemáticos que se presentan de las provincias de Bío-Bío, Llanquihue y Osorno se reproducen con la autorización del señor Carlos Muñoz P., Jefe del Departamento de Investigaciones Agrícolas.

En el capítulo de Biogeografía se ha contado con la colaboración inapreciable del Ingeniero Agrónomo señor Edmundo Pisano, en cuya compañía se redactó el capítulo correspondiente. En él se presentan las formaciones vegetales climax de nuestro país, y también constituye una síntesis que se intenta por primera vez, después de la tentativa de Reiche (1911). A estos antecedentes se agregan las faunas asociadas a los cuadros vegetacionales, para cuya confección hemos contado con la ayuda de los señores Guillermo Mann F. y Rodulfo Amando Philippi

B. Se incluyen también algunas informaciones sobre el valor económico de las plantas y las características de los bosques chilenos, tomadas principalmente de *Reiche* y del *Informe* de la Misión Forestal Norteamericana.

El capítulo sobre el mar y sus recursos, ha sido redactado en compañía del señor Parmenio Yáñez, Director del Instituto de Biología Marina de la Universidad de Chile, en colaboración con el señor Milton Lobell, *Técnico de la Corporación* de Fomento. En él se dan las características de los mares chilenos desde el punto de vista físico, y se hace un inventario racional de los recursos pesqueros que encierra. La colaboración del señor Lobell ha sido particularmente valiosa en esta última parte.

Segunda Parte. Los factores humanos.—En el primer capítulo se describen los elementos étnicos que han formado la población chilena, las circunstancias que favorecieron la unión de estos factores y la formación de la sociedad, dedicando atención preferente a aquellos hechos y rasgos que facilitan la comprensión de las actuales condiciones espirituales de la población que tienen mayor trascendencia económica. Este capítulo ha sido redactado por el señor Eugenio Pereira Salas, profesor de historia en el Instituto Pedagógico de la Universidad de Chile.

El segundo capítulo se dedica al examen del volumen, distribución y composición de la población, destacando especialmente las relaciones entre la población y el desarrollo económico del país.

En el capítulo tercero se analizan las causas de las variaciones de la población.

El capítulo cuarto trata de las actividades de la población, la composición por edad y sexo de la población activa y la desocupación. Contiene las estimaciones más recientes y las únicas de que se dispone en el país sobre la población distribuída por actividades.

Materias del capítulo quinto son la organización de la educación; la formación del profesorado; las características y el desarrollo de la enseñanza primaria, media y superior; la extensión cultural y la investigación científica y técnica; y, finalmente, el analfabetismo. Esta sección de la obra constituye una síntesis bastante completa sobre la educación en Chile y uno de los pocos estudios de esta índole de que se dispone en el país. En su preparación se contó con la valiosa cooperación de los señores Egidio Orellana, Director del Instituto Pedagógico; Enrique L. Marshall, Secretario General de la Universidad de Chile; Martín Bunster, Jefe del Departamento Técnico Central del Ministerio de Educación, y Horacio Meléndez, Director General de Enseñanza Profesional.

El capítulo sexto, dedicado al standard de vida de la población chilena, está dividido en tres partes, en las que se tratan, respectivamente, las rentas, los consumos y la seguridad social. La primera, destinada a las rentas, contiene las informaciones más acabadas y recientes de que se dispone, contándose entre ellas algunas que no se encuentran publicadas en ninguna otra obra. La parte en que se trata de la seguridad social, para cuya redacción se contó con sustanciales indicaciones del Dr. Julio Bustos, Director General de Previsión Social, constituye la síntesis más completa de lo que se realiza en Chile en esta materia.

Tercera Parte. Estructura de la Economía.—En el primer capítulo se describe someramente la evolución de la economía chilena desde la Colonia hasta nuestros días, dedicándose mayor atención a los acontecimientos posteriores a 1930. La historia de los sucesos anteriores a 1900, se preparó sobre la base de antecedentes proporcionados por el distinguido historiador don Francisco A. Encina. Complementa este capítulo un estudio sobre las características y desarrollo de la industria nacional, y un análisis sobre algunos interesantes problemas que gravitan sobre nuestra economía, como son la devaluación de la moneda, la disminución de su poder adquisitivo, y los ciclos económicos.

En la elaboración del capítulo sobre Recursos Naturales (agrícolas, minerales, energéticos, marinos y turísticos), segundo de esta parte, que constituye un compendio bastante acabado de las mejores y más recientes informaciones sobre estas materias, se contó, en lo que concierne a recursos energéticos, con la valiosa cooperación del señor Raúl Sáez, Jefe del Departamento de Obras y de la Sección Estudios de la Empresa Nacional de Electricidad (Endesa).

El capítulo tercero, dedicado a los recursos financieros, consta de cuatro secciones, destinadas, respectivamente, a la renta nacional, balanza de pagos, formación e inversiones de capitales y recursos fiscales. La introducción de la primera de estas partes se hizo de acuerdo con las ideas del señor Sergio Fajardo, ingeniero comercial, especialista de la Corporación de Fomento en renta nacional. Mientras se realizaba el análisis de la formación e inversion de capitales, se contó con las útiles sugerencias del señor Ewald Hasche, experto de la Corporación de Fomento en estas materias. El método de este mismo especialista se utilizó en el cálculo de los impuestos, que forma parte de la sección dedicada a los recursos fiscales. En esta parte fué, también, de mucha utilidad la crítica del señor Alvaro Rencoret, Director de Impuestos Internos.

La escasez de informaciones concluyentes sobre los costos de muchos rubros de la producción nacional, nos ha impedido dar al capítulo correspondiente, cuarto de esta parte, mayor extensión y minuciosi-

dad; pero de todos modos, él representa una primera tentativa, muy incompleta por cierto, para exponer esta importante cuestión. Para elaborar este capítulo hemos contado con la ayuda de los especialistas señores Bernardo Pizarro y Bruno Leuschner, en lo concerniente a minería; Guillermo Jul, en agricultura; Alejandro Echegoyen, en salitre; Raúl Sáez, en energía eléctrica; Carlos Frödden, en transportes marítimos y Edmundo Bertin, en transportes ferroviarios.

En el quinto y último capítulo, se trata sucintamente el rol económico del Estado, y se hace una breve historia de la intervención estatal. El capítulo finaliza con una exposición bastante minuciosa de la labor desarrollada por la Corporación de Fomento de la Producción.

La Comisión Redactora.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

PRIMERA PARTE

LOS FACTORES NATURALES

CAPÍTULO I

SITUACION, CONFIGURACION, SUPERFICIE Y LIMITES

1. Situación.—Chile está situado en el extremo suroccidental de la América del Sur, entre los paralelos 17 y 56, sirviéndole de eje el meridiano 70° W., en una posición totalmente excéntrica dentro del continente suramericano. A consecuencia de esto, queda fuera del hemisferio que forman las grandes masas continentales de la tierra. Más allá del Mar de Drake—formado por la unión de los dos océanos en el extremo terminal del continente americano—Chile continúa, sin embargo, en la Antártida, en donde recorta un triángulo que llega al mismo Polo Sur, entre los meridianos 53 y 90 de long. W. Entre las últimas islas solidarias del continente suramericano y las primeras antárticas apenas se miden 700 kms. de distancia.

En las páginas siguientes, cuando se diga Chile, se entenderá por tal la porción del país enclavada dentro del continente suramericano; la porción situada en el continente polar del sur la designaremos con el nombre de Chile antártico.

El aislamiento de nuestro país con relación a las masas continentales del mundo se destaca bien si consideramos los hechos siguientes: el conjunto de tierras que forman Eurasia, Africa y Australia, totalizan 87,5 millones de kms^2. Las dos Américas reunidas apenas alcanzan los 37,6 millones de kms^2. Mientras la América del Norte se encuentra prácticamente soldada a las masas terrestres del hemisferio norte, nuestro continente, con sus 17,6 millones de kms^2., se separa notablemente de ellas.

Esta ubicación confiere a Chile ventajas y desventajas. En cierto modo, es un privilegio el que esta posición nos haya obligado a bastarnos a nosotros mismos y a desarrollar un espíritu emprendedor que se

manifiesta en muchos rasgos de la vida nacional. Reforzada esta posición excéntrica con límites naturales muy marcados, formamos una isla de humanidad que ha logrado desarrollarse y diferenciarse hasta constituir algo bien definido.

Pero, no hay duda, son los inconvenientes los que dominan con relación a nuestra situación en el mundo. El país constituye una verdadera Ultima Thule. Al sur y al oeste se encuentra el océano Pacífico con sus soledades más absolutas: los mares del sur. Frente a nuestras costas, y hasta distancias que representan la tercera parte del perímetro terrestre, no existen tierras, cuyo intercambio con la nuestra pudiera verse favorecido por la vía marítima. Al este, la Cordillera de los Andes constituye un obstáculo difícil de salvar, que actúa como un agente restrictivo para el comercio y las comunicaciones.

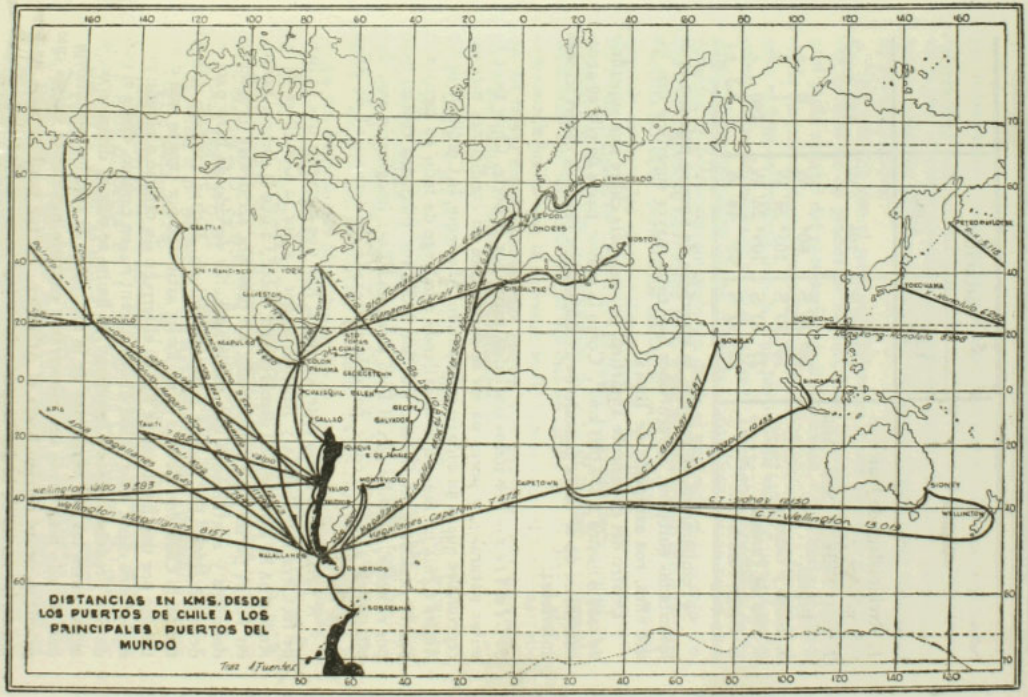
Chile es el país más apartado de Europa de todos los suramericanos; debido a esto, los movimientos de población en forma de emigración espontánea no lo han favorecido considerablemente. Desde la apertura del Canal de Panamá se encuentra un poco más cerca de Norteamérica que la Argentina, pero antes era también el país más apartado de la costa atlántica norteamericana.

La indicación de algunas distancias ilustrará lo que se acaba de explicar. Entre Iquique (vía Panamá), uno de los puertos chilenos más favorablemente ubicados, se miden 6.988 millas a Bremen, en el corazón de Europa; desde Buenos Aires, 6.745; desde Río de Janeiro, 5.770; y desde Baltimore, 3.880. Antes de la construcción del canal de Panamá, la distancia entre Iquique y Bremen era de 9.700 millas. De Valparaíso a Nueva York hay 5.965 millas.

Como los principales mercados para nuestros productos se encuentran en Europa y Estados Unidos, ellos pagan mayores fletes que los de otros países americanos.

2. Superficie.—A partir del arreglo definitivo de la cuestión de límites con el Perú, la superficie de nuestro país, dentro del continente suramericano, se calcula en 741.767 kms^2. En esta cifra están incluídas las áreas de las islas esporádicas, algunas antepuestas al continente y otras situadas a gran distancia, como son las de Pascua y Salas y Gómez. Como dato ilustrativo, damos en el cuadro de la p. 4 la nomenclatura de estas islas y su superficie.

Por su superficie, Chile ocupa el séptimo lugar entre los países independientes suramericanos, después del Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela, enumerados según su importancia en cuanto a su extensión territorial. Es solamente mayor, por lo tanto, que el Paraguay, el Ecuador y el Uruguay.


DISTANCIAS EN KMS. DESDE LOS PUERTOS DE CHILE A LOS PRINCIPALES PUERTOS DEL MUNDO
Wellington 13.019
Sydney 13.050
Bombay 8.487
Londres 9.787
Boston 8.000
Yokohama 11.000
Valparaiso-Capetown 7.478
Valparaiso-Wellington 6.157
Valparaiso-Sydney 6.200
Valparaiso-Yokohama 11.000
Valparaiso-Londres 9.787
Valparaiso-Boston 8.000
Valparaiso-Bombay 8.487
Valparaiso-Wellington 13.019
Valparaiso-Sydney 13.050

NOMBRE	UBICACIÓN		SUPERFICIE
	LAT.	LONG.	
1. Archipiélago de Juan Fernández	33° 40′ S	79° W	187 kms².
2. San Félix y San Ambrosio	26° 20′ S	80° W	6 »
3. Salas y Gómez	26° 30′ S	105° 28′ W	1 »
4. Isla de Pascua	27° 10′ S	109° 26′ W	180 »
5. Diego Ramírez	56° 30′ S	68° 44′ W	4,5 »

Si comparamos, en cambio, la superficie de nuestro país con la de los estados europeos, advertiremos que tiene mayor superficie que todos ellos, con excepción de Rusia.

Dentro del continente antártico, nuestro país cubre una superficie de más o menos 1.250.000 kms². Como la mayor parte de ella es anoecuménica, no se la ha tomado en consideración para las observaciones anteriores.

3. Límites.—Por todos sus lados, salvo por el norte, Chile tiene límites naturales, y pocos países se encuentran en condiciones más excepcionales que el nuestro en este sentido. Al oriente, la Cordillera de los Andes forma un muro que se extiende a lo largo de todo su territorio; por el occidente, el Océano Pacífico baña sus dilatadas costas. Sólo por el norte, el límite con el Perú sigue una línea imaginaria que, diez kilómetros al norte, corre paralela al trazado del ferrocarril de Arica a La Paz.

A pesar de lo dicho anteriormente, hay que convenir que la línea de frontera con Bolivia y Argentina, que va por la Cordillera de los Andes, no ha sido de fácil demarcación, debido a que la cadena andina, en varias partes de su desarrollo, no presenta accidentes orográficos definidos y continuados que pudieran haber servido de base para su determinación. En buenas cuentas, pudiera decirse también que el límite de Chile con Bolivia es un límite artificial, por cuanto está constituído por una línea que se fijó en el terreno sin ceñirse a ningún principio físico claro. Con la República Argentina, en cambio, desde el paso de San Francisco hasta Lonquimay, el límite se ciñe al divorcio de las aguas entre las dos vertientes de la montaña. Al sur, los ríos chilenos han llevado muy atrás sus cabeceras y captado numerosos cursos que primitivamente corrían hacia el Atlántico. No fué posible, pues, aplicar en las tareas de la demarcación de límites un principio físico—divor-

cio de las aguas o línea de las más altas cumbres—, sino que se procedió a ellas atendiendo a un *laudo arbitral* dictado por el rey de Inglaterra, en el cual se tomaron principalmente en cuenta los actos de posesión que se hubieran ejercitado, sobre las tierras en disputa, por cualquiera de los dos estados.

El hecho de que el territorio chileno se dilate de norte a sur a través de más de 38 grados de latitud, hace que las condiciones físicas y el tapiz vegetal del país varíen continuamente. En el norte se desarrolla un gran desierto, que podría considerarse como un cuadro adverso, pero es éste un desierto rico, y gran parte de la vida de la nación depende de las riquezas que de él se extraen. También la Cordillera de los Andes es un verdadero bloque o barrera montañosa que no tolera gran densidad de población; sin embargo, desde el punto de vista económico, ella es el esqueleto minero del país, y sus alturas actúan como almacenadoras del agua durante los inviernos—nieve y hielo—, para dejarla escurrir durante los meses cálidos, que no presentan precipitaciones. Es en las regiones de Chile Central donde las condiciones climáticas y el relieve se dulcifican o atemperan, para hacer posible la utilización superficial del territorio por el hombre en escala mayor. Hacia el sur, el exceso de las lluvias, la disminución de la temperatura y el desarrollo de los hielos crean nuevamente condiciones adversas, con las cuales tiene que luchar el hombre para establecerse.

4. Forma y dimensiones.— Chile ofrece una gran desproporción entre su largo y su anchura. Mientras que en el sentido de los meridianos sobrepasa los 4.200 kms., su ancho es siempre reducido. De aquí la justeza de esa tradicional y conocida frase de que Chile «es una larga y angosta faja de tierra». El ancho máximo del país se mide a la altura del Estrecho de Magallanes, donde abarca del Pacífico hasta el Atlántico dentro del continente: desde la Punta Dungeness hasta los islotes de los Evangelistas se miden poco más de 500 kms. Casi siempre, sin embargo, se da como ancho máximo del país el que se observa en la provincia de Antofagasta, entre la península de Mejillones y el límite con Bolivia: cerca de 400 kms. El ancho menor se mide frente a Illapel, entre la punta Amolanas (al norte de la desembocadura del río Choapa), y el paso Casa de Piedra: 90 kms.

Con sus dimensiones actuales, esta larga faja de tierras cubre toda la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes. Solamente de Puerto Montt al sur es donde nuestro territorio avanza sobre la vertiente oriental, y ya en Futaleufu cubre casi toda la vertiente oriental. Más al sur abarca también la región subandina oriental y logra penetrar a veces hasta las mesetas patagónicas. A los 52 grados de latitud sur —regiones del Estrecho—, se extiende, como ya se dijo, a lo ancho de

todo el continente y, en consecuencia, se puede viajar desde el Atlántico hasta el Pacífico sin abandonar las aguas territoriales chilenas.

Esta forma curiosa determina una de las características más singulares de nuestro país. Desde luego, Chile es un país disarmónico en lo que se refiere a su extensión territorial: una faja montañosa alargada en el sentido de los meridianos, ceñida entre el mar y las cumbres nevadas de la montaña, se prolonga ilimitadamente, sin que en ninguna parte su desarrollo dentro del continente, nos permita hablar de un verdadero *hinterland*. Este rasgo, en un continente nuevo, en el cual no se han desarrollado las condiciones geográficas necesarias para que las vías de penetración y de tránsito por el interior hayan tenido tiempo para perfeccionarse, y en que la vida económica es esencialmente periférica, ha sido incuestionablemente una ventaja. Debido a la cercanía al mar, de todos los puntos del territorio, siempre ha sido relativamente fácil alcanzarlos en la tarea de prospección y descubrimiento en que ha transcurrido la vida chilena hasta ahora.

Pero, por otra parte, esta forma no ha permitido una explotación conveniente de las ventajas que el mar significa. Es la forma la que ha obligado a construir vías de comunicación que duplican al mar, y la ventaja que ello pudo haber tenido para la vida económica, desaparece, en consecuencia. Por otra parte, el acceso al mar no siempre es fácil. En toda la región central, una montaña de un ancho medio de 70 kms. se interpone entre el principal accidente orográfico: el Valle Longitudinal y el mar. Esta es la razón por la cual desde comienzos del presente siglo las rutas terrestres que lo recorren han suplantado casi completamente a los antiguos puertos que, espontáneamente, se habían establecido en sus costas, y el tráfico marítimo queda casi relegado al papel de relacionador del centro con los dos extremos del país.

La misma deformidad del territorio es la causa de que las comunicaciones sean demorosas, en relación a la superficie. Mientras que en Francia, que tiene sólo 200.000 kms^2. menos de superficie, un viajero puede, en el plazo de 18 horas, ir de un extremo al otro del país—Mediterráneo a la frontera alemana—, en Chile, con los actuales medios de comunicación marítimos y terrestres, se necesitan cerca de quince días para ir de Arica a Punta Arenas. Sólo la navegación aérea ha venido a acercar los extremos al centro.

La extraordinaria desproporción de nuestro territorio resalta más, cuando se aplican sus dimensiones sobre el antiguo continente. Aparece Chile entonces cubriendo una faja que va desde Copenhague (56 grados de lat. norte) hasta Timbuctú, en el corazón del Africa (17 grados de lat. N).

Esta forma condiciona toda la geografía de nuestro país, ya sea desde el punto de vista físico, natural, o bajo el aspecto económico.

En una extensión tan grande, si el país se encuentra orientado en la dirección de los meridianos, hay ocasión para que todo cambie: es así como nuestro país, que comienza con grandes desiertos, termina con desnudos islotes australes, después de haber dado ocasión para el desarrollo de las estepas, del matorral mediterráneo, del bosque austral y de las praderas.

Algunos hechos geomáticos concluirán de poner en relieve la trascendencia que la extraordinaria longitud tiene para la geografía de nuestro país. Gracias al continuado avance en latitud, la duración del día más largo del año fluctúa entre 13 y 17 horas. En el cuadro siguiente se da la duración del día más largo para algunas latitudes dentro de nuestro país y en las latitudes del continente antártico.

CHILE METROPOLITANO		CHILE ANTÁRTICO	
17 grados lat.	13 hs.	63 grados lat	20 hs.
34 » »	14 hs.	66½ » »	24 »
41 » »	15 hs.	67° 25′ lat.	1 mes
53 » »	16 hs.	69° 51′ lat.	2 meses
56 » »	17 hs.	78° 11′ lat.	4 meses
		90°	6 meses

Las cantidades de energía solar que reciben las distintas latitudes durante el año varían de igual modo con el avance en latitud. El cuadro siguiente da la totalidad de energía solar recibida por un punto de las diversas latitudes que se anotan, en el curso del año, expresada en días térmicos.

LATITUDES	DÍAS TÉRMICOS	LATITUDES	DÍAS TÉRMICOS
10 grados	360,2	60 grados	207,8
20 »	345,2	70 »	173,0
30 »	321,0	80 »	156,6
40 »	288,5	90 »	151,6
50 »	249,7		

Nota.—Se entiende por día térmico el valor medio anual de la insolación sobre el ecuador.

5. Desarrollo territorial.—Según la Constitución de 1833, Chile se extendía «desde el Despoblado de Atacama hasta el Cabo de Hornos y desde la Cordillera de los Andes, hasta el mar Pacífico, comprendiendo el archipiélago de Chiloé, todas las islas adyacentes y las

de Juan Fernández». Esta definición territorial, en el momento en que el país nacía a la vida independiente, representaba todo el territorio que, según las aspiraciones de los padres de la patria, debía formar el país, puesto que la porción sobre la cual se ejercía efectivamente la hegemonía del Estado no iba más allá de Copiapó por el norte y de Chiloé por el sur. Ninguna manifestación de dominio se había ejercitado más allá de esos extremos. Iba a ser la tarea de la vida independiente la incorporación al territorio de las partes situadas más al norte y más al sur de esos extremos y llenar los vacíos que se observaban entre ellos.

La expansión nacional se inicia en la primera mitad del siglo pasado y se llevó a cabo en varias etapas. Una primera manifestación fué la ocupación del Estrecho de Magallanes en 1843. Por ese mismo tiempo se hicieron los primeros esfuerzos de colonización en los territorios de la antigua provincia de Valdivia. Bajo el impulso de Bernardo Eunom Philippi, primero, quien contrató la primera partida de colonos alemanes, se establecieron numerosas familias en los alrededores de la ciudad de Valdivia. Más tarde fué Vicente Pérez Rosales quien patrocinó la colonización de la parte meridional de la provincia, que hoy día corresponde a las de Osorno y Llanquihue. Estas familias comenzaron a llegar en 1850, y nacieron así Puerto Montt y Puerto Varas, incorporándose definitivamente a la vida civil esos territorios, hasta entonces visitados ocasionalmente por los chilotes, y enteramente incultos e inexplotados.

La región denominada con el nombre de Araucanía, sólo vino a ser poblada mucho más tarde, puesto que allí subsistían tribus hostiles, que mantuvieron una guerra prolongada durante casi todo el siglo pasado. Es hacia 1883 cuando se pone fin a la guerra con los araucanos y empieza la colonización en las regiones de los ríos Imperial y Toltén. Fúndanse numerosas ciudades, entre ellas, Temuco, Victoria, Lautaro, etc. Como elementos colonizadores actuaron aquí tanto chilenos como extranjeros, que se radicaron definitivamente en los territorios mencionados, en tanto que los remanentes indígenas eran radicados en reducciones.

La expansión territorial hacia el norte es un hecho que se desarrolló durante el siglo pasado paralelamente a la anterior, pero en la cual la acción del Estado fué suplantada por los impulsos espontáneos de la población.

Es el afán minero el que empuja a varios descubridores a comenzar a recorrer el desierto que se extendía al norte de Copiapó, algunos de los cuales desbordan ampliamente hacia el norte y cubren con sus recorridos parte del litoral de Bolivia y regiones interiores. Al descubrir guaneras, salitreras, distritos metalizados, etc., los intereses chi-

lenos se desplazan hacia esas regiones en forma de inversiones. Los roces que se producen con las autoridades bolivianas, crean un clima de violencia que lleva a la guerra del 79, mediante la cual Chile se incorpora por el norte los territorios de la provincia de Antofagasta, boliviana, y la de Tarapacá, primitivamente peruana.

En lo que va corrido del siglo actual, Chile ha puesto particular interés en la ocupación de los territorios que le corresponden en la Patagonia occidental, los cuales, en la actualidad, puede estimarse que se encuentran casi totalmente ocupados por chilenos, en parte venidos del centro y sur, y en parte provenientes de la Argentina.

Un proceso similar al que llevó al minero hacia el norte a explorar los desiertos, ha llevado continuamente hacia el sur a loberos, buscadores de oro y nutreros. De esta manera, todas las islas de los canales, hasta las de Wollaston y Hermite, han sido continuamente visitadas por ellos. Algunos aún han sido capaces de cruzar el Mar de Drake y llegar a las islas subantárticas, organizando su base de operaciones en la isla Decepción. Como, por otra parte, Chile se ha considerado con derechos sobre la porción que se le avecina del continente surpolar, ha hecho declaración explícita de sus posesiones en él, fijando finalmente, en 1940, los límites de la Antártida Chilena.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

CAPÍTULO II

OROGRAFIA

El relieve condiciona la economía de una manera tan decisiva como el clima o cualquiera de los otros datos naturales que forman la base de la vida. De las formas que se han distinguido en el relieve terrestre, debemos considerar como favorables para el hombre las planicies, porque ellas no entraban las comunicaciones y, siempre que las beneficie un clima normal, son susceptibles de pleno laboreo agrícola. Las montañas, en las regiones templadas, representan siempre regiones en donde la población es menos densa, y aún desaparece, puesto que el descenso de la temperatura con la altura crea condiciones climáticas desfavorables. En un país tan largo como Chile, la cifra en que el hombre deja de establecerse definitivamente en la altura, varía mucho. En el norte desértico, en donde la Cordillera de los Andes presenta lluvias que crean, sobre los 2.500 m. de altitud, una faja de pastos, el hombre remonta mucho en altura con sus establecimientos. Aldeas, aún, se desarrollan a gran altitud. Particularmente en Arica, hay un número considerable de villorrios y aldeas que se encuentran situados por encima de los 3.500 mts. Pero a medida que, hacia el sur, la disposición de los relieves y el desaparecimiento de la estación lluviosa crean condiciones de aridez extrema, estos poblados desaparecen o descienden notablemente en altura. Así, en la región de la Puna de Atacama (cordilleras de Antofagasta), la altura máxima de los caseríos la da Socaire con 3.500 mts. Aiquina está a poco menos de 3.000 mts. Los oasis del Salar de Atacama quedan casi todos por debajo de los 2.500 mts.; además de Socaire, sólo Peine y Camar están por encima.

Sobrepasando el desierto, los establecimientos humanos permanentes descienden mucho. En las cifras que se dan a continuación no se han

tomado en cuenta las minas ni los refugios de alta montaña, en donde un incentivo económico polarizado hace subir anormalmente los establecimientos humanos. En el valle del Copiapó quedan a poco más de 2.500 mts. En la medida en que se ganan latitudes más meridionales, esta altura desciende correlativamente. En Santiago están a 1.400 mts.; en Curicó, a poco más de 1.000 mts.; en Llanquihue, a 700 mts. De allí hacia el sur el hombre deserta las alturas, para establecerse exclusivamente en las partes bajas.

Si la montaña no es favorable para el hombre en general, juega a veces un papel indirectamente benéfico, que no puede descuidarse. En su condición de biombo climático y en su papel de almacenadora del agua y nieve para los climas con estación seca o lluvias incipientes, representa un beneficio considerable.

Chile es un país de montañas. Calculadas sobre el mapa de la Oficina de Mensura de Tierras, las planicies, sean ellas bajas o altas, interiores o litorales, no representan más de un 20% de la superficie del país. La trascendencia de este rasgo se advierte si consideramos que, según las recomendaciones de los agrólogos, no es conveniente cultivar terrenos con inclinaciones superiores a 15 grados y que inclinaciones superiores a 40 grados excluyen aún el destino forestal.

Los relieves en Chile se ordenan, en general, conforme a las tres entidades fundamentales que todo el mundo conoce: Cordillera de los Andes, Valle Longitudinal y Cordillera de la Costa. De estas tres grandes entidades orográficas, sólo la primera—Cordillera de los Andes—constituye un rasgo continuado a través de todo el territorio. Las otras desaparecen o se estompan excesivamente en varias oportunidades, de tal manera que, al hacer una descripción de norte a sur, no siempre puede contarse con ellas.

Como se verá en el capítulo que sigue, los relieves en Chile se generan por la formación de la cadena andina en el cretáceo medio, esto es, en la fase larámica de diastrofismo. Fué gracias al plegamiento de los materiales que hasta ese momento se habían depositado en la cuenca andina, como surge el país. Estos relieves podemos considerarlos como continuados transversalmente desde el eje de la cadena hasta el mar cretácico, que en sus grandes líneas coincidía con el actual. No había, pues, ni Cordillera de la Costa, ni Valle Longitudinal. Desde entonces hasta nuestros días, varias fases de diastrofismo vertical han rejuvenecido o reajustado el relieve, al mismo tiempo que los agentes externos trabajaban rebajando la superficie de las montañas. Debido al juego combinado de ambos factores, en la actualidad se ha llegado a una situación orográfica que está muy lejos de representar un estado de equilibrio.

Fué a fines del terciario, en circunstancias que las fuerzas externas

habían reducido la montaña a un paisaje maduro o senil, cuando juegan nuevas acciones tectónicas, las cuales individualizan tres fajas diferentes de relieve, de las cuales dos—las actuales Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes—ascienden, mientras la parte intermedia se deprime (Valle Longitudinal). Según lo que acabamos de decir, la Cordillera de la Costa representa, pues, un *horst*, y el Valle Longitudinal es una fosa tectónica.

Hacer una descripción por separado de estos tres cuerpos orográficos, nos obligaría a desconectar realidades y a hacer una división longitudinal del país, sin trascendencia. Considerando que ellas son formas desarrolladas a través de casi toda la longitud de Chile, vamos a describir el país en sectores, según la manera como se puedan caracterizar y se combinen estas tres entidades longitudinales.

I. *El Norte Grande*

Desde el límite con el Perú hasta el paralelo 27° S, puede distinguirse claramente una primera parte del país, en la cual la orografía presenta caracteres propios. Los tres accidentes principales que hemos mencionado anteriormente se encuentran perfectamente individualizados, y es posible seguirlos, sin solución de continuidad, desde el extremo norte hasta los relieves que, al sur de Pueblo Hundido, separan la cuenca de Chañaral del valle de Copiapó. Por otra parte, el país se levanta bruscamente del mar, de tal manera que la Cordillera de la Costa, mirada desde el oeste, se presenta como una muralla inarticulada. Este corte brusco, como lo ha demostrado Juan Brüggen, corresponde a un frente de falla casi intocado, conforme al cual se levantaba Chile y se deprimía el fondo del mar vecino (Fosa de Atacama). En muy contadas partes, las planicies litoráneas alcanzan desarrollo. Ellas son importantes solamente en los alrededores de Antofagasta, en el contorno de Iquique y en Tocopilla.

La Cordillera de los Andes se presenta anegada por los productos de un volcanismo efusivo muy intenso, que ha ocultado el relieve plegado. Además, en toda esta región ella no constituye un cordón, sino un altiplano de gran extensión transversal.

Estos rasgos se estompan hacia el sur, pero conservan su individualidad hasta Inca de Oro, en donde una serranía orientada transversalmente interrumpe definitivamente el Valle Longitudinal del norte. Revisaremos, con algún detalle, las características esenciales de cada uno de los tres accidentes orográficos longitudinales: Cordillera de la Costa, depresión intermedia y Cordillera de los Andes.

1. Cordillera de la Costa.—El relieve frontal que conocemos con el nombre de Cordillera de la Costa, nace unos 20 kms. al sur del puerto de Arica, en donde el cerro Camaraca es un primer testimonio de él. Ensanchándose en bisel hacia el sur, lo encontramos bien conformado al sur de la quebrada de Vitor.

La cordillera costanera, en la mayor parte de su extensión, se levanta bruscamente del mar, de tal manera que no deja lugar, en la mayoría de los casos, sino a reducidas formas litoráneas. Al norte de Iquique, el salto de la falla, visible desde el mar, representa un valor que oscila entre los 500 y los 800 m., pero inmediatamente al sur de este puerto el salto es aún mayor. En los alrededores de la ciudad se desarrolla una terraza de abrasión marina de 1 a 2 kms. de ancho.

Fuera de las fallas exteriores que limitan la montaña, en su seno encontramos numerosas fallas orientadas con variada dirección, las cuales son responsables de los rasgos orográficos principales que se observan. En la región de la provincia de Tarapacá, Brüggen (1936) ha podido constatar que las fallas transversales modernas presentan sus frentes intocados por la erosión y que botan sistemáticamente hacia el norte, lo que viene a explicar el estompamiento que la cordillera presenta en este sentido.

La Cordillera de la Costa tiene un ancho medio de unos cincuenta kilómetros y representa un relieve senil. Muchas veces son fallas las que concurren para dar la impresión de una superficie rugosa. Fuera de los accidentes constituídos por las partes eminentes, existen numerosas depresiones sin desagüe, que corresponden a *bolsones* típicos, casi siempre ocupados por depósitos salinos. En este último caso reciben el nombre de salares. Cuando están ocupados por material detrítico sin sal visible, se les denomina pampas. El más extenso de los salares de la Cordillera de la Costa es el Salar Grande, al SE de Iquique. Al mirar las fotografías aéreas, llama la atención el estompamiento general del relieve bajo los derrubios de las pampas y las proporciones de las rampas de deyección que se han formado al pie de modestas serranías. Las líneas de relieve organizado son escasas, y casi siempre se presentan en la cercanía del mar. La acción de las aguas corrientes se acusa en algunas quebradas que, cuando desembocan en un frente de falla, aparecen como quebradas colgantes.

Todos los rasgos anteriores concurren para crear la impresión de una meseta rugosa que asciende imperceptiblemente hacia el interior.

En la medida en que se avanza hacia el Sur, la Cordillera de la Costa gana un poco en altura. Mientras en el interior de Iquique el punto culminante alcanza apenas a los 1.715 m. al sur de la desembocadura del Loa, los cerros de Colupito sobrepasan los 2.000 m. (Cerro Colupo, 2.335 m.). Al mismo tiempo, su aspecto tabular empieza a ver-

se substituído por formas más definidas, y tienden a predominar cordones orientados longitudinalmente. Se reconocen quebradas mejor desarrolladas.

Cerca del puerto de Antofagasta, entre Mejillones y Caleta Coloso, se advierten formas litoráneas muy bien desarrolladas. Una planicie de abrasión marina, de un ancho no inferior a los 3 kms. frente a la Chimba, sirve de asiento a la ciudad de Antofagasta. Su altura es de unos 40 m. Hacia el norte sigue en forma de un corredor entre la Cordillera de la Costa y los relieves de la Península de Mejillones. Allí su altura logra ser de 126 m., al mismo tiempo que es substituída en la parte externa por una planicie de sedimentación, cuyo relleno lo forman conchas trituradas.

Entre Antofagasta y Paposo, la Cordillera de la Costa se presenta nuevamente como un relieve macizo, sin dar formas desarrolladas en el litoral. Culmina aquí toda la Cordillera de la Costa en la Sierra Vicuña Mackenna, con 3.030 m. sobre el nivel del mar (*).

Desde Paposo hasta la bahía de Totoralillo, la cordillera se presenta fuertemente despedazada, debido a la acción de las aguas corrientes, de tal modo que ofrece un genuino aspecto de montaña. Cordones bien desarrollados, con tendencia a acuchillarse, dan el rasgo característico de las formas del relieve. Las alturas más importantes avecinan los 1.400 m.

Si el borde de la Cordillera de la Costa vuelto hacia el mar es abrupto, ella transige casi imperceptiblemente a la planicie interior que corresponde al Valle Longitudinal. En muy pocos sitios ella presenta un frente abrupto. Brüggen deja constancia que sólo en contados lugares —Salar de Pintados—ella presenta el aspecto de muralla que es característico para su frente occidental. En la mayoría de los casos, las cuencas intermontanas que se llaman pampas, se hacen tributarias de la depresión intermedia, y se relacionan con ella por medio de amplios planos inclinados, por donde las avenidas, con ocasión de las lluvias, que se producen con largos intervalos, bajan en forma de corrientes de barro.

En este borde se encuentran la mayoría de los salares y los principales yacimientos de salitre, de tal modo que muy frecuentemente las viejas *oficinas* (establecimientos de explotación del salitre) trepan los primeros estribos de la Cordillera de la Costa.

2. *La depresión intermedia.*—En el norte de Chile existe, desarrollada con mayor o menor nitidez, desde la costa septentrional de Arica hasta Inca del Oro, una depresión intermedia, que representa un auténtico Valle Longitudinal, igual al del centro. Esta depresión

(*) Riso-Patrón asigna 3.200 m. a una de las cimas de esta sierra.

está cubierta por sedimentos del terciario superior y cuaternario, entre los cuales materiales de relleno de origen avenidal dominan en la parte superior. Para el viajero que viene de la costa, aparece como una planicie cubierta por arena, arcillas y cascajo y, más al este, con intercalaciones más o menos desarrolladas de material rodado y frecuentes depósitos salinos.

En la primera parte del desarrollo del valle central, esto es, desde Arica hasta el Loa, sólo muy de tarde en tarde se levanta de la pampa alguna colina formada por las mismas rocas que forman ambas cordilleras y que representan los puntos eminentes del relieve oculto por el relleno detrítico del desierto.

El rasgo más importante que se puede advertir es una estrechura que se presenta al sur del Salar de Bellavista, la angostura entre los cerros Cachango y Gordo, que separa a aquél del Salar del Viejo. Esta angostura tiene también importancia, como podremos señalarlo más adelante, para el almacenamiento del agua subterránea.

Al sur del Loa, colinas y cordones constituyen la regla, y la pampa se ve continuamente surcada por dorsos desprendidos de las montañas marginales, los cuales individualizan paños relativamente aislados de planicie, dando la impresión de que el Valle Longitudinal se interrumpe.

Este cambio en el carácter del paisaje se ve acompañado con modificaciones de altitud. En el extremo norte, ella es considerable. En la parte central de Arica es de 1.400 m. y al interior de Pisagua se encuentra a 1.100 m. Lluvias más abundantes en la Cordillera de los Andes hacen que de aquí hacia el norte, ella se vea cortada por varios cauces que forman profundos cañones, originando una discontinuidad que no existe desde Zapiga hasta Chacance. De este modo, allí se individualizan varias pampas separadas por los tajos profundos de *quebradas* intermitentes: las de Tana, Suca, Camarones, Vitor, Higuera, Azapa y Lluta. A causa de esto se distinguen, enumerando de norte a sur, las siguientes fracciones del Valle Longitudinal: pampas sin nombre en Arica, Pampa de Chaca, entre la quebrada de Higuera y la de Vitor, adosada a la Cordillera de la Costa; Pampa de Camarones, entre las quebradas de Vitor y de Camarones; Pampa de Chiza, entre las de Camarones y de Suca; y Pampa de Tana, entre las quebradas de Suca y de Tana. Al sur de la quebrada de Tana empieza la gran Pampa del Tamarugal.

Puesto que las quebradas de Zapiga al norte se encuentran en fase erosiva, en este primer trozo de la depresión longitudinal no vamos a encontrar materiales detríticos modernos, y la pampa presenta directamente en su superficie los materiales del terciario y cuaternario, que procuran una superficie amamelonada.

La Pampa del Tamarugal se extiende sin ninguna interrupción

desde la quebrada de Tana hasta el río Loa, a los 23° de lat. S, y presenta una gran regularidad. Su altitud media al comenzar es de 1.000 m. en las porciones que se apoyan en la Cordillera de la Costa, pero a medida que se viaja hacia el sur, desciende paulatinamente, de tal modo que el Salar de Llamara queda a 713 m. s. m. Hacia el sur sube en altitud: en Quillagua tiene 802 y en Chacance, sobre el Loa, 1.204 m. En el Salar del Miraje, inmediatamente más al sur, sube a 1.300 m. Podemos estimar que en este punto termina la Pampa del Tamarugal.

Mientras se producen estas modificaciones en su altura, los acarreos disminuyen en intensidad, y en muchos sitios de la depresión longitudinal empiezan a aparecer cerros aislados, cordones, etc., por medio de los cuales las rocas de la formación porfirítica vienen a la superficie. El Llano de la Paciencia, que se desarrolla en las inmediaciones del salar mencionado, y particularmente hacia el sur, presenta acumulaciones detríticas, bien contenidas en un contorno de serranías de débil alzada. El punto más elevado de este Llano parece estar situado en la estación Lynch, en donde la superficie del aluvionamiento casi alcanza los 1.500 m. s. m.

Es posible seguir hacia el sur por planicies avenidales. La altura general desciende, y Baquedano queda apenas a 1.027 m. En el Salar del Mar Muerto alcanza su altura mínima con 830 m.

Aunque se puede seguir hacia el sur por planicies detríticas, el ferrocarril ha preferido cortar aquí un ramal montañoso desprendido de la Cordillera Domeyko, de tal modo que en Balmaceda alcanza los 2.420 m. Hasta este sitio se llega por grandes rampas de aluvionamiento.

La cuenca del río Salado, que se abre hacia el sur, presenta en Pueblo Hundido 790 m. sobre el mar, y estamos aquí en la parte más deprimida de toda la cuenca. Sobre los detritos, la impronta de una red hidrográfica se marca con claridad, y se reconoce un drenaje esporádico. Hacia el sur se sube nuevamente. Poco a poco las serranías se cierran. El ferrocarril corre por depresiones intermontanas, completamente rodeadas por serranías. La depresión que hemos podido seguir hasta aquí termina definitivamente en Chimberos, en donde el ferrocarril trepa nuevamente a dos mil metros.

En la última parte de la depresión intermedia del Norte Grande domina, pues, una estructura en cuencas, semejante a la que observaremos más tarde en la primera parte del Valle Longitudinal de la región central.

3. Faja de los abanicos de deyección.—La transición entre la depresión intermedia o pampa y la Cordillera de los Andes se hace por medio de una faja en que los sedimentos detríticos de las quebradas cordilleranas tienen una pendiente muy visible y que ha sido de-

signada por López (1944) con el nombre de Sector de los Abanicos Aluviales. En efecto, en el borde oriental de la Pampa del Tamarugal, lluvias de verano, relativamente abundantes, han dado origen a numerosas quebradas que bajan de la cordillera principal y que imprimen su sello a la región con sus conos de deyección, los cuales, al entrar lateralmente en contacto, crean una faja de piedmont muy característica.

De este modo, el viajero que pasa de la depresión longitudinal a la Cordillera de los Andes, lo hace por inmensos planos inclinados, de carácter detrítico, que se estrechan hacia la montaña. La existencia de esas lluvias estivales se acusa también en un fino modelado de los cerros, los cuales muchas veces presentan sus vertientes cubiertas por numerosos surcos erosivos.

4. La Cordillera de los Andes.—En el norte de Chile, la Cordillera de los Andes tiene un carácter completamente distinto del que le conocemos en las latitudes centrales o meridionales. En efecto, los relieves porfiríticos están allí ocultos por grandes emisiones de lavas dacíticas, las cuales han formado un relleno de gran espesor. Los perfiles de la Fig. 2, tomados de la obra de Brüggen, dan una idea clara de la estructura de la cordillera en el norte y hacen suponer fácilmente los rasgos que en ella dominan. En efecto, el relleno volcánico moderno genera grandes planicies, planos inclinados de lavas interestratificadas, con sus tobas, areniscas y conglomerados, que las aguas corrientes han cortado profundamente, poniendo al descubierto, en el fondo de los cañones, las rocas de la formación porfirítica. Las partes más eminentes del relieve, formadas por ésta, sobresalen algunas veces del anegamiento de lavas terciarias en forma de cordones que logran prolongarse hasta constituir rasgos definidos de la orografía. Estos cordones son más importantes en la provincia de Tarapacá, donde logran constituir serranías dentro del sistema andino: la Sierra de Huaylillas y el macizo de Yabricolla son las más conocidas.

En la Cordillera de los Andes, pues, es posible distinguir dos partes: una exterior, a veces formada por serranías, otras simplemente por un plano inclinado, y otra tabuliforme y dilatada, con relieves volcánicos sobreimpuestos, que en Tarapacá se designa con el nombre de Altiplano y en Antofagasta con el de Puna.

En el Altiplano o Puna, el rasgo orográfico más importante lo dan las ordenaciones de conos volcánicos. En general, sobre el altiplano de liparitas y dacitas se han formado inmensos conos, que elevan sus cumbres a menudo por encima de los 6.000 m. La altura relativa de estos conos es muy variable, pero entre ellos se cuentan algunos de imponente masa y formas elegantes. Los más hermosos son los de Pallachata, en Arica, y el Licancabur, frente al Salar de Atacama.

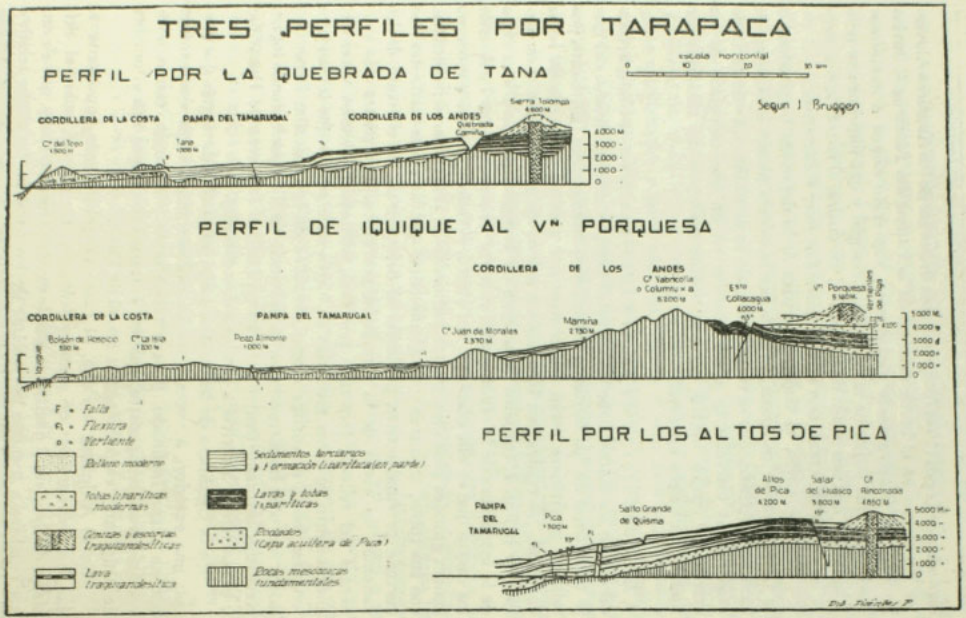


FIG. 2.—Tres perfiles por Tarapacá (según Brüggen).

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

Los primeros alcanzan a los 6.330 m. y el segundo asciende a 6.000 m. Muchos de estos volcanes contienen importantes yacimientos de azufre.

Los que alcanzan, sin embargo, mayor altitud los encontramos más al sur; entre ellos se cuentan el Llullaillaco, con 6.710 m. s. m., y el grupo del Ojos del Salado, una de cuyas cumbres logra tener 6.880 m. y es, en consecuencia, el cerro más elevado de Chile.

Varios de estos volcanes son activos. El que se ha demostrado con actividad más viva es el Lascar, que periódicamente tiene paroxismos. En fase de fumarolas muy a menudo se encuentran los volcanes de San Pedro y Pablo, en el departamento del Loa.

Fuera de los relieves formados por los conos volcánicos, los cuales algunas veces se presentan aislados y otras en agrupaciones, contribuyen a dar relieve al Altiplano las corrientes de lava, que a veces son de gran espesor.

En la provincia de Antofagasta, antepuesta a la Cordillera de los Andes, se observan relieves que corresponden a serranías formadas por sedimentos mesozoicos plegados. Víctor M. López (1944) ha propuesto el nombre de Precordillera para ellos. La Precordillera aparece claramente independizada de la cordillera principal por el valle del Loa, al norte de Calama, y por grandes depresiones tectónicas hacia el sur. Este autor dice: «La rama septentrional corre casi recta hacia el norte de Calama y se une a la alta cordillera en los Altos de Pica y Cerros de Yabricolla. De allí hacia el norte no puede separarse de la alta cordillera, y forma su cadena frontal por el oeste. La segunda rama de este amplio «echelon» comienza en Aiquina, al este de Calama, y corre en una dirección suroeste. La parte norte de esta rama la forman los cerros de Aiquina, Tuina, Limón Verde y Purilactis; desde Purilactis hacia el sur..., la Precordillera se conoce con el nombre de Cordillera Domeyko». Al parecer, mientras el ramal del norte está formado por intrusiones batolíticas de grandes dimensiones, el del sur está formado principalmente por sedimentos mesozoicos plegados. Sobre la Cordillera Domeyko dice: «La vertiente occidental de la Cordillera Domeyko es típica para todas las pendientes montañosas de la pampa. La superficie suavemente ondulada de la montaña desciende hacia la pampa, en donde aparece sepultada por abanicos organizados al pie de la serranía. La pendiente es cóncava, haciéndose más fuerte hacia la base de la montaña, hasta que alcanza una gradiente mayor que la inclinación máxima de los abanicos aluviales».

5. Cuencas intercordilleranas.—Encerradas en la cordillera andina propiamente tal, o entre ésta y la Precordillera, existen depresiones de carácter tectónico, que debemos considerar como enti-

dades estructurales independientes, puesto que agregan formas peculiares a la región. Las más conocidas de estas depresiones las forman las cuencas de Calama y del Salar de Atacama.

Ambas tienen origen tectónico. Los materiales que forman su fondo están constituídos por sedimentos de precipitación química, entre los cuales se intercalan importantes capas de kieselgur. Hacia el este, estos materiales aparecen cubiertos por material detrítico.

La cuenca del Salar de Atacama está ocupada por el más grande de los salares del norte y por liparitas, particularmente tobas. Su borde occidental está marcado por fallas muy frescas.

En el interior de la cordillera existen también depresiones de esta naturaleza.

II. *El Norte Chico*

Al sur de Chañaral, la estructura del país cambia. El relieve organizado en tres fajas longitudinales, que era perfectamente reconocible en el sector anterior, a lo largo de más de 1.000 kms., poco a poco se estompa, y surge un paisaje un poco confuso, en lo que se refiere a sus rasgos orográficos, y en el cual no es posible ya hablar de Cordillera de la Costa y Valle Longitudinal. De vez en cuando, una porción deprimida central nos dice que los movimientos tectónicos que originaron la depresión intermedia no han dejado de actuar, pero ellos no han tenido ni la continuidad ni el valor necesarios para dar rasgos que permitan reconocer una disposición longitudinal del relieve. Al contrario, es la erosión de los ríos la que ha determinado la orientación de los relieves y, en consecuencia, se puede hablar perfectamente de valles transversales; ellos constituyen el rasgo dominante de la región. De este modo, el trazado de la red hidrográfica es lo que da, en gran parte, la comprensión del relieve, en tanto que más al sur el trazado de las cordilleras es independiente con respecto al de los ríos.

Los movimientos de ascenso que ha experimentado el país durante el cuaternario, por otra parte, han contribuído poderosamente a dar rasgos del modelado. Las planicies de abrasión marina alcanzan gran desarrollo en las regiones vueltas hacia el mar y penetran mucho hacia el interior, de tal manera que forman una faja, hasta de 40 kms. de ancho, con relieves francamente tabuliformes.

Ellas tienen tanta importancia, que debe considerárselas como uno de los rasgos esenciales del relieve en esta parte.

Sintetizando, pudiera decirse que en esta parte del país pueden reconocerse dos entidades fisiográficas: una montañosa interna, cortada transversalmente por numerosos valles de erosión que le dan pers-

pectiva, y otra, costera, formada por grandes planicies de abrasión marina, que remontan paulatinamente hacia el interior y que han sido más o menos disectadas por la erosión de las quebradas y de los ríos.

1. El sector de Copiapó.—Las planicies de abrasión marina empiezan a desarrollarse al sur de Punta Achurra, en donde, siguiendo el valle del río Salado, ya penetran bastante hacia el interior. En los alrededores de Caldera están mejor desarrolladas y marcan con relieves tabuliformes toda la Cordillera de la Costa hasta Piedra Colgada, al interior del valle de Copiapó. En Carrizalillo penetran tan profundamente, que el cerro Cristales presenta una terraza de abrasión marina en las cercanías de su cumbre, cuarenta kilómetros al interior de la costa (véase J. Brüggen, 1929).

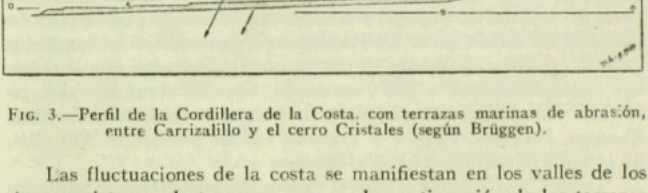


FIG. 3.—Perfil de la Cordillera de la Costa, con terrazas marinas de abrasión, entre Carrizalillo y el cerro Cristales (según Brüggen).

Las fluctuaciones de la costa se manifiestan en los valles de los ríos por sistemas de terrazas, que son la continuación de las terrazas marinas al interior.

En la montaña, el relieve anterior a los levantamientos del plioceno parece haber sido un paisaje senil, en el cual dominaban formas redondeadas. Por eso, cada vez que los cordones transversales ganan las alturas, presentan un paisaje de formas amplias y redondeadas.

Otro rasgo importante y sui generis de este sector lo constituye el escaso volcanismo del terciario y del cuaternario. Parece que los últimos volcanes son los que se encuentran al interior de Copiapó. De allí hasta llegar al Tupungato, en la cordillera andina de Santiago, no se conoce hasta la fecha ninguna estructura volcánica, con la única excepción de una manifestación al interior de La Serena.

La Cordillera de los Andes, en todo este sector, mantiene alturas considerables. Comienza con el grupo de grandes cerros que, orientados de este a oeste, son el San Francisco (6.020 m.), el Incahuasi (6.620), el Fraile (5.980), el Sin Nombre (5.990), el Ojos del Salado (6.880) y el Tres Cruces (6.620). De esta cordillera tan maciza se desprende una

faja de relieves que, deprimiéndose paulatinamente hacia el oeste, alcanzan hasta el mar sin interrumpirse.

El borde de esta serranía ha sufrido la acción de la abrasión marina, pero ella ha dado origen a terrazas de débil amplitud. Es al sur de la punta Cabeza de Vaca, en donde ellas tienen ocasión para desarrollarse en buenas condiciones.

Al sur de esta faja montuosa se abre el valle del río Copiapó. En la alta cordillera se trata de un valle estrecho, que empieza a mostrar un aluvionamiento importante a partir de La Junta (1.200 m.). Nace de un grupo de relieves bien organizados, con alturas que fluctúan entre 5.500 m. y 6.000 m. Lo forman el río Manflas, que viene del sur; el Pulido, del este; y el Jorquera, del norte. Este último congrega las aguas del cerro Copiapó y del Nevado Jotabeche. Hasta Potrero Seco, el valle es estrecho y presenta un fondo plano, desarrollado débilmente (2 kms.). Si se remontan las vertientes abruptas, se sale en esta localidad a un amplio bolsón con relleno fluvial, que ha sido completamente disectado por el río: es el llano de El Molle, por donde iba antiguamente el ferrocarril a Chañarcillo. Este bolsón se continúa al norte del tajo del río Copiapó y termina con formas de piedmont en las serranías del cerro Checo. De Potrero Seco, aguas abajo, en cambio, el valle se presenta aterrazado en tres terrazas principales, que se observan sistemáticamente a uno y otro lado. Grandes abras laterales, recorridas por tributarios, empiezan a observarse desde allí. Cerrillos, Nantoco, Pabellón, Paipote y Travesía son las principales. Por ellas, las terrazas se continúan hacia el interior.

Desde Copiapó hacia el mar, el valle no presenta terrazas solidarias del río. Este hecho hay que explicarlo, recordando que el mar ha penetrado hasta muy cerca de la ciudad de Copiapó, de manera que las terrazas en el valle están suplantadas por terrazas de abrasión marina, que se independizan del actual curso del río.

A partir del Cerro del Potro (5.830) hacia el sur, la cadena divisoria conserva sensiblemente su altura. En efecto, el Cerro del Toro alcanza aún los 6.380 m., pero ésta es una altura excepcional.

Los rasgos del relieve transversal están aquí condicionados por la dirección del valle del río Copiapó (Manflas), el cual deja al oeste un grupo de serranías orientadas sensiblemente de norte a sur. Una de ellas es la que contiene el cerro Chañarcillo, que culmina a los 1.877 m. Al poniente de esta parte de la cordillera, el paisaje se abre y ofrece perspectivas más amplias, hasta dar lugar a una depresión orientada longitudinalmente.

En efecto, el rasgo original de esta parte del país es la existencia de una depresión que recuerda el Valle Longitudinal. Ella se extiende estrictamente entre el Portezuelo Atacama y Vallenar, pero como, al

tramontar el primero, se desarrolla la Travesía, que corresponde a un tributario del río Copiapó, da la impresión de ser continuada entre los valles del Huasco y del río que se acaba de mencionar. La regularidad de su forma se advierte en las siguientes cifras, que corresponden a las estaciones del ferrocarril.

Toledo	290 m.	Punta de Díaz.....	450 m.
Portezuelo Atacama ...	540 »	Algarrobal	459 »
Barros Luco	439 »	Chacritas	633 »
Castilla	331 »		

La última altura corresponde al nivel general de la planicie, junto al valle del Huasco. De allí se baja bruscamente a las primeras terrazas del río, hasta llegar a Vallenar, que queda a 350 m. s. m.

La Cordillera de la Costa—en esta parte se puede hablar de ella—se presenta como un sistema muy fuertemente despedazado por la acción de las quebradas intermitentes y nivelada por la acción del mar, que ha penetrado 40 kms. al interior, aterrazando los cerros.

Al sur del valle del Huasco vuelve a aparecer esta forma. El Llano del Pajonal y la cuenca de Domeyko corresponden posiblemente a este mismo Valle Longitudinal incipiente que se observa entre Huasco y Copiapó. En lo restante, el paísaje es confuso, con relieves ingentes y con valles que cortan muy profundamente ese relieve sobreelevado.

2. El sector de Huasco.—El valle del Huasco es amplio y ha sido fuertemente aterrazado. Estas terrazas, a la inversa de lo que sucedía en el de Copiapó, alcanzan gran desarrollo y son cultivadas en casi toda su extensión, pues el mayor caudal del río permite captar aguas para regar superficies considerables. Frente a la ciudad de Vallenar, el valle del río, con sus terrazas, presenta un ancho no inferior a los 20 kms. Esta sola cifra da una idea de la importancia que tiene para el Norte Chico el ingente aterrazamiento de los ríos, a expensas de los movimientos de la costa.

Al sur del valle del Huasco, la alta cordillera parece organizar sus relieves ciñéndose a la dirección de las aguas corrientes. En este sentido, es el valle del río El Carmen el que juega un papel maestro. Al oeste de él se desarrollan las sierras de la Punilla y del Cóndor, ambas con cumbres superiores a los 4.000 m. y orientadas con una dirección general SE - NW. Se desprenden como una línea de relieve continuada del macizo de Doña Ana, que, con sus 5.690 m., es el núcleo dominante en esta parte de la cordillera. Es solamente mucho más hacia el sur, cuando el cerro de las Tórtolas sobrepasa holgadamente los 6.000 m.

El ferrocarril longitudinal, en su viaje hacia el sur, prefiere ahora las formas creadas por el agua corriente. Sigue primero la quebrada de Romero, y por la del Pajonal cae a la de los Choros, sistema de drenaje transversal que se ubica a medio camino entre los ríos Huasco y Elqui. Las alturas que alcanza sucesivamente el riel son las siguientes:

Vallenar	350 m.	Chañar	1.125 m.
Romero	621 »	Incahuasi	776 »
Vizcachitas	1.046 »	Punta Colorada	396 »
Domeyko	778 »		

Más hacia el sur se ciñe a las quebradas de Chañar y de Gualcuna. Como las alturas a que sucesivamente se coloca el ferrocarril, tienen importancia para juzgar de la altura de los cordones en la parte central de Chile, damos a continuación nuevamente la lista de algunas estaciones, hasta La Serena. Para bajar a esta última ciudad, sigue las quebradas de Potrerillos y Santa Gracia.

Punta Colorada	396 m.	Agua Grande	460 m.
Quebrada Grande	750 »	Lambert	204 »
Pzlo. Gualcuna	1.118 »	La Serena	20 »
Almirante Latorre	912 »		

Los relieves que se desarrollan hacia el oeste de la línea férrea presentan terrazas litoráneas desarrolladas de un modo grandioso. El perfil de la fig. 3, tomado de la obra de Brüggen, nos da una idea del valor que tienen como elemento del paisaje. En la medida en que penetran hacia el interior del país, ganan en altura, y en el cerro Cristales trepan casi a los 1.500 m. Por otra parte, la acción de sedimentación que han debido desarrollar los ríos en las quebradas, ha creado un aluvionamiento muy fuerte, que, con sus fondos planos, contribuyen notablemente a aumentar las planicies en esta parte de Chile. Ellas pierden importancia, sin embargo, al sur de Cruz Grande.

3. El sector de La Serena.—El valle del río Elqui, que se desarrolla inmediatamente hacia el sur, ha procurado al mar un amplio camino por donde penetrar al interior, ampliando las formas de los valles con su acción abrasiva y depositando sus sedimentos en un amplio golfo del cuaternario. Consecuencialmente, los ríos han depositado ingentes cantidades de sedimentos, aterrazando el fondo de los valles.

Las terrazas concordantes del mar y de los ríos se disponen conforme a tres niveles principales, de las cuales la más alta es la terraza

principal. Gracias a esta penetración del mar, aún quebradas de modesta longitud presentan fondos planos bien desarrollados. No todas estas formas planas alcanzan a ser regadas con el agua disponible, pero debido a ellas, la superficie de cultivos aumenta considerablemente en este valle. Los puntos más altos a que alcanzó el mar hacia el interior, según Brüggen (1929), se encuentra a 165 m. sobre el nivel actual, y hasta allí alcanzan los depósitos de conchas marinas.

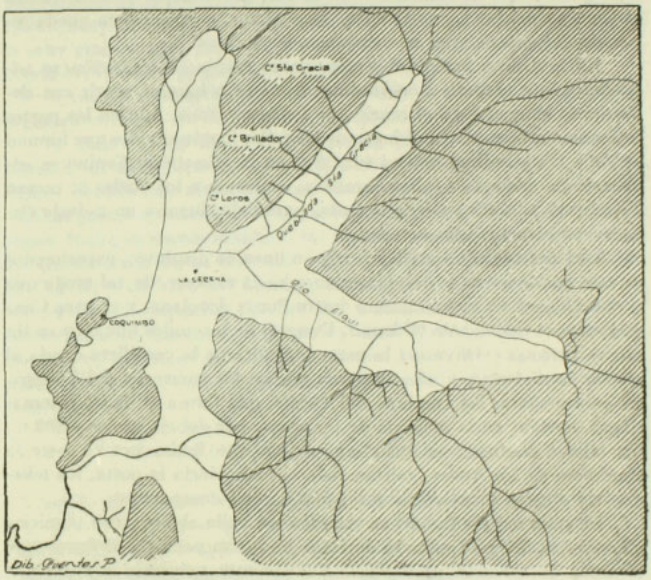


FIG. 4.—Terrazas marinas en La Serena (según Brüggen).
La parte hachurada corresponde a las rocas fundamentales; la dejada en blanco, a las terrazas.

Según ese mismo autor, los niveles de las terrazas en la parte externa serían los siguientes:

1.	Terraza principal.....	110 m.
2.	Terraza muy estrecha.....	96 »
3.	Terraza un poco más ancha.....	36 »
4.	Terraza estrecha	21 »

4. El sector austral.—Antes de alcanzar el fin de la parte que estamos estudiando, se desarrollan todavía sistemas fluviales de primera magnitud, orientados trasversalmente.

Debido a que las precipitaciones aumentan considerablemente con la progresión hacia el sur, los sistemas fluviales son ahora más frecuentes. Entre el Copiapó y el Huasco era necesario recorrer 145 kms. en línea recta; entre este último y el Elqui, 160. Ahora sólo 60 kms. separan al Elqui del Limarí, 90 al Limarí del Choapa, y otros tantos al Choapa del La Ligua-Petorca. Más al sur, el Aconcagua queda separado del anterior por una distancia de 60 kms.

En la última parte del sector, claros rasgos de transición se advierten ya, y el Valle Longitudinal empieza a hacerse sentir con depresiones alargadas en el sentido de los meridianos. Aún en las partes eminentes se hace sentir el juego de las fallas longitudinales que forman el Valle Longitudinal más al sur. Así, en la Cuesta de Espino se advierten dos planos de fallas paralelos, conforme a los cuales se cortan los relieves andinos y los de la costa, para dejar lugar a un paisaje elevado con características seniles.

La Cordillera de los Andes, con su línea de displuvio, experimenta en este sector un claro desplazamiento hacia el oeste, de tal modo que el país alcanza su ancho mínimo (entre Punta Amolanas y el paso Casa de Piedra se miden sólo 90 kms.). Después de los nudos que forman los cerros Tórtolas y Olivares, la parte más alta de la cordillera queda al este de la divisoria, y sólo vuelve a ella en las nacientes del Choapa. De esta manera, las cumbres del cordón que forma el límite internacional quedan, en la mayoría de los casos, por debajo de los 4.500 m. Un relieve confuso, con un claro escalón que limita por el oeste la Cordillera de los Andes, rellena todo el país. Hacia la costa, los relieves con alturas superiores a los 1.500 m. casi desaparecen.

El valle del río Limarí es también un valle abierto, con planicies aterrazadas. El gran número de éstas ha hecho pensar a Brüggen que se trata de terrazas protegidas. Nuevamente volvemos a encontrar aquí un aluvionamiento importante, gracias al cual extensas planicies quedan bajo riego y son susceptibles de cultivarse.

Las serranías que separan al Limarí del Choapa presentan un carácter muy semejante a las que acabamos de estudiar. El ferrocarril aprovecha las partes más deprimidas de los cordones transversales. La Cuesta de Espino, con sus 1.411 m. de altitud, da una idea del valor de estas serranías. Los relieves se deprimen hacia el sur, y en la Cuesta de las Palmas, entre el Choapa y el La Ligua-Petorca, el túnel tiene una altitud de sólo 1.012 m. En esta parte, las quebradas son profundas, con aspecto de cañón.

Hacia la región vecina a la costa, conviene poner en relieve la

existencia de quebradas de modesto desarrollo longitudinal, pero que, gracias a los movimientos de la costa, han tenido ocasión para rellenar su fondo con grandes cantidades de aluviones y que presentan, en consecuencia, formas amplias, que empalman con las planicies litorales. Las de Casuto, de Quilimarí y de Los Molles son buenos ejemplos.

Por su parte, las terrazas litorales pierden mucho de su importancia entre Tongoy y Puerto Obscuro. Ellas se remontan en altura, y el aspecto de la costa es abrupto y accidentado. Al sur de ese punto, tienen nuevamente dimensiones apreciables. En general, su ancho no es muy grande, pero penetran profundamente al interior por los sitios donde los ríos han preparado el camino al mar.

El cordón transversal que separa al valle de La Ligua del de Aconcagua es estrecho, sin desarrollo montañoso notable.

El valle del río Aconcagua presenta formas completamente distintas a los anteriores. Las terrazas casi no tienen desarrollo, y el río parece encontrarse mejor en una fase de sedimentación activa. En muchas partes corre casi directamente en superficie, formando amplias vegas. Hacia su desembocadura, las terrazas marinas se manifiestan en un nivelamiento de las serranías bajas que forman los cerros de fondo en Concón y en Viña del Mar; no engranan, en consecuencia, con los niveles de sedimentación del río. Por otra parte, el valle es relativamente estrecho. La abundancia de las aguas y condiciones particulares de abrigo y orientación de ciertos sectores, hacen que sus campos sean particularmente fértiles y que se hayan podido desarrollar cultivos subtropicales.

III. *El Núcleo Central*

El cordón de Chacabuco es el último representante de gran desarrollo del sistema de relieve que estudiamos en las páginas anteriores. El Valle Longitudinal empieza inmediatamente más al sur y se desarrolla con sólo dos pequeñas interrupciones y con una topografía sensiblemente semejante hasta cerca del Bío-Bío. En él dominan los acarreos glaciales y fluviales. Mientras los primeros se desarrollan en superficie, en sectores localizados, los segundos son los que dominan y los que generan una planicie de relleno fluvial. En la parte norte, la topografía de conos de deyección adosados al pie andino tiene importancia, pero más al sur ellos se estompan por la gran amplitud del valle y por la frescura de los depósitos glaciales y lacustres.

Por otra parte, la Cordillera de los Andes, que había continuado presentando sus cumbres más imponentes al este de la divisoria, penetra con ellas a la cordillera de Santiago. Esta vez, sin embargo, son relieves volcánicos que sobreponen sus estructuras en las cumbres de la mon-

taña. Ellas van por el corazón de la cordillera en el primer tramo, de tal modo que no son visibles desde el valle. En Talca (grupo de los Descabezados) emigran a la parte externa de la cadena y aparecen dominando el paisaje del Valle Longitudinal con sus altos conos.

La Cordillera de la Costa presenta también modificaciones de entidad en la medida que se avanza hacia el sur. En el extremo norte se levanta a alturas impresionantes (cerros Campana, Roble, Cantillana, etc.). Más al sur se deprime, y es como un sistema sencillo—un cordón de cumbres sobresalientes y grandes planicies exteriores—como continúa hacia el sur, descendiendo paulatinamente en altura. En la provincia de Concepción aparece como un paisaje de colinas de gran amplitud y de dorsos poco sobresalientes. Si se descuentan los valles de los ríos de procedencia andina y se estima el relieve local por las desigualdades generadas por la erosión de los cursos propios, se advierte que sus desniveles no sobrepasan los 300 m.

El conjunto de los rasgos reseñados anteriormente confiere cierta unidad al sector que empezamos a considerar ahora. Estos caracteres cambian a partir del Laja. La transición, naturalmente, es lenta.

Las planicies litoráneas en todo este sector varían mucho en su importancia geomorfológica. En el norte, inmediatamente al sur de Valparaíso, están tan altas que parecieran ausentes. El tronco topográfico que se advierte en Placilla y en El Alto del Puerto, sin embargo, corresponde a una planicie de abrasión marina muy vieja, fuertemente disectada por la erosión. Desde Valparaíso hasta Algarrobo, las planicies bajan paulatinamente, hasta colocarse a 50 y 100 m. sobre el nivel del mar en sus dos niveles más notorios. De allí hacia el sur ellas forman una faja antepuesta al litoral, de gran importancia económica. De este modo, esta parte del país aparece compuesta de cuatro entidades de relieve: Cordillera de los Andes, Valle Longitudinal Cordillera de la Costa y planicies litoráneas, a las cuales más al sur se agrega una quinta: la Montaña.

1. Cordillera de los Andes.—Las características del modelado de esta parte de la cadena andina están determinadas por dos hechos sobresalientes: primero, un estado de evolución avanzado del relieve que se consiguió a fines del terciario, antes del solevantamiento definitivo de la cadena; y segundo, una fuerte erosión posterior, debido a los hielos y a las aguas corrientes que han disectado enérgicamente la forma anterior. Esta erosión, que se prosigue hasta nuestros días, ha labrado profundos valles, generalmente estrechos y de vertientes muy abruptas; ellos son los que le dan a la montaña un aspecto alpino. En muchas partes, sin embargo, aún en las regiones limítrofes, es posible advertir el tronco peneplanizado que constituía la cordillera hacia

fines del terciario. Estos relieves suaves de altura tienen importancia económica, porque en ellas es donde se establecen las «veranadas», es decir, los pastizales adonde concurre el ganado durante el estío. En las pendientes vecinas al Valle Longitudinal, estos mismos relieves, cubiertos por bosques, originan las «invernadas», en donde los vacunos de los fundos cordilleranos permanecen durante los meses de la estación fría.

Esta peneplanización más o menos avanzada de la cordillera se ve reforzada en algunas partes por la circunstancia de que en el terciario medio y superior, se ha mantenido un volcanismo efusivo muy intenso, ocasionando rellenos volcánicos que, sin generalizarse como en el norte extremo, contribuyen a reforzar las planicies de altura.

Por el norte comienza la cordillera con cumbres muy importantes. Algunas corresponden ya a volcanes cuaternarios, otras a complicaciones tectónicas. Entre las primeras cabe mencionar el Tupungato (6.650 m.), el San José (5.830 m.) y el Maipo (5.290 m.); entre las segundas, el Nevado del Plomo (6.050 m.), el Polleras (5.960 m.), el Piuquenes (6.000) y el Marmolejo (6.100 m.). A los 34° 20′, una brusca inflección del límite hacia el oeste hace que ésta abandone la línea de relieves conspicuos, y el cordón divisorio sigue hacia el sur con alturas que no sobrepasan los 4.500 m. Hacia los 35° lat. S., dos cerros pasan los 4.000 m.: el Tinguiririca (4.300 m.) y el Peteroa (4.090 m.).

Como los volcanes generalmente se organizan en líneas, sucede que las alturas principales coinciden siempre con líneas de volcanismo ingente. Una de ellas la forman el Descabezado Grande (3.830 m.), el Cerro Azul (3.810 m.), el Las Yeguas y el Longaví (3.210). Ella queda al interior de la cordillera, pero es perfectamente visible, puesto que forma el relieve conspicuo frontal. En el límite, una cúpula volcánica, El Campanario, llega a los 4.000.

Conservando estos rasgos esenciales, la cordillera se deprime hacia el sur, y las alturas oscilan entre los 2.000 y los 3.000 m. Los Nevados de Chillán continúan la línea externa de volcanismo y son los únicos que sobrepasan los 3.000 m.

2. El Valle Central.—Proponemos designar con el nombre de Valle Central a la porción del Valle Longitudinal que corresponde a esta región. Es aquí donde el establecimiento del hombre europeo se hizo más temprano y en donde una forma orográfica reúne una serie de excelsitudes que han hecho de ella el núcleo de la nacionalidad. Esta porción se extiende entre el cordón de Chacabuco y el río Bío-Bío. Más al sur, modificaciones importantes en la morfología de la depresión hacen necesario diferenciarla.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA



FIG. 5.—Croquis de la cuenca de Santiago (según Brüggen).

Al principio, el Valle Central aparece disuelto en cuencas, como si la estructura en cordones transversales que estudiamos en páginas anteriores, lograra penetrar a esta parte del país. La primera de ellas es la de Santiago, que casi se cierra por el sur por un cordón transversal continuado, el cual se ve interrumpido sólo por el débil valle del estero de Angostura, que trae aguas de la cuenca de Rancagua. La cuenca mide unos 100 kms. de norte a sur y tiene un ancho medio de 35 kms. Las fallas que le dieron origen se reconocen fácilmente. Ella emite una digitación hacia la costa, siguiendo el curso del río Maipo, de tal manera que puede reconocerse bien hasta El Monte.

El fondo de la cuenca ha sido rellenado por sedimentos glaciales, que, cuando se conservan en superficie, forman paisajes de morrenas, y por el aluvionamiento posterior de los ríos Maipo y Mapocho. El primero de éstos cubre casi toda su extensión con un inmenso y perfecto cono de rodados, que no termina sino a los pies de la Cordillera de la Costa. El cono del Mapocho es más modesto, pero puede reconocerse en el trazado de las curvas de nivel. (Fig. N.° 5).

Al norte de Santiago, la cuenca muestra caracteres morfológicos distintos. Debido a que no existe ningún río importante que depositara sus aluviones, la superficie de la planicie ha quedado por debajo de los conos de deyección mencionados, dificultando el drenaje de las aguas. Un cordón sumergido, desprendido de la Cordillera de los Andes y cuyas cumbres aparecen en Renca y en el Cerro Navia, entraba el drenaje profundo. De este modo, la parte mencionada presenta una fuerte salinidad de los suelos, puesto que el agua sólo escapa por evaporación, precipitando sus sales en la superficie. En la parte más deprimida, se desarrolla la Laguna de Batuco, en parte desaguada, a sólo 481 m. s. m.

A causa de su morfología, la cuenca de Santiago presenta alturas variables, a pesar de dar la impresión de una planicie horizontal. Los puntos eminentes se encuentran en los sitios en que los ríos abandonan la Cordillera de los Andes, para penetrar en ella (Apoquindo y Puente Alto, 700 m.). De allí el terreno de deprime en todas direcciones, hasta presentar su altura mínima en el sur extremo (Hospital, 384 m.) y en la Cordillera de la Costa (Talagante, 343 m.). En su borde oriental presenta un hermoso piedmont, que sube hasta los 820 m.

Fuera de las formas generales de los conoides, la planicie no presenta accidentes. Cuando las morrenas emergen a la superficie, se observan paisajes de suaves lomajes, como en Cerrillos, Maipú, Barrancas. Existen en ella, sin embargo, un buen número de cerros que se levantan del fondo en forma de cerros-islas y que corresponden a las cumbres de los cordones sumergidos bajo el aluvionamiento: el Cerro de Renca, el Santa Lucía, el Chena, el Cerro Los Morros, el Cerro Hijuelas y el de Lo Herrera, son los principales. Dos ramales despren-

didos de la cordillera en sentido opuesto, el de San Cristóbal y el de Pirque, individualizan porciones de ellas en su margen oriental.

Al sur de la cuenca de Santiago, todavía subsiste la estructura, y entre las angosturas de Paine y de Pelequén, en donde un nuevo cordón transversal amenaza cortar el valle, se observa otra cuenca sensiblemente semejante a la anterior: la de Rancagua.

Aquí han sido los ríos Cachapoal y Claro los que han actuado como agentes de relleno. La estructura en conos de deyección del fondo de la planicie todavía se advierte claramente, y como en el caso anterior, algunos cerros-islas se levantan de su fondo. Una prolongación hacia el oeste, que penetra hasta Peumo, concluye de establecer el paralelismo en los fenómenos que la originaron.

Es solamente al sur de Pelequén donde se abre ya definitivamente el Valle Longitudinal, y no vuelve a presentar estrechuras. En la parte septentrional se continúan observando algunos cerros-islas, pero en la latitud de Chillán ellos desaparecen casi completamente, para sólo reaparecer en la región de Los Angeles. Al parecer, en este último caso ya no se trata de porciones de los cordones sumergidos, sino de rocas volcánicas modernas, que han cruzado las pizarras metamórficas que forman el fondo.

En la primera parte, hasta Molina, el relleno fluvial es el principal agente para determinar las formas de la superficie. Las morrenas aparecen, sin embargo, al descubierto en la región de los Cerrillos de Teno. Al sur de Molina, la planicie aparece completamente transformada por un fuerte encajonamiento de los ríos, que cortan con sus valles capas horizontales. Hay brechas, arenas y arcillas, que corresponden, posiblemente, a depósitos de ventisquero en una antigua laguna.

Al sur de Talca se restituye el relleno fluvial. Más al sur aparecen nuevamente las capas horizontales, entre las cuales la ceniza de las erupciones volcánicas ha formado bancos duros de una toba que recibe el nombre de tosca, los que cruzan transversalmente el Valle Central, en forma de fajas.

Por otra parte, la anchura de la planicie, que era reducida en las partes con estructura de cuencas, se abre considerablemente, y en Talca casi llega a los 80 kms.; más al sur aumenta aún, de tal modo que en Chillán avecina los 100 kms.

Hacia el sur, el aspecto del valle empieza a cambiar. Primero son colinas con aspecto de morrenas que se observan más o menos a la altura del Itata, adosadas a la Cordillera de la Costa, las cuales articulan la superficie de la planicie. Después son los ríos los que cortan cajas más profundas. Cerros de dimensiones apreciables emergen nuevamente del fondo del valle. Estos rasgos empiezan a observarse tan pronto se pasa el río Laja, pero adquieren pleno desarrollo al sur del Bío-Bío.

Las únicas planicies lisas las forman los ríos con un relleno encajado en viejos acarreos que forman las partes eminentes del paisaje. Pueden reconocerse, pues, en esta parte, dos acarreos: uno viejo, fuertemente disectado por la erosión posterior, y otro moderno, que se observa en las cajas de los ríos actuales. (Véase Muñoz Cristi, 1933). Estos corresponden a dos ciclos de sedimentación, separados por un claro levantamiento del país: el primero puede calificarse de glaci-fluvial y el segundo, de fluvial puro.

3. La Montaña.—Desde Curicó hacia el sur, esporádicamente, y desde Linares como un rasgo continuado, se encuentra al oriente del Valle Longitudinal, una faja de relieves poco conspicuos que se anteponen a los relieves andinos, constituyendo un palio montañoso bien diferenciado. Los relieves aquí, en los puntos más eminentes, sólo sobrepasan los 1.000 m. s. m., en casos muy contados; lo corriente es que estas alturas den un nivel general de unos 400 a 500 m., bastante articulado, con accidentes de modesta entidad, algunas veces mamilares, otras con tendencia a presentar crestas. De vez en cuando se pueden observar cordones más continuados, que se singularizan en el conjunto y que se desarrollan más o menos en el sentido longitudinal.

A pesar de lo dicho anteriormente, dominan allí los relieves con tendencia a la planización.

Estos rasgos morfológicos se ven acentuados por algunos petrográficos, que concluyen de poner de manifiesto que no se trata, en absoluto, de relieves pertenecientes a la Cordillera de los Andes, sino que constituyen una entidad, geológica y morfológicamente, distinta del sistema andino. En efecto, los materiales dominantes son morrenas, depósitos lacustres y glacilacustres, acarreos fluviales, etc. Estos últimos casi siempre se encuentran contenidos por cordones morrénicos dispuestos en guirnaldas, los cuales se apoyan, aquí o allá, sobre algunos relieves porfiríticos, morfológicamente independientes del relieve andino, y que constituyen los cordones con desarrollo longitudinal de que hablamos anteriormente. Estos cordones han constituído una suerte de cerros-islas, antes del depósito de los materiales glaciales.

En la región de Parral, San Carlos y Chillán, esta entidad orográfica es perfectamente diferenciada por los habitantes, quienes la designan con el nombre de «La Montaña», atendiendo principalmente al hecho de encontrarse cubierta por el bosque. Creemos que el término puede conservarse, porque designa a un cuerpo orográfico bien diferenciado.

Esta formación, que en la parte norte tiene un ancho modesto, gana paulatinamente en amplitud, en la medida en que se avanza hacia

el sur, a expensas del Valle Longitudinal propiamente dicho, que se hace cada vez más estrecho. Al sur de los Angeles, cubre ya casi todo el Valle Longitudinal, y queda como único resto de él la angosta depresión del río Vergara, por donde corre el ferrocarril que va a Angol y Los Sauces.

4. La Cordillera de la Costa y las planicies litoráneas.—La Cordillera de la Costa presenta en las provincias de Valparaíso y de Santiago formas andinas. Numerosas cumbres sobrepasan los 2.000 m. (El Roble, 2.222 m.; Vizcachas, 2.220; Amarillo, 2.230) y numerosas los avecinan (La Campana, 1.812 m.; Chapa, 1.980; Mauco, 1.833). Pero ya frente a la ciudad de Santiago la cordillera se deprime momentáneamente, de tal modo que las serranías que flanquean el Maipo no alcanzan sino excepcionalmente los 1.000 m. Al sur de este río, la Cordillera de la Costa presenta alturas considerables por última vez, y alcanza los 2.318 m. en el cerro Cantillana. En esta parte tiene valles muy profundos, de tal manera que el relieve local es superior a los 800 m., contribuyendo este rasgo a dar la impresión de una genuina montaña.

Hay que recordar que ya en esta parte se hace notar con toda claridad un rasgo común para toda ella y que sólo en las provincias de Valdivia y Llanquihue tiende a estomparse: el que las cumbres más importantes queden adosadas al Valle Longitudinal, en tanto que hacia el mar ellasse deprimen y aún desaparecen. De este modo, la cordillera aparece como una montaña disimétrica. Esta disimetría general se ve exagerada por el desarrollo que alcanzan las planicies litorales, las que ofrecen paisajes amplios, de grandes perspectivas, disectados por los cursos de las quebradas. Son, pues, típicas planicies disectadas.

En la provincia de Santiago, las terrazas de abrasión marina alcanzan un ancho medio de 7 a 8 kms. Más al sur ellas se han desarrollado mucho más, debido a la blandura de los sedimentos del terciario, que alcanzan mucho desarrollo entre Bucalemu y Topocalma. Su ancho medio no es inferior a los 30 kms.

Al sur del Rapel, la Cordillera de la Costa se deprime tan notablemente que en ninguna parte alcanza los 1.000 m. de altitud. Los relieves más importantes continúan presentándose en su margen interior. El relieve local, sin embargo, es siempre bastante fuerte, porque en la medida en que se avanza hacia el sur, ha ido descendiendo paulatinamente el nivel del Valle Central, de tal modo que sobre el cono de deyección del Tinguiririca se miden 331 m. Los valles que cortan la Cordillera de la Costa están más deprimidos aún, y en Palmilla apenas se miden 166 m. s. m. Al sur del Tinguiririca, la cordillera baja todavía. Las partes cuspidales de la montaña se presentan como suaves on-

dulaciones, dorsos poco prominentes, dando más la impresión de una planicie ondulada que de una montaña. Estas características pueden reconocerse hasta el Maule.

Un rasgo que no es posible descuidar, es la existencia de grandes quebradas, que, teniendo sus orígenes en la misma cordillera, han labrado con sus aguas anchos valles, en los cuales el aluvionamiento ha creado fondos planos, amplios y viejos, de tal modo que presentan suelos muy buenos. La quebrada de Casablanca en Valparaíso, la de Yali en O'Higgins y la de Nilahue en Colchagua son excelentes ejemplos.

Al sur del Maule, la cordillera sufre algunas modificaciones. En efecto, poco a poco empiezan a distinguirse dos cordones de relieves importantes, uno cerca del mar y el otro hacia el Valle Longitudinal. Entre ellos se presentan grandes cuencas intermontanas, que alcanzan mucho desarrollo y que juegan un papel en la economía. Ellas son las de Cauquenes y de Quirihue. Parecen tener origen tectónico. La existencia de un cordón continuado a una distancia media de unos 15 kms. del mar, hace que las planicies litoráneas, a pesar de presentarse claramente, no tengan gran desarrollo.

Al sur del Itata, la Cordillera de la Costa se deprime aún más. Mirada desde el Valle Central, siempre parece un rasgo decisivo del paisaje, pero cuando se trepa por el camino que une a Chillán con Concepción, se advierte luego que corresponde mejor a una meseta disectada, con una altura media no superior a los 500 m. Los cerros más importantes son el Cayumanque, que sobrepasa ligeramente los 700 m., y el Quilme, que no los alcanza.

IV. *La Frontera*

Una combinación distinta de los rasgos orográficos del país la encontramos inmediatamente al sur del Bío-Bío. Rasgos del relieve y características de la cubierta vegetal son factores que explican por qué los indios araucanos se mantuvieran independientes hasta 1883 en esta parte de Chile. En efecto, la Cordillera de la Costa de súbito cobra nuevos bríos, y con carácter de muro se alza por encima de los 1.000 m., continentalizando el clima de las regiones situadas más al este: es la Cordillera de Nahuelbuta. El Valle Longitudinal se transforma en una planicie fuertemente ondulada, con un relieve local que sobrepasa los 200 m. Toda ella queda notablemente más elevada que los últimos sectores del tramo anterior. Mientras Yumbel está a 148 m., Collipulli queda a 244 y Victoria a 351. Al principio, las ondulaciones se deben a la existencia de viejos materiales de acarreo, pero más al sur las rocas fundamentales aparecen desnudas en su superficie.

En realidad, al mirar esta parte de Chile sobre un mapa con adecuada expresión del relieve, se observa que el Valle Longitudinal, como gran entidad de relieve, se estrecha paulatinamente hacia el sur, hasta terminar con forma de bisel. Se le puede reconocer perfectamente con estos caracteres a lo largo del curso del río Vergara, hasta su nacimiento en la cuenca de Los Sauces. El resto está ocupado por relieves que corresponden a los relictos de un cono de deyección fósil—según Brüggen—, cuyos sedimentos han sido disectados poderosamente con posterioridad por los ríos actuales, al entrar en fase de erosión activa. Según Muñoz Cristi, el solevantamiento ha sido de 150 a 200 m., como se desprende de la posición de los mantos auríferos que se explotan en esta región y que representan, en consecuencia, «el nivel adecuado para producir una sedimentación relativamente tranquila y normal».

La Cordillera de Nahuelbuta se deprime luego notablemente hacia el sur. En Capitán Pastene, el ferrocarril logra pasarla sin subir a los 100 m., pero luego se continúa con alturas que nuevamente alcanzan los 700 m., para morir en las vecindades del río Imperial.

Al sur de este río no existe ningún relieve que merezca calificarse como cordillera. Una orografía ondulada, pero de ningún modo conspicua, la reemplaza, y todo el Valle Longitudinal cae insensiblemente hacia la costa, hasta empalmar con las planicies litorales, sin solución de continuidad.

Estas últimas, en la parte antepuesta a la Cordillera de Nahuelbuta, forman una porción avanzada del país, que se conoce con el nombre de península de Arauco. Es aquí donde alcanzan un desarrollo más imponente y miden hasta 60 kms. de ancho. Su subsuelo está formado por capas correspondientes al cretáceo superior y terciario hasta cuaternario, las cuales contienen los más importantes yacimientos de carbón del país.

Estas modificaciones tan importantes en la estructura de la Cordillera de la Costa y del Valle Longitudinal no se ven acompañadas correlativamente por modificaciones en la cadena andina. El único dato de interés en este sentido es un súbito avance de la montaña hacia el oeste, frente a la ciudad de Lautaro. Notablemente deprimida, como correspondía a los tramos finales de la parte anterior, continúa hacia el sur. El volcanismo fisiográfico más importante se observa en la parte anterior de la cordillera, en donde un cordón continuado y singular ha obligado a las partes situadas más al este, a organizar su drenaje hacia el norte, por el valle de Lonquimay (alto Bío-Bío). Este cordón cuenta como eminencias principales a los volcanes de Tolhuaca y Lonquimay, con 2.780 m. y 2.822 m., respectivamente.

El volcán Llaima se presenta más al sur en este mismo cordón y alcanza con su cumbre los 3.124 m.

Comparado con este cordón, el que lleva el límite internacional aparece menguado. Sus eminencias principales son el Copahue, el Redondo y el Pulú (2.553 m.).

V. *La Región de los Lagos*

Los rasgos originales que hemos reseñado anteriormente desaparecen al sur del cordón transversal que sirve de divisoria de aguas entre la hoya del río Toltén y la del río Valdivia. Este cordón transversal representa un accidente orográfico tan bien definido y continuado, que el ferrocarril, para salvarlo, debe cruzar el tunel de Afquintúe. Su importancia climática es tan grande, que a él se ciñe la isoyeta de los 2.500 mm.

Las regiones que se desarrollan hacia el sur constituyen una porción diferente del país. Lagos de grandes dimensiones articulan la Cordillera de los Andes con la depresión intermedia, y el relieve en tres fajas longitudinales tiende a restaurarse, aunque todavía subsiste por un breve trecho la estructura en valles transversales que hemos anotado anteriormente. En efecto, el valle del río Valdivia queda perfectamente enmarcado por el sur, por otro cordón transversal, que, sin embargo, no se ha constituído en barrera para las comunicaciones ni para el clima. La Cordillera de la Costa, desaparecida durante un breve trecho, surge definitivamente al sur de Valdivia, pero ahora se presenta formada por un cordón relativamente estrecho, puesto que la mayor parte de ella ha sido devastada por los agentes externos, tanto en su frente vuelto al mar como en el interior. Sedimentos marinos del terciario, desarrollados en pleno Valle Longitudinal, nos dicen, en efecto, que el mar ha penetrado por estas regiones al interior de él.

La Cordillera de los Andes sufre profundas modificaciones, en lo que se refiere a las características de su modelado. La acción de los hielos tiene aquí una frescura como no se manifiesta en los sectores más septentrionales, en donde era necesario entrar mucho en su interior para encontrarla en el estado en que ahora se presenta hasta la parte externa de la montaña. Las morrenas del avance post-glacial de los hielos se ubican fuera de la Cordillera de los Andes y, en consecuencia, son ellas las que estancan los grandes lagos en la faja piemontana. La mayoría de estos lagos tienen una parte estrecha al interior de la cordillera y otra redondeada fuera de ella.

Los volcanes continúan conteniendo las cumbres más elevadas, y en la medida en que ellos se agrupen, se van a producir cordones conspicuos. Ellos forman un elemento obligado del paisaje, y por todas partes se levantan con sus conos fuertemente nevados.

El cordón que contiene al Villarrica y al Quetrupillán culmina a

2.840 m., que mide el primero. Más al sur, sobrepasando el lago Panguipulli, el Choshuenco y el Mocho se levantan hasta los 2.430 m. El Puyehue mide 2.240; el Puntiagudo, 2.490; el Osorno, 2.660 m.

El cordón divisorio que, a partir de Pino Hachado, sólo presenta altitudes modestas, gana en altura hacia el sur y culmina para toda la región en la provincia de Llanquihue, en donde el Tronador se levanta a 3.470 m.

En el interior de la cordillera, la emisión de lavas por los volcanes cuaternarios ha cerrado algunos valles, y es posible observar lagos interiores que se han originado por cierre volcánico.

El Valle Longitudinal, en esta parte de Chile se regenera sólo a partir de La Unión. Se presenta como una planicie articulada, en la cual numerosos desniveles, hasta de 100 m., dan gran amenidad a sus parajes. Ella adquiere una extraordinaria amplitud, debido a la estrechez de la Cordillera de la Costa, que señalamos ya. Es gracias a un ancho plano inclinado como, insensiblemente, se gana en altura, y se llega a un cordón cerrado que la constituye. Los lagos piemontanos avanzan hacia el oeste, a medida que se marcha hacia el sur, y el último y más grande de ellos, el lago Llanquihue, queda enteramente instalado en el Valle Longitudinal. Relieves morrénicos lo rodean por todas partes, y varias terrazas en sus márgenes nos dicen que las aguas han tenido varios niveles desde el cuaternario hasta nuestros días. Hoy día ellas están a 52 m. sobre el mar.

La Cordillera de la Costa se regenera al sur del río Toltén, con el cerro Tres Cruces. Entre éste y el cerro Oncol se dilata una serranía de una altitud de 600 m., con un ancho medio no superior a unos 15 kms., que es la única parte de ella que merece el nombre de serranía. En efecto, la Cordillera de Mahuidanchi no sobrepasa los 300 m., y en todo el resto, en consecuencia, se trata de una planicie disectada de gran regularidad. Al sur del río Valdivia, los relieves más importantes los encontramos en el Alto del Mirador, en donde apenas se sobrepasan los 300 m. s. m. Más alto es el cerro Valdivia, con sus 518 m., al interior de Punta Galera. La Cordillera Pelada, organizada longitudinalmente entre el Valdivia y el Bueno, representa ya relieves continuados, que sobrepasan los 500 m.

Al sur del río Bueno, y a lo largo de 80 kms. de norte a sur, se observa nuevamente un relieve continuado, con alturas superiores a los 500 m. Es ésta una cadena con aspecto de muro que protege de la acción del viento lluvioso a la región de La Unión y Osorno. Esta cadena termina hacia el sur, sin embargo, mucho antes de la desembocadura del río Maullín, de tal modo que la planicie piemontana interior empalma insensiblemente con los relieves aterrazados de la costa, unos 20 kms. al norte de esa desembocadura.

VI. *Chiloé, el archipiélago de los Chonos y la península de Taitao*

La Isla Grande de Chiloé, en su parte occidental, representa una continuación meridional de la Cordillera de la Costa, más allá del Canal de Chacao. Es sólo su condición insular la que nos induce a colocarla aparte.

Al sur de Puerto Montt, el Valle Longitudinal se deprime de tal manera, que el mar penetra profundamente por las partes bajas de la Cordillera de la Costa, hasta ocupar casi completamente la porción que le corresponde en el relieve longitudinal. La primera penetración todavía tiene una configuración de ría, pero al sur de la Isla de Chiloé ella es amplia y se presenta en forma de ancha faja, que constituye el accidente designado con el nombre de Boca de Huafo.

En el relieve de la isla de Chiloé vamos a encontrar los mismos rasgos que hemos anotado en las provincias de Llanquihue y Osorno.

En efecto, ella presenta dos porciones bien individualizadas: una oriental, vuelta hacia los mares interiores, que es una planicie de abrasión marina, posiblemente, con recubrimiento glacial, caracterizada por dorsos de gran amplitud y con valles deprimidos en 80 m., con relación a la planicie, en la parte inmediata a la costa. Esta planicie termina hacia el oeste con la cota de 300 m. y tiene un ancho medio de 30 kms. La otra porción la constituyen las serranías centrales (cordilleras) y la cara de la isla vuelta hacia el Pacífico, hasta cuyas riberas llegan continuamente estribos desprendidos de las serranías mencionadas.

Las cordilleras centrales comienzan con serranías inconexas un poco al sur de Punta Corona, que culminan en el cerro Caicai. La Cordillera de Piuchué empieza al sur del río Chepu y forma un relieve sobresaliente y uniforme, que culmina con cumbres vecinas de los 900 m. Ella representa un muro climatológico que separa el litoral del Pacífico, azotado por ventiscas y fuertes aguaceros, de la costa humanizada del interior. En Chiloé, la parte cordillerana es denominada La Campaña.

Al sur de la depresión transversal ocupada por los lagos Cucao y Huillinco, que amenazan cortar la isla en dos, se desarrollan serranías bajas. Solamente la isla San Pedro, en posición excéntrica, representa un gran bloque solevantado, que alcanza una altitud de 975 m.

A través del archipiélago de los Chonos, y hasta la península de Taitao, continúa la misma estructura en tres fajas longitudinales del país. El archipiélago mencionado y la parte occidental de la península de Taitao presentan, geológicamente, iguales formaciones que la Cordillera de la Costa de Chiloé y del continente, más al norte. Hay, sin

embargo, dos diferencias morfológicas: en primer lugar, la base se encuentra a menor altitud, de manera que el mar ha podido penetrar profundamente; en segundo término, mientras que en Chiloé los ventisqueros andinos de la última glaciación sólo alcanzaron hasta la costa oriental, desde la Boca de Huafo hacia el sur, ellos cruzaron todos los actuales archipiélagos, terminando en el mar abierto. Como consecuencia, modelaron el actual relieve, formando los numerosos canales transversales, con sus laderas cortadas a pique y los cerros aborregados que los acompañan en muchas partes. En numerosas islas, estos ventisqueros cruzaron también sus partes interiores, formando en ellas cañadones, ocupados hoy día por ríos y lagos.

También la fosa tectónica que representa, como ya vimos, el Valle Longitudinal, se prolonga, submarinamente, hasta la península de Taitao. Antiguamente, esta fosa terminaba en el golfo de Penas, y la península de Taitao representaba una isla, que fué unida al continente más tarde por el acarreo que los ventisqueros San Rafael y San Tadeo depositaron en Ofqui.

Tanto frente a Calbuco, como en el archipiélago de Achao y en otras partes, los cordones de morrenas cruzan los mares interiores, y hoy día se manifiestan en forma de hileras de islas que atraviesan transversalmente la fosa.

VII. *Las cordilleras patagónicas.*

Si prescindimos de las partes estudiadas en el párrafo anterior, los relieves que se desarrollan desde el estero de Reloncaví hacia el sur, pueden describirse en conjunto bajo el nombre de cordilleras patagónicas. Bonarelli ha propuesto designar los relieves dispersos, cortados por numerosos canales, con el nombre de area archipielágica, y el resto con el de área andina propiamente tal.

Ambas partes están formadas por el batolito patagónico, que se ha limitado a combar las capas de la formación porfírica y andesítica que lo recubren. En el seno de este batolito se reconocen algunos pendientes del techo, en que aparecen pizarras cristalinas, porfiroides, etc. En la parte archipiélagica, por lo general, aflora el batolito mismo (diorita andina), pero hacia la parte más externa aparecen materiales de edad indeterminada, entre los cuales tienen mucha importancia calizas marmolizadas y mármoles. Por la parte oriental, de Aysén al sur, aparecen sedimentos mesozoicos fuertemente plegados.

1. Sector archipielágico.—El área archipielágica representa una porción deprimida antepuesta a la Cordillera de los Andes, en la cual los puntos culminantes muy rara vez alcanzan a los 1.000 m. De-

bido a la fuerte glaciación existente en el cuaternario, que hacía que esta región se asemejara en aquella época a la actual Antártida chilena, los hielos no sólo usaban los canales para correr al océano, sino que cubrían todo el paisaje, transformándolo profundamente. Desaparecieron así todas las formaciones de material blando que alguna vez hubieran cubierto las islas, para dejar al descubierto el basamento cristalino. La falta de suelos en la mayor parte de ellas determina condiciones particularmente severas para la vegetación, y el bosque sólo se desarrolla a veces en sus bordes, en forma de una estrecha faja.

Los canales que separan a las diversas islas han sido labrados ciñéndose a diaclasas y a un reticulado de fallas orientadas de SE a NW y de NE a SW, cruzándose en ángulo agudo. Esta estructura es general para toda el área y, en consecuencia, en el interior de las islas se la reconoce claramente; allí los canales se continúan por medio de valles ocupados por ríos y lagos.

Una excepción a esta regla la constituye la parte oriental de la isla Hoste y la isla de Navarino, ubicadas al sur del canal de Beagle, en donde se presentan extensas superficies más o menos planas, con tierras de buena calidad, que se explotan para la crianza de ovejunos y vacunos. Por lo demás, toda el área archipielágica no representa, por ahora, valor agrícola o ganadero ninguno.

2. Sector cordillerano.—Frente al área archipielágica, relativamente deprimida, se levanta la cordillera patagónica, posiblemente a lo largo de fallas orientadas longitudinalmente. En la mayor parte de su extensión aparece ella con aspecto de muro, en el cual no se advierten aberturas que representen rasgos estructurales de la montaña. Por el contrario, han sido los hielos, primero, y en la actualidad los ríos, los que han labrado profundos conductos, por los cuales es posible penetrar al transpaís. En los sitios donde entraron en confluencia varios ventisqueros, suelen presentarse porciones de los valles notablemente ensanchadas, dando la impresión de cuencas interandinas. Es posible, sin embargo, reconocer en algunas partes porciones deprimidas, que forman depresiones tectónicas en el seno de la montaña.

Los valles glaciales que cruzan la cordillera, en sus partes inferiores, tienen notable amplitud, pero hacia el corazón de ella se remontan mucho en altura, y son las aguas corrientes las que han fraguado esta vez conductos muy estrechos.

Debido a la enorme glaciación cuaternaria, los ventisqueros que corrieron por ellos lograron profundizar apreciablemente la parte media e inferior de los valles, de modo que la base ha quedado por debajo del nivel del mar, siendo ocupados por éste cuando se retiraron los hielos. Este es el origen de los fiordos patagónicos, que en la región

reciben el nombre de esteros. Generalmente es en ellos donde se encuentran las mayores profundidades de los mares litorales.

En el interior de los valles, las irregularidades de la erosión y de la sedimentación glacial han dado origen a numerosos lagos digitales. Algunos de ellos logran salir del ámbito andino.

Las cordilleras patagónicas, lo mismo que las centrales, en muchas partes han conservado su aspecto de relieves seniles, originando paisajes relativamente planos y ondulados. Cuando se encuentran a altitudes inferiores a 1.000 m., forman en la parte norte buenas veranadas, similares a las de Chile Central. Cuando sobrepasan esta altitud, están recubiertas de masas de hielo.

El volcanismo que hemos tenido oportunidad de destacar en páginas anteriores, se continúa hacia el sur, hasta Tierra del Fuego, y vuelve a aparecer en la Antártida chilena.

Tal como ocurre más al norte, los volcanes están ubicados en el borde occidental de la Cordillera; sus principales representantes son los siguientes:

Yate	2.185 m.	Yanteles	2.050 m.
Minchimávida	2.470 m.	Melimoyu	2.400 m.
Corcovado	2.300 m.	Macá	2.960 m.

Más al sur del estero del Aysén, los volcanes se espacian de tal manera, que entre el San Clemente y el Monte Burney (a la entrada del fiordo de Ultima Esperanza), no conocemos otras estructuras volcánicas. Es muy posible que en esta parte haya algunas en la vertiente oriental de los Andes, por donde desde el norte se desarrolla un intenso volcanismo, principalmente intrusivo.

En la parte septentrional, el cordón divisorio se presenta algo sobreelevado. Allí existen varias cumbres que tienen alturas vecinas a los 3.000 m. A partir del Yelcho se deprime notablemente, y sólo al sur del Aysén vuelve a presentarse sobrelevantado, de tal modo que muchos picachos sobrepasan los 3.000 m. y uno los 4.000 (San Valentín).

Hacia el sur, la cordillera continúa con rasgos semejantes, aunque con una glaciación más intensa y más profundamente despedazada por los hielos. Puede estimarse que en estas partes los hielos cubrieron todo el paisaje y, en consecuencia, no sólo se limitaron a modelar los valles y los fiordos, sino que toda ella ha sido fuertemente rebajada por una acción del tipo de hielo continental. Por eso, tanto en el margen del Pacífico, como en el oriental, se advierte claramente la formación de una planicie de modelado glacial. Cuando la cristalinidad de las rocas ha favorecido la acción de los hielos, se observan cerros e islas aborregados, valles amplios, de fondo irregular, laderas finamente aterrazadas en la

dirección del escurrimiento. Cuando las rocas sedimentarias imponen sus rasgos al modelado, como sucede en la vertiente oriental (Ultima Esperanza, región del lago San Martín), estos caracteres son menos pronunciados.

Entre el Baker y los canales de acceso a Ultima Esperanza, la cordillera conserva todavía cierta macisez. Al sur, la acción de los hielos andinos encauzados ha sido tan enérgica, que la ha seccionado por medio de numerosos fiordos. Los primeros que la cortan totalmente y penetran hasta la vertiente oriental, son los de Ultima Esperanza. Más al sur, los hielos encauzados del cuaternario han logrado transformar toda la punta terminal del continente en una región de islas y canales (archipiélagos de la Tierra del Fuego). Debido a la acción más enérgica de los hielos, las alturas son menores. Mientras en el sector anterior se observaban cumbres numerosas que sobrepasaban los 3.000 m., al sur del Estrecho de Magallanes, muy contadas sobrepasan los 2.000 (Monte Sarmiento y Cordillera Darwin).

3. Sector subandino.—Desde Futaleufu hacia el sur, Chile alcanza a extenderse sobre las pendientes subandinas orientales de la cordillera. Conviene dar algunos rasgos que permitan caracterizar a esta faja de relieves, muchos de los cuales se apoyan en la Cordillera de los Andes, pero que siempre es conveniente diferenciar de ésta. En efecto, los relieves que se observan en esta parte, se presentan orientados perpendicularmente a la dirección en que se desarrollan los relieves andinos. Desde Aysén hacia el norte, estos relieves están constituídos por tobas, areniscas y andesitas, constituyendo, en parte, la formación andesítica de Ferruglio y, en parte, la formación porfírica de ese mismo autor. De Aysén hacia el sur intervienen areniscas y pizarras, con variada intensidad de plegamiento, que corresponden a los depósitos del geosinclinal de Magallanes. (Muñoz Cristi).

Desde Futaleufu hacia el sur, estos relieves aparecen en fajas trasversales, alternadas con fajas deprimidas de socavado glacial. La mayoría de las veces, las fajas montañosas se apoyan directamente en la cordillera, y sólo de vez en cuando un valle de erosión establece la discontinuidad. Dominan aquí los relieves del tipo cuesta, las mesas y las mesetas. Cuando las cimas están constituídas por capas conglomerádicas, dan origen a cumbres con aspecto dentado. Los materiales que forman estos relieves en su parte superior, aparecen débilmente conmovidos por las acciones tectónicas. Entre el Lago Buenos Aires y el Lago Cochrane se desarrolla la cordillera de Buenos Aires, en la cual se advierte claramente que la mayoría de los relieves a que nos referimos corresponde a un plano inclinado, disectado por la erosión de los hielos y de las aguas corrientes.

En la isla de Tierra del Fuego, se desarrolla también esta misma faja de relieves, con características semejantes. Kranck (1932) la designó con el nombre de Cordillera Marginal. Hacia el extremo oriental, sin embargo, esta faja se estrecha y concluye por desaparecer.

Más adelante tendremos ocasión de hablar de las características hidrológicas de esta región. Conviene, sin embargo, dejar constancia, desde luego, que los ríos que la drenan han cortado completamente la Cordillera y tienen actualmente sus nacimientos en la precordillera oriental, o aún en las propias mesetas patagónicas. Como ya hemos tenido ocasión de señalarlo, los valles de los ríos, en la parte central de la Cordillera, son estrechos, en tanto que en ambas márgenes son amplios. Es en la vertiente oriental donde se abren más y forman alvéolos considerables, enmarcados por cordones que ocupan porciones respetadas de las mesetas patagónicas. Este ensanche se debe a que los ventisqueros que salían de la cordillera formaban glaciares de piedmont, en donde el hielo, por disminución de la pendiente, se veía obligado a ensancharse.

El alto río Cisnes nos ofrece un primer ejemplo de este tipo de formas. Los valles de Coyhaique y Simpson le siguen hacia el sur. La gran cuenca del lago Buenos Aires corresponde a dos líneas de alimentación con hielos provenientes de la alta montaña: la del lago mismo y la que es recorrida en la actualidad por el río Ibáñez. Son los amplios cordones morrénicos instalados al este, los que retienen las aguas de este cuerpo lacustre, el más grande de todo el sur. Las cuencas de los lagos Cochrane y San Martín, en Chile, y Viedma y Argentino, fuera del territorio chileno, reproducen casos semejantes. En Ultima Esperanza y Magallanes, los senos Ultima Esperanza (golfo Almirante Montt), Skyring y Otway representan ejemplos de cuencas del mismo tipo, pero invadidas por las aguas marinas, puesto que, por primera vez, éstas cruzan la cordillera y pasan a la vertiente oriental.

En Tierra del Fuego e islas adyacentes se observan los mismos rasgos que hemos puesto en relieve hasta aquí. La Cordillera Darwin, fuertemente enmantada por los hielos, presenta altitudes vecinas de los 3.000 m. El rasgo estructural más importante lo constituye el arco que describe la Cordillera de los Andes desde los 52° de latitud sur, de tal manera que en la isla Hoste ella termina por orientarse claramente con dirección al SE.

VIII. *Las pampas magallánicas*

En Magallanes y Tierra del Fuego, Chile se extiende sobre los relieves tabulares que se desarrollan al este de la cordillera hacia el Atlántico. La ciudad de Punta Arenas misma está enclavada ya en un sitio en

donde los relieves adosados a los Andes han desaparecido. Mirada desde el mar, se advierte que ella se levanta sobre un sistema de terrazas que las aguas del estrecho han labrado sobre los sedimentos del terciario, que forman el subsuelo de la Patagonia oriental. Sobre estos sedimentos, un relleno glacial de espesor muy variable se desarrolla hacia el interior, de manera que solamente en los cañadones de los ríos se obtienen afloramientos de los primeros.

Estas pampas magallánicas corresponden, en realidad, a las prolongaciones meridionales de las mesetas patagónicas. Estas terminan mucho antes, dando origen a relieves del tipo cuesta. La Sierra Dorotea y los cerros de Palomares son los más notables. Estos relieves empalman insensiblemente hacia el este con la pampa y terminan con insignificantes alturas en la punta Dungeness.

Esta articulación del litoral corresponde a una prolongación morrénica. En efecto, la ruta del Estrecho de Magallanes fué seguida durante las épocas glaciales por sucesivos ventisqueros, los cuales dejaron sus arcos de morrenas terminales, primero en pleno Océano Atlántico (punta Dungeness y cabo Catalina); en Tierra del Fuego y en la Primera Angostura, después, y en la Segunda Angostura, finalmente.

Las planicies de Tierra del Fuego ofrecen los mismos caracteres. Algunos relieves que se marcan en los mapas con los nombres de Sierra Balmaceda y Sierra Carmen Silva corresponden, en parte, al paisaje subandino, esto es, el recortamiento, por las masas piemontanas de hielo, de las mesetas patagónicas, y, en parte, a los arcos de morrenas que hemos mencionado.

IX. *La Antártida chilena*

Entre los 53 y los 90 grados de long. W., se extiende la parte del continente antártico que pertenece a Chile. Las características del relieve de esta parte del continente polar ofrece una notable semejanza con los rasgos que hemos reconocido en las cordilleras patagónicas. Constituyendo un arco que, por el sur, hace juego con la curvatura general del extremo terminal del continente americano, se presenta allí una prolongación del continente antártico, en forma de alargada península, festoneada en su parte occidental por un área isleña. Tanto la parte peninsular, como la isleña, son de carácter montañoso.

En esta parte de la Antártida puede observarse la misma disimetría que presenta el continente americano: un frente vuelto hacia el Pacífico (Mar de Bellingshausen), abrupto, de costas altas, franqueado de innumerables islas montañosas, y una vertiente vuelta hacia el Atlántico (Mar de Weddel), en el cual dominan las formas deprimidas.

El grupo de tierras que forman la Antártida chilena, puede describirse tomando en consideración las siguientes divisiones:

1. Archipiélagos subantárticos;
2. Archipiélagos antárticos, y
3. Tierra de O'Higgins (ex-Palmer).

1. Archipiélagos subantárticos.—De los diversos archipiélagos que forman el arco de las Antillas del Sur, sólo pertenece a Chile el de las Shetlands del Sur. Forman ellas un conjunto, desarrollado con dirección general E.-W., entre los 54 y los 64 grados de longitud. Ellas son principalmente islas volcánicas, de las cuales algunas, como Decepción y Clarence, presentan aún en la actualidad manifestaciones de actividad. Si la isla Greenwich (Pto. Soberanía) no presenta cumbres que sobrepasan los 1.000 m., en la isla Livingston se elevan a cerca de 4.000 m. (3.850 m.). Puede considerarse que ellas corresponden a una cadena volcánica, fuertemente trabajada por los hielos, que la han seccionado en diversos girones.

2. Archipiélagos solidarios de la Antártida.—Separadas del anterior por el estrecho de Bransfield, se desarrollan las islas que corresponden a las partes del continente antártico invadidas por el mar. Estas islas están constituídas principalmente por afloramientos de granodiorita y son el homólogo de los archipiélagos de la Patagonia. Corresponden a porciones del continente, individualizadas por la acción erosiva de los hielos encauzados, que han recortado profundamente las partes bajas del continente. Son también islas montañosas de variado carácter. Según las observaciones hechas por E. Flores Silva, con ocasión de las dos expediciones chilenas, ellas están constituídas por granito y granodiorita, muy semejantes a los andinos. Algunas de ellas poseen cumbres muy elevadas (2.870 m.), lo que pone de manifiesto que el despedazamiento corresponde a la activa acción de los hielos, más que a movimientos de descenso de la costa.

3. Tierra de O'Higgins.—La parte adherida al continente antártico la forma la Tierra de O'Higgins. Se trata de una prolongación montañosa, en la cual el hielo cubre todas las partes bajas, y sólo los picachos y pendientes abruptas permanecen descubiertas. Los hielos encauzados han sido capaces de labrar profundos valles glaciales, por donde inmensos ventisqueros bajan hacia los piedmonts vueltos hacia los mares encerrados por las islas. Hacia el Mar de Weddel, la montaña deja lugar a una planicie, en donde se forma un *icecap* de grandes dimensiones, el cual, en forma de una masa uniforme de hielo, penetra ampliamente al mar de Weddel. Algunas islas

se recortan también por la costa oriental de la Tierra de O'Higgins, pero ellas se encuentran formadas por materiales sedimentarios del cretácico y del terciario. Estos sedimentos tienen grandes similitudes, en su carácter petrográfico y en su contenido fosilífero, con los de las regiones magallánicas.

Los picachos que se observan en la cordillera de la península de O'Higgins, alcanzan también alturas considerables. La altura general de ellos aumenta hacia el sur, de tal manera que los más prominentes entre los conocidos se encuentran ya en el interior de Bahía Margarita (2.896 m.).

Hacia el interior del continente antártico continúa, por la parte chilena, la región montañosa, formando cadenas que aumentan paulatinamente en altura hacia el polo. Se considera que ésta es la parte más inaccesible de toda la Antártida. Estas montañas se encuentran anegadas por espesores considerables de hielo continental, que permiten aflorar sólo las partes más eminentes de ellas, en forma de cordones, de donde los hielos se descuelgan hacia las planicies cubiertas por hielo continental, en forma de grandes ventisqueros.

El estado actual de nuestros conocimientos no nos permite hacer un análisis más detallado de estas partes de la Antártida. La región polar misma corresponde a una meseta de una altura vecina a los 4.000 m., enteramente desprovista de relieves.

X. *Las islas esporádicas*

CHILE posee en el océano Pacífico varias islas. Las más vecinas al continente suramericano son las de Juan Fernández y las de San Félix y San Ambrosio.

1. Islas de Juan Fernández.—Las islas de Juan Fernández están formadas por dos principales, Más a Tierra y Más Afuera, entre las cuales se levanta un peñón de cierta extensión, que se conoce con el nombre de isla de Santa Clara. Son islas de naturaleza volcánica y extraordinariamente abruptas, en las cuales no se observan planicies, sino reducidas porciones de costa, en las cuales el hombre puede establecerse.

La isla de Más a Tierra tiene unos 93 km.² de superficie. La parte NE está constituída por montañas abruptas, cortadas por profundos valles, en los cuales crece una densa vegetación. Hacia el SW sus formas son más suaves, y en ella es posible establecer algunos cultivos.

Más Afuera tiene unos 85 km.² de superficie, y también es una isla volcánica muy escarpada, cuyo punto cuspidal se eleva a 1.836 m. Fuera de la explanada correspondiente a una quebrada que baja hacia

el este (Q. Baquedano), en donde se encuentra la rada de la Colonia, no presenta terrenos bajos en ninguna otra parte. Es una isla completamente disimétrica, que corresponde a una porción de un relieve más extenso, hoy desaparecido.

2. Isla de Pascua.—La isla de Pascua (180 km.²), está formada por un gran cono volcánico, el Maunga Terevaka, de suaves pendientes, el cual culmina a 600 m. s. n. m. Esta estructura cubre las tres cuartas partes de la extensión total de la isla, y tiene numerosos volcanes adventicios, entre los cuales el más importante es el Rano Raraku. Adscritos a sus extremos SSW y ESE se encuentran dos estructuras volcánicas independientes, los volcanes Poike y Rano Kao, los cuales culminan a 490 y 410 m., respectivamente. La mayoría de las formas de la isla son suaves, disponiéndose en ella, en consecuencia, de buenos campos de pastoreo. Sólo las partes vueltas al mar, e intersectadas por la acción de las olas, presentan acantilados. Existen, sin embargo, numerosas caletas en donde los buques pueden atracar. No presenta valles bien conformados, y sólo algunas quebradas incipientes.

3. Otras islas.—Las otras islas esporádicas que posee Chile en el Pacífico Sur: San Félix y San Ambrosio y Salas y Gómez, representan débiles extensiones territoriales, algunas de ellas casi inaccesibles por lo escarpado de sus riberas.

En el primer capítulo hemos dado la ubicación de ellas.

La isla de *Salas y Gómez* tiene la forma de dos promontorios disimétricos, unidos por una estrecha faja de tierra. En sus alrededores existen algunos roqueríos.

San Félix y *San Ambrosio*, forman un pequeño conjunto constituído por estas dos islas principales y por algunos peñones pintorescos que se levantan en sus alrededores. San Félix es la única accesible. Está formada por varios conos volcánicos, que seguramente son adventicios de una estructura grande, hoy día destruída por el mar. En sus alrededores están la isla González y las pintorescas agujas que se conocen con el nombre de la Catedral de San Peterborough. San Ambrosio es enteramente inaccesible y tiene formas semejantes a la anterior.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almeyda Arroyo, Elías.—*Ensayo de Geografía Glacial*. Bol. de Geografía y Minas, Stgo., 1911.
2. Bowman, Isaiah.—*Desert Trails of Atacama Desert*. American Geographical Society, Spec. public., N.° 5, 1924 (Traducción al castellano bajo el título: Los senderos del desierto de Atacama, Santiago).
3. Brüggen, Juan.—*Zur Oberflächenform des Längstals von Santiago*. Verhandlungen des Deutschen Wis-

senschaftlichen Vereins, Neue Folge, Santiago, 1931.
4. BRÜGGEN, JUAN.—*Texto de Geología.* Santiago, 1929.
5. BRÜGGEN, JUAN.—*Grundzüge der Geologie und Lagerstättenkunde Chiles.* Heidelberg, Akademie der Wissenschaften. Heidelberg, 1934.
6. BRÜGGEN, JUAN.—*El agua subterránea en la Pampa del Tamarugal.* Rev. Chil. de Hist. y Geogr., 1936.
7. DE AGOSTINI, ALBERTO.—*Andes Patagónicos.* Buenos Aires, 1945.
8. DE AGOSTINI, ALBERTO.—*Ascensión al Monte San Lorenzo.* Buenos Aires, 1945.
9. KELLER, CARLOS.—*El Departamento de Arica.* Santiago, 1947.
10. KELLER, CARLOS.—*La región del hielo continental frente al lago Buenos Aires.* Rev. Chilena de Historia y Geografía, Santiago, 1947-48. Nos. 110-12.
11. KRANCK, E. H.—*Geological observations on the Cordillera of Tierra del Fuego.* Acta Geográfica, 4, N.° 2. Helsinski, 1932.
12. LÓPEZ, VÍCTOR M.—*Geographical, geological and mining observations in the Province of Antofagasta, Northern Chile.* Acta Americana, vol. II, Nos. 3 y 4, 1944.
13. MUÑOZ CRISTI, JORGE; FLORES, HÉCTOR; Y PIZARRO, B. — *Placeres auríferos en las provincias de Valdivia y Cautín.* Bol. de Minas y Petróleo, t. III, 1933. Santiago.
14. REICHERT, FRITZ Y OTROS.—*Patagonia.* Buenos Aires, 1917.
15. REICHERT Y HELBPING.—*La Alta Cordillera de Mendoza.* Buenos Aires, 1930.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

RESUMEN

Debido a la extraordinaria longitud del país, no resulta fecundo estudiar la orografía por entidades fisiográficas: Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes. Considerando que estos tres cuerpos orográficos los encontramos desarrollados a casi todo el largo del país, conviene más bien hacer el estudio del relieve atendiendo a la manera cómo las entidades fisiográficas longitudinales se combinan en los diferentes sectores.

Desde este punto de vista, se pueden distinguir las siguientes porciones en la parte americana de Chile:

1.—*Norte Grande:* desde el límite septentrional, hasta los relieves que separan la hoya del río Copiapó de la Cuenca del Salado;

2.—*Norte Chico:* Desde los relieves antes mencionados hasta el cordón que limita por el sur la hoya del río Aconcagua;

3.—*Núcleo Central:* Desde el cordón que se acaba de mencionar, hasta el río Bío-Bío;

4.—*La Frontera:* Desde el Bío-Bío hasta el cordón que separa la hoya del Toltén de la del Valdivia;

5.—*Región de los Lagos:* Del cordón antes mencionado hasta el golfo de Ancud;

6.—*Chiloé:* Isla de Chiloé, archipiélago de los Chonos y península de Taitao;

7.—*Cordilleras e islas patagónicas;*

8.—*Pampas magallánicas:* Los territorios situados al este de la Cordillera de los Andes, tanto en Chile continental como en Tierra del Fuego.

Los rasgos esenciales que han servido para caracterizar cada uno de estos sectores, son los siguientes:

Norte Grande.—Los tres accidentes principales que forman el país se encuentran claramente individualizados, y es posible seguirlos sin solución de continuidad en todo su largo. El país entero se levanta abruptamente del mar, de tal manera que la Cordillera de la Costa, mirada desde el oeste, se presenta como un muro inarticulado. Este corte brusco corresponde a frentes de falla, conforme a los cuales Chile se ha levantado en fecha reciente, al mismo tiempo que se deprimía el fondo del mar vecino. En muy pocos sitios, las planicies litorales alcanzan desarrollo: en Iquique, en los alrededores de Tocopilla, en los alrededores de Antofagasta. La Cordillera de los Andes, por otra parte, se encuentra anegada por ingentes emisiones de lavas y productos piroclásticos, del terciario medio y superior, las cuales ocultan completamente los relieves andinos.

La Cordillera de la Costa presenta en esta parte rasgos seniles, y en muy pocos sitios se observan formas montañosas propiamente tales. Las depresiones han sido fuertemente rellenadas por acarreos de avenidas, formando pampas y salares. En la medida en que se avanza hacia el sur, las partes más vecinas al mar presentan carácter montañoso más franco, particularmente entre Taltal y Chañaral, debido a una acción más enérgica de las aguas corrientes. Todo el sistema culmina en la Sierra Vicuña Mackenna, en donde tiene 3.030 m. s. n. m.

La Depresión Intermedia, se presenta como un rasgo continuado desde Arica hasta el sur del Loa, sin otro accidente que una angostura al sur del Salar de Bellavista. La parte norte está libre de detritos, pero desde Zapiga se observan fuertes

rellenos, acarreados por las quebradas andinas. Desde el Loa al sur, la depresión intermedia empieza a mostrar una estructura en cuencas, debido a cordones que emergen del fondo, de los cuales los primeros los encontramos inmediatamente al sur del Loa. Las pampas y las rampas detríticas presentan, sin embargo, continuidad, y es posible llegar hasta la cuenca del Salado sin interrupciones de entidad. En esta parte, las cuencas quedan notablemente elevadas, con relación a las alturas que se presentaban en el sector septentrional, en donde fluctuaban entre 1.100 m. y 750 m.

En la Cordillera de los Andes, se observa la existencia de una parte externa, formada por relieves porfiríticos, organizados en sierras: Huaylillas, Yabricolla, Chuquicamata, Limón Verde y más al sur, la Cordillera Domeyko. En el primer sector, esta parte externa está pegada al Altiplano (Puna) que se desarrolla hacia el interior, pero desde las nacientes de Loa se independiza la Puna de la parte serrana, gracias a la existencia de una serie de depresiones: cuenca de Calama, salares de Atacama y Pedernales, etc.

Es en la Puna en donde se observa la existencia de un anegamiento volcánico que oculta los relieves andinos. Aquí se nos presenta una planicie estructural de carácter volcánico, situada a 4.000 m., que termina hacia el oeste en una flexura o plano inclinado, mediante la cual baja a las depresiones. Los relieves de la Puna son el efecto de la formación de numerosos conos volcánicos y derrames de lavas. Son los volcanes los que dan los puntos más eminentes. En el extremo norte, sus alturas frecuentemente sobrepasan los 6.000 m., pero hacia el sur (provincias de Antofagasta y Atacama) sólo excepcionalmente las alcanzan. El punto culminante se consigue en el grupo del Ojos del Salado, con 6.900 m. de altura, en el extremo sur de este sector.

Norte Chico.—En el Norte Chico encontramos una situación de relieve, en la cual los factores erosivos —aguas corrientes y acción del mar— han sido los principales agentes. Las acciones tectónicas, que en otra parte del país originaron la individualización de la Cordillera de la Costa y la de los Andes, han sido aquí mucho más débiles, y aunque se puede reconocer la estructura de relieve en tres fajas longitudinales, está reemplazada por una en valles transversales. Pueden distinguirse dos porciones, una montañosa troncal y una externa, en donde la planización por los acarreos de los ríos y la acción abrasiva del mar ha despejado el relieve.

En algunas partes, como sucede entre Copiapó y Vallenar, el Valle Longitudinal se reconoce, formando una clara entidad de relieve. Al sur del Huasco, son los cordones transversales los que imprimen su carácter al país. Las planicies litoráneas tienen un notable desarrollo desde Punta Achurra hacia el sur. En Carrizal, (28° 30' S) alcanzan un mayor ancho. En las desembocaduras de los ríos, el mar a menudo ha entrado al interior en forma de amplios golfos, planizando áreas considerables hacia el interior. Es posible distinguir tres niveles de planización, de los cuales el principal está a 110 m.

Desde la Serena al sur, las planicies de abrasión marina pierden algo en anchura, de tal manera que sus valores son más modestos.

Núcleo Central.—En la porción que hemos designado con el nombre de Núcleo Central, se distinguen nuevamente las tres entidades de relieve principales: Cordillera Andina, Valle Longitudinal, y Cordillera de la Costa. Si al principio las planicies litoráneas están muy elevadas o no existen, desde Algarrobo al sur se desarrollan bien. En los alrededores de la desembocadura del Rapel alcanzan a tener 30 kms. de ancho, es decir, son tan anchas como el valle longitudinal, por lo cual es preferible considerar que el relieve de Chile, en esta parte, está constituído por cuatro cuerpos fisiográficos: Andes, Valle Longitudinal, Cordillera de la Costa y planicies litorales. A estas cuatro entidades, de Curicó hacia el sur, y particularmente al interior de Chi-

llán, es conveniente agregar una quinta, la Montaña, formada por relieves que fluctúan entre 400 y 500 m. como altura general, formados por dorsos amplios, enérgicamente disectados por las aguas corrientes. Estos relieves están formados por morrenas, depósitos glacilacustres y glacifluviales.

La Cordillera de los Andes presenta en este sector una estructura de montaña descubierta, pero en la cual se advierte, por la concordancia de las líneas de cumbre y por cierto amesetamiento que estuvo muy cerca del peneplano antes de solevantarse en fecha reciente. Posee volcanismo, y es en estos accidentes donde alcanzan sus puntos cuspidales.

Presenta altura mayor en el extremo norte del sector y se deprime notablemente hacia el sur, de tal modo que ya frente a Curicó su punto más eminente (Volcán Peteroa) apenas sobrepasa los 4.000 m.

La Depresión Intermedia comienza con dos cuencas bien individualizadas, de las cuales la primera (Santiago) casi se cierra por el sur. En estas cuencas, los rasgos dominantes los dan los ríos, al construir conos de deyección de grandes dimensiones, que sólo terminan al pie de la Cordillera de la Costa. Al sur de Pelequén, en donde se observa el cierre de la segunda cuenca (Rancagua), el valle tectónico, se abre considerablemente, y los materiales que rellenan su fondo son tanto de origen fluvial, como glacial y glacilacustre. De esta manera, se observa entre Curicó y Los Angeles una alternancia de éstos. Cada vez que un río andino cruza el valle, se interrumpen los materiales glaciales y lacustres, para dar origen a notables conos de rodados. En la parte septentrional, la altura general del fondo del valle se encuentra a quinientos metros, y en la parte sur, sólo a 200.

La Cordillera de la Costa, que comienza con rasgos andinos bien claros, del Rapel al sur se deprime notablemente y se presenta como un relieve dominado por la erosión. Generalmente se observa un cordón principal adosado al valle, y en el resto, una ordenación de relieves poco significativos, de formas amplias y con pendientes suaves. Al sur del Maule se abren en el seno de la cordillera amplias cuencas intermontanas, de las cuales las de Cauquenes y Quirihue son las principales. En esta parte, el cordón maestro se ubica hacia la costa.

Las planicies litoráneas se desarrollan en todo este sector con un valor muy desigual. De 10 kms. que presentan al interior de Algarrobo, bajan a 7-8 en San Antonio, pero al sur del Maipo se abren considerablemente: allí alcanzan 30 kms. de ancho. Al sur de Constitución ellas se estrechan mucho.

La Montaña es un sistema de relieves bajos, con tendencia a amesetarse, que se presentan primero en Curicó, y más tarde de Linares al sur, como un rasgo continuado, que se antepone a la Cordillera de los Andes, y sirve de intermediario al Valle Longitudinal. Estos relieves aparecen constituídos por cordones porfiríticos, que forman islas en su seno, y por un relleno de materiales glaciales y glacilacustres. Su altura general fluctúa entre 400 y 500 m.

Concepción y la Frontera.—Un poco al sur de la línea Laja-Bío-Bío se observa que la Montaña, que antes cubría sólo una faja al pie de los Andes, invade todo el Valle Longitudinal, y que estas alturas se continúan hacia el sur, hasta empalmar con un nivel general del país, desprovisto de detritos. Los ríos corren cortando profundos tajos (Malleco, etc.), y rocas arcaicas y triásicas forman todo el país. En este sector, la Cordillera de los Andes no presenta modificaciones, salvo un descenso paulatino hacia el sur. Los volcanes se colocan en distintas líneas dentro del ámbito andino, pero hay una que se presenta en la parte externa.

La Cordillera de la Costa, notablemente solevantada en la parte norte del sector (Cordillera de Nahuelbuta), presenta un aspecto de muro. En la medida en que se

avanza hacia el sur, ella se deprime paulatinamente, hasta disolverse en dos ramales al norte del río Imperial.

Las planicies litoráneas cobran tanta importancia, que en algunos sitios tienen 60 kms. de ancho. Ellas están constituídas por sedimentos del terciario y cretácico, de gran interés económico, puesto que comportan los mantos carboníferos.

Al sur del Imperial, la Cordillera de la Costa se encuentra reducida, por peneplanización, al estado de colinas, levantándose a manera de *monadnocks* las cordilleras de Mahuidanche y la Sierra Oncol.

Región de los Lagos.—Tanto en la última parte de este sector, como en la primera que se desarrolla más al sur, domina en el país una estructura en valles transversales. El río Imperial se ve limitado por el sur en su hoya hidrográfica por un cordón continuado, que sólo se disuelve muy cerca del mar. Lo mismo sucede al sur del Toltén y al sur del Valdivia. Es en La Unión donde nuevamente se observa la división en fajas longitudinales, característica de Chile. Desde aquí hasta Puerto Montt nuevamente se desarrolla el Valle Longitudinal. La Cordillera de la Costa se regenera igualmente al sur de Valdivia, en donde forma la Cordillera Pelada, dividida en dos por el valle—desfiladero del río Bueno. Hacia el sur, ésta se deprime y termina mucho antes del río Maullín.

Tanto en la Cordillera de los Andes, como en el Valle Longitudinal, encontramos numerosos lagos, los cuales forman el rasgo característico de esta parte de Chile. Estos corresponden a las aguas estancadas por cordones morrénicos y a las desigualdades del modelado glacial en el fondo de los valles. Son lagos-dedos.

En la parte externa de los Andes y por el seno de ellos se observan numerosos conos volcánicos de gran belleza, que prestan un singular encanto a los paisajes de esta región.

Chiloé, archipiélagos de las Guaitecas y de los Chonos y península de Taitao.—Conviene agrupar estas partes del país en un solo complejo orográfico, porque representan la continuación austral de la Cordillera de la Costa, que, debido al profundo socavado glacial, aparece ahora invadida por el mar en las partes bajas. Al principio, las penetraciones son amplias (Canal de Chacao y Boca de Huafo), pero después corresponden a numerosos valles que han cruzado el país, encauzando los hielos durante las glaciaciones.

En Chiloé se pueden distinguir dos partes: Una montañosa, de costas abruptas, que se ubica hacia el oeste, y otra que corresponde a una planicie de abrasión marina, disectada por las aguas corrientes, hacia los mares interiores. En ésta es donde el hombre se ha establecido de preferencia.

Las islas Chonos y las Guaitecas forman un conjunto que corresponde a las partes emirentes de la Cordillera de la Costa, que se levanta por encima del nivel del mar. La altura general de las islas aumenta paulatinamente hacia la península de Taitao, en cuyas inmediaciones se encuentran las más altas.

Las cordilleras patagónicas.—Todo el resto del país se ha englobado bajo la expresión de cordilleras patagónicas, puesto que al sur del golfo de Penas desaparece definitivamente la división tripartita del país. Se distinguen aquí dos porciones: un área archipielágica, constituída por las islas y los canales, y otra andina propiamente tal.

El área archipielágica se presenta deprimida, con relación al bloque andino. Desde el extremo norte de este sector, las alturas andinas aumentan hasta el San Valentín

(4.058 m.) y después descienden hacia el sur. Las alturas máximas en la isla de Tierra del Fuego tienen su punto cuspidal en el Monte Sarmiento, con 2.500 m.

Por la vertiente oriental de los Andes se distingue un área subandina, que puede caracterizarse por relieves orientados perpendicularmente a la dirección de la cordillera.

Las pampas magallánicas.—En las partes en que Chile avanza hacia el este, logra extenderse sobre planicies extensas, que corresponden a la parte meridional de la Patagonia oriental. Un relieve articulado, que corresponde a depósitos glaciales, forma el rasgo dominante.

CAPÍTULO III

GEOLOGIA

I. *Generalidades*

Al tratar de establecer la conformación geológica del territorio chileno, es preciso extenderse algo a otras regiones del continente suramericano, pues la configuración geográfica de nuestro país, con su gran longitud y escasa anchura, influye en que las diversas formaciones se presenten de un modo fragmentario, lo que impide una concepción cabal de cualquiera de ellas.

Durante los tiempos transcurridos con anterioridad al comienzo de la era paleozoica, o sea, en lo que pudiéramos llamar la prehistoria de la tierra, la distribución de mares y continentes es poco conocida, lo que se explica por el hecho de que en todo este lapso debieron producirse muchísimas modificaciones en la distribución de estos elementos, las cuales no las podemos seguir con la misma exactitud que las ocurridas en los tiempos paleozoicos y posteriores, por faltarnos los fósiles, es decir, la única herramienta que se ha empleado hasta ahora para establecer correlaciones de las estratas en distancias apreciables. El otro procedimiento, basado en la determinación de la edad absoluta mediante métodos radioactivos, ha tenido hasta ahora una aplicación sumamente limitada. Pero sabemos con relativa seguridad que el tiempo del cual tenemos registros por los restos fósiles, es más o menos la cuarta parte de la edad de las rocas más antiguas conocidas.

A fin de facilitar la lectura de esta reseña geológica, daremos a continuación la tabla de las formaciones geológicas desde los tiempos más antiguos a los actuales, consignando especialmente las subdivisiones aplicables a nuestro país. Esta escala del tiempo es casi universal, pues sólo Estados Unidos emplea una nomenclatura diferente en muchos aspectos.

FORMACIONES GEOLOGICAS

Cuaternario

Aluvium
Diluvium

Terciario

Plioceno
Mioceno
Oligoceno
Eoceno

Mesozoico

Cretáceo	Superior	(Daniano) (Senoniano) (Maestrichtiano)
	Medio	(Aptiano) (Barremiano)
	Inferior	(Neocomiano)
Jurásico	Malm	(Titoniano) (Kimeridgiano) (Oxfordiano)
	Dogger	Caloviano Batoniano Bajociano
	Lías	Superior Inferior Medio
Triásico	Superior	Rético Nórico Cárnico
	Medio	
	Inferior	

Paleozoico

Pérmico

Carbonífero — Superior, Inferior

Devónico
Silúrico
Cámbrico

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Nota.—Los nombres en paréntesis corresponden a algunas de las subdivisiones mencionadas en el texto.

II. *Pre-paleozoico*

La gran duración de los tiempos anteriores al paleozoico ha tenido como resultado que en todas partes de la tierra donde existen formaciones sedimentarias de esta época, ellas han sido afectadas por plegamientos intensos, los cuales las han transformado en mayor o menor grado, mediante los incrementos de presión y temperatura, de modo que casi nunca aparecen con sus características primitivas de depositación. En cambio, en las épocas posteriores, los movimientos orogenéticos que experimentó la corteza terrestre, actuaron simultáneamente sobre fajas relativamente estrechas, pero de gran longitud. Así, la orogénesis del ciclo alpino se dejó sentir solamente en una faja de rumbo E-W que va desde los Pirineos hasta el Japón, y en América se nos presenta otra, N-S, desde Alaska a Tierra del Fuego. Una montaña ya plegada no vuelve a ser afectada por el mismo proceso (este proceso dura generalmente algunas decenas de millones de años), pues adquiere gran rigidez, de modo que los esfuerzos posteriores que actúan sobre ella se manifestarán solamente por fracturas.

Durante el Arcaico y precámbrico nacieron varios sistemas montañosos, los cuales se han ido soldando mutuamente, hasta abarcar prácticamente toda la tierra. Así se explica que todas las formaciones precámbricas, aparezcan afectadas por el metamorfismo regional.

En la América del Sur, donde los estudios geológicos detallados han abarcado sólo regiones restringidas, es muy difícil separar de un modo preciso el Arcaico del precámbrico, pero es seguro que ambos se encuentran sólo en la parte oriental, mientras que en la occidental se presentan únicamente terrenos precámbricos. Por tal motivo, se engloban generalmente las formaciones prepaleozoicas bajo la denominación de «zócalo cristalino», el cual viene a constituir la base sobre la cual se apoyan las formaciones sedimentarias más modernas.

Donde este zócalo adquiere un mayor desarrollo es en el Brasil, por lo cual ha sido designada esta masa continental antigua con el nombre de Escudo Brasileño, el cual ocupa casi toda la parte oriental de la América del Sur. Se encuentran también restos aislados de estas formaciones en las sierras pampeanas argentinas, en la cordillera andina de Perú, Ecuador y Colombia, en la Patagonia argentina y en la Cordillera de la Costa chilena, al sur de Coquimbo. Parece que en la Cordillera de la Costa existen solamente los terrenos precámbricos del zócalo. Por tal motivo, nada sabemos con seguridad respecto de la existencia de otros núcleos arcaicos al oeste del continente americano, acerca de lo cual las opiniones están muy divididas.

Muchos geólogos y geofísicos consideran que la cuenca del Pacífico ha existido como tal desde el momento en que se comienza a formar la corteza primitiva, habiéndose originado, según algunos, por el desprendimiento de una porción de esta corteza para formar la luna. En cambio, otras opiniones estiman que existía un antiguo continente en el Pacífico. Esta segunda manera de pensar tiene mucho menos partidarios que la primera, pero al estudiar la geología chilena veremos que hay antecedentes, si no concluyentes, a lo menos bastante valiosos, que apoyan este segundo punto de vista.

Los últimos plegamientos acaecidos durante el precámbrico son los del ciclo huroniano, durante el cual los sedimentos acumulados en torno del Escudo Brasileño, en su parte occidental, se levantan del mar e incrementan de un modo considerable la masa continental afrobrasileña, de modo que toda la América del Sur actual seguramente pasó a constituir una parte de ella.

En Chile no tenemos seguridad absoluta de la existencia de rocas precámbricas, porque nos falta el antecedente decisivo, que sería la presencia de sedimentos cámbricos superpuestos a ellas. Sin embargo, como dijimos más arriba, ella es muy probable a lo largo de la Cordillera de la Costa, desde la provincia de Coquimbo hacia el sur, correspondiendo a ellas rocas fuertemente metamorfoseadas. Estas rocas metamórficas podemos agruparlas en tres sectores, que serían: 1) Región entre Santiago y Atacama; 2) Región entre Colchagua y Golfo de Penas, y 3) Patagonia austral.

1.—En la primera región tenemos sólo distritos esporádicos ocupados por estas rocas, como ser, la costa entre Chañaral y Taltal; la costa al S. de Tongoy; la región del Choapa, al oeste de Mincha. En los dos primeros es mucho más posible que se trate de rocas mesozoicas metamorfoseadas por las intrusiones de la diorita andina. Pero, en cambio, el tercero representa un elemento metamórfico antiguo, pues sabemos que, en contacto con él, existen formaciones paleozoicas que no han experimentado metamorfismo y que se depositaron cuando ya la serie anterior estaba fuertemente metamorfoseada. Este conjunto de rocas consiste en micacitas, cuarcitas y rocas verdes anfibólicas, lo cual nos indica que se trataba de un complejo de sedimentos, con lavas intercaladas.

2.—En la segunda región, las rocas metamórficas alcanzan un gran desarrollo a lo largo de la Cordillera de la Costa y son, en su mayor parte, idénticas a las recién mencionadas para la zona del Choapa. El tipo petrográfico predominante es la micacita, aunque en muchos sectores el metamorfismo es menos acentuado, pasando entonces a constituir filitas. Hay también algo de cuarcitas. A juzgar por el metamorfismo de carácter regional, debe tratarse de una serie muy antigua, y,

por lo que sabemos de la región del Choapa, serían anteriores al Paleozoico, aunque no tenemos comprobaciones directas, pues los sedimentos fosilíferos más antiguos superpuestos a ellas son las pizarras y conglomerados neotriásicos de Quilacoya y Nielol, en las provincias de Concepción y Cautín, respectivamente. En las provincias de Cautín, Valdivia y Chiloé existen, dentro de la serie de rocas metamórficas, algunos pequeños macizos de peridotitas, en los cuales se han formado depósitos de asbestos de actinolita y tremolita. Las peridotitas contienen, en algunas partes, indicios de cromo, níquel y platino. En la Cordillera de la Costa de Arauco se han encontrado itabiritas, pero su contenido en fierro es bajo. Además, se mencionan pequeños depósitos de manganeso.

De las rocas metamórficas de esta región habría que separar un conjunto que aparece en las provincias de Maule y Ñuble, el cual, cuando está en contacto con el batolito de diorita andina, muestra un metamorfismo muy acentuado, pero en los lugares alejados del contacto tiene las características de un sedimento normal, que corresponde posiblemente al triásico.

Por estos motivos, la región que podemos considerar con más probabilidad como ocupada por las rocas precámbricas, es la situada al S. del río Itata. A partir de su desembocadura, ella abarca toda la Cordillera de la Costa, salvo las áreas ocupadas por sedimentos terciarios; pero, por lo general, éstos forman una faja muy estrecha pegada a la costa, salvo en la provincia de Arauco, donde adquieren mayor extensión. La otra interrupción la constituye el macizo de diorita andina de la Cordillera de Nahuelbuta. En la parte S de la provincia de Cautín y en la de Valdivia, el área de rocas metamórficas avanza hacia el interior hasta la región de los lagos, situación que tal vez se mantiene en la provincia de Llanquihue, aunque aquí los sedimentos glaciales y materiales volcánicos modernos no permiten ver el límite oriental, pero su existencia en la costa oriental de los golfos Ancud y Corcovado hacen muy posible esta suposición.

Al sur del canal de Chacao, las rocas metamórficas constituyen la mayor parte de la isla de Chiloé, los archipiélagos de Guaitecas y Chonos y la península de Taitao, terminando en el golfo de Penas.

En la provincia de Aysén aparecen las rocas metamórficas también en la falda oriental de los Andes, especialmente al interior del lago Buenos Aires, donde llevan algunos gruesos bancos de mármol, con yacimientos de plomo y zinc. (Fig. 6). Se ha puesto en duda la correspondencia de las rocas metamórficas del lago Buenos Aires con las de la Cordillera de la Costa, atribuyéndoles una edad paleozoica antigua, en vista de que su metamorfismo sería menos acentuado. Pero, según hemos visto, dentro del conjunto metamórfico de

la Cordillera de la Costa hay también tramos que exhiben estas características, de modo que ellas no bastan para hacer la separación. Además, el menor metamorfismo se manifiesta sólo en los miembros más altos de la serie.

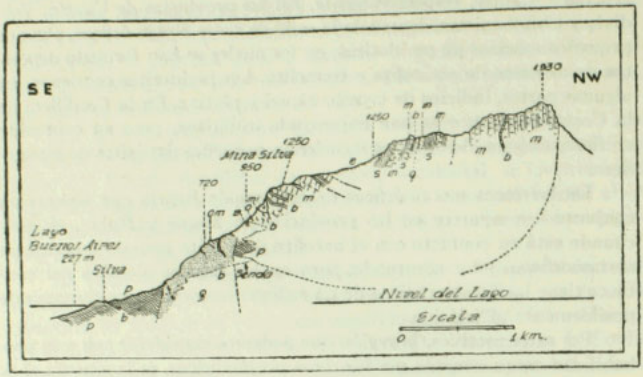


FIG. 6.—Perfil geológico de la costa del lago Buenos Aires (según Heim): *p* = filitas cuarcíferas; *s* = filitas calcáreas; *m* = mármol; *mi* = mármol impregnado con siderita, drópsido y menas; *o* = mineral de plomo; *g* = granito; *a* = andesita café; *b* = diques básicos.

3.—En el golfo de Penas desaparece el complejo de rocas metamórficas, para reaparecer posiblemente en la península Muñoz Gamero y continuar en forma de una faja estrecha por la parte occidental de la isla Riesco y de la península Brunswick y proseguir después por la isla Clarence, la isla Capitán Aracena y la región meridional de la isla Grande de Tierra del Fuego.

La única demostración que tenemos en la parte occidental de la cordillera andina de la existencia de rocas metamórficas en estas latitudes, es su presencia en las islas Evangelistas, pero este dato es preciso tomarlo con mucha reserva, por la cercanía del batolito andino y lo restringido de los afloramientos.

El conjunto de rocas metamórficas de la Patagonia austral tiene muchas analogías con el de más al norte, pues aquí también predominan las micacitas, cuarcitas y rocas verdes.

La formación metamórfica que acabamos de analizar, existe también en muchos sectores de la parte oriental de la Cordillera de los Andes argentina, descansando sobre ellas los sedimentos paleozoicos, lo que en Chile ocurre solamente en la provincia de Coquimbo. En todo

el resto del país, los sedimentos superpuestos son mesozoicos o terciarios. Esto nos está indicando la persistencia de condiciones continentales en la mayor parte del territorio chileno, desde la época de plegamientos hurónicos, ocurridos a fines del precámbrico, hasta el Mesozoico, formando Chile parte del continente patagónico.

Las señales del volcanismo durante el precambriano son poco evidentes. Fuera de las rocas verdes que hemos atribuído a lavas básicas y de los pequeños macizos de peridotitas, no encontramos señales claras de otras manifestaciones. Posiblemente existieron también efusiones ácidas, por el hecho que en la región del Puelo y del lago Buenos Aires se menciona la presencia de porfiroides (pórfidos metamorfoseados). Además, es digno de mencionarse que todos los rodados que existen en las formaciones basales paleozoicas y mesozoicas corresponden a queratófiros cuarcíferos y granitos, los cuales podrían provenir de regiones situadas al poniente de la costa actual.

III. *Paleozoico*

A COMIENZOS del Paleozoico, durante el cámbrico, se produce una ingresión marina sobre el continente de Brasilia, formándose un extenso golfo, cuyos sedimentos se encuentran en una angosta faja de la Cordillera Oriental de Perú, Bolivia y Argentina. Esta incursión se va acentuando con el tiempo, y durante el silúrico el mar ha logrado dividir el actual continente suramericano en dos masas, separadas por un mar epicontinental relativamente estrecho, que va desde el Perú hasta las sierras de la provincia de Buenos Aires. En realidad, la ligazón de los sedimentos paleozoicos silúricos de la Precordillera argentina, con los de las Sierras de la provincia de Buenos Aires, es hipotética, y parece que los sedimentos paleozoicos se extienden también a lo largo de la ladera oriental de la cordillera andina, hasta la Patagonia. Pero esto no afecta mayormente la separación postulada de los macizos continentales: Brasilia y Patagonia.

Los sedimentos depositados en estos mares paleozoicos son afectados en repetidas ocasiones por movimientos orogénicos, los cuales transforman poco a poco las cuencas marinas en grandes montañas y áreas continentales, de modo que a fines de esta era ya dichos mares han desaparecido y vuelven a soldarse los macizos de Brasilia y Patagonia, para llegar a constituir, junto con Africa, India y Australia, el gran continente de Gondwana, el cual tiene su apogeo desde el pérmico hasta el triásico.

Las formaciones paleozoicas en Chile tienen poca propagación, si aceptamos que todo el conjunto de rocas metamórficas descritas anteriormente corresponden al precámbrico. Describiremos someramente las regiones donde se presenta el Paleozoico:

1. Provincia de Antofagasta.—En algunos cerros de la pampa situada al oriente de Tocopilla se encuentra un conjunto sedimentario constituído por pizarras, grauvacas y cuarcitas, descrito por Wetzel (1927). Las pizarras llevan algunos restos vegetales de identificación poco segura y corresponderían al permo-carbonífero. Toda la serie está afectada por un intenso plegamiento.

Posiblemente corresponden también al Paleozoico un conjunto de areniscas cuarcíticas y pizarras descritas por Brüggen (1942) en la Puna de Atacama, donde forman la base de los sedimentos del geosinclinal andino. Ellas, lo mismo que las de Tocopilla, serían la continuación occidental de las formaciones paleozoicas que constituyen las sierras occidentales de la provincia de Salta. Como el aspecto de estas rocas es muy diferente del conjunto metamórfico, a pesar de estar ellas en una zona de intensos plegamientos, tendríamos en esta circunstancia otro punto de apoyo para considerar la serie metamórfica como más antigua que el Paleozoico.

2. Provincia de Coquimbo.—En ella encontramos las formaciones paleozoicas mejor definidas del país, que se encuentran en dos sectores.

Al interior de Elqui, en las cercanías de los Baños del Toro, aparecen, según Gröber (comunicación verbal), sedimentos continentales en forma de tilitas, que él considera de edad pérmica.

La zona mejor definida con sedimentos paleozoicos es la costa de la provincia de Coquimbo, entre los Vilos y Puerto Obscuro, descrita por Muñoz Cristi (1942), pues en ellos hay intercalados algunos niveles fosilíferos que permiten fijar su edad con relativa exactitud. Los sedimentos de mayor propagación consisten en pizarras filíticas y areniscas, intensamente plegados, con restos vegetales indeterminables, que podrían corresponder al devónico o carbonífero inferior. Sus afloramientos más característicos están en la costa del puerto de Los Vilos y desde la desembocadura del Río Choapa hasta Chigualoco, internándose en esta última región hasta los lavaderos de oro de Casuto. Este conjunto lo hemos denominado en la monografía mencionada «Estratos de los Vilos» y «Estratos de Arrayán», pero seguramente son homólogos. No se conoce la base de esta serie, pero, a juzgar por la gran cantidad de mica que contienen las areniscas, deben haberse formado sobre un piso de micacitas.

El grupo siguiente consiste en pizarras y areniscas, también con fuerte plegamiento, pero de un estilo muy diferente del anterior. Este conjunto lo hemos denominado «Estratos de Totoral» y «Estratos de Puerto Manso». Los primeros consisten en pizarras arcillosas con restos vegetales, alternados con arcosas y conglomerados, cuyos rodados

son de cuarzo, queratófiros y pizarras cristalinas; y los segundos, en pizarras arcillosas con banquitos de areniscas. Indudablemente, el primer grupo es continental y el segundo, marino. Desgraciadamente, no se puede observar la conexión entre ambos. A este conjunto, que seguramente está separado por una discordancia del anterior, le atribuímos la edad neo-carbonífera. (La edad de los Estratos de Totoral podría ser también triásica).

El tercer grupo de sedimentos paleozoicos es el mejor definido, y lo hemos denominado «Estratos de Huentelauquén». Ellos descansan, claramente en discordancia, sobre los dos anteriores, aunque no es posible ver una superposición bien definida. Esta serie parece que tiene en su base una tilita (morrena antigua), con intercalaciones de conglomerados y areniscas. Sobre ella se apoya un complejo muy potente de pizarras arcillosas, con escasas intercalaciones de areniscas y calizas, las cuales pasan en la parte superior a areniscas gruesas y conglomerados. Los fósiles encontrados en las calizas y pizarras indujeron a Fuenzalida (1940) a colocar este conjunto en el carbonífero superior, por comparación con el carbonífero del lago Titicaca. Pero los estudios recientes de Dunbar (1945) han demostrado que estas capas son, en realidad, pérmicas, de modo que los Estratos de Huentelauquén serían también de esta edad, y equivalentes, por lo tanto, a capas análogas conocidas en la Precordillera de la provincia de San Juan.

Los Estratos de Huentelauquén tienen su mayor propagación en los alrededores del curso inferior del río Choapa, tanto al N. como al S. (Fig. 7).

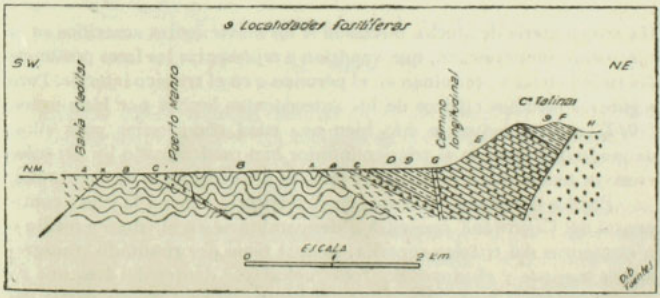


FIG. 7.—Perfil geológico entre Puerto Manso y cerro Talinai (prov. de Coquimbo).

A = precámbrico, micacitas; *B* = Carbonífero, pizarras y areniscas; *C* = pérmico, filitas; *D* = pérmico, pizarras; *E* = triásico, conglomerados y arcosas; *F* = triásico, pizarras; *G* = triásico, diabasas; *H* = mesocretáceo, diorita andina; *x* = corrimientos.

Aunque no tenemos demostraciones concluyentes, podemos suponer, con mucha probabilidad, que faltan en este distrito paleozoico las formaciones anteriores al devónico, pues en inmediata vecindad a los sedimentos mencionados más arriba se encuentran las micacitas del basamento cristalino, y es difícil suponer que ellos hubieran sido totalmente arrasados por la erosión.

Considerando el conjunto de los sedimentos paleozoicos en Chile y su relación con los de la Puna y de la Precordillera argentina, podemos ver que ellos vienen a representar la expansión hacia el poniente de la cuenca de sedimentación paleozoica de las regiones nombradas, la cual debió tener su orilla occidental en una masa continental que se extendería al poniente de la actual Cordillera de la Costa. Aquí, lo mismo que en Argentina, el Paleozoico termina con sedimentos continentales, debido a la orogénesis hercínica que da origen al continente de Gondwana.

La actividad orogénica, que está bien clara en el distrito paleozoico chileno, es la correspondiente al ciclo hercínico, con dos subfases bien marcadas: una en el neo-carbonífero y otra en el neo-pérmico. La primera desarrolló una tectónica de pliegues estrechos y enteramente irregulares, mientras que la segunda parece que actuó especialmente en forma de corrimientos.

Las únicas manifestaciones eruptivas que podríamos atribuir al Paleozoico, son los filones de queratófiros cuarcíferos, que existen con relativa abundancia en los Estratos de Los Vilos, pues ellos han sido comprometidos en el plegamiento.

IV. *Mesozoico*

Ha sido materia de mucha discusión si los movimientos acaecidos en el continente suramericano, que vendrían a representar las fases póstumas del ciclo hercínico, terminan en el pérmico o en el triásico inferior. Pero según los estudios críticos de los antecedentes hechos por Harrington (1942), parece deducirse más bien una edad neo-pérmica para ellos, de modo que durante el triásico inferior han predominado los procesos erosivos tendientes a destruir los relieves del continente de Gondwana.

Por los datos que tenemos, en el territorio chileno la masa continental del Gondwana comienza a desmembrarse en el triásico medio o a comienzos del triásico superior, lo cual tiene por resultado transgresiones marinas y efusiones de rocas volcánicas dentro del área que va a constituir más tarde el geosinclinal andino, el cual abarca partes del antiguo geosinclinal paleozoico, pero también muchas áreas que en el Paleozoico se mantuvieron con las características de tierra firme. Este geosinclinal andino tenía su límite oriental en la falda oriental de la cordillera andina y se cerraba por el sur probablemente en la región

sur-occidental del Neuquén. Su borde occidental, aunque es muy difícil fijarlo con certeza, lo podemos suponer aproximadamente en una línea de rumbo NO que pase por Talcahuano.

En este geosinclinal se van a acumular durante la mayor parte del Mesozoico potentes formaciones sedimentarias y volcánicas, las cuales se pliegan durante el mesocretáceo, para llegar a constituir la Cordillera de los Andes, terminando en este momento la existencia del geosinclinal.

Pero ésta no es la única cuenca de sedimentación formada en el Mesozoico, pues en la parte austral de América del Sur se forma otra, que denominaremos geosinclinal de Magallanes, mediante una transgresión del Atlántico, que parece haber avanzado hasta cerca de Bariloche. Su borde occidental estuvo, al parecer, en el macizo metamórfico de la Patagonia occidental y el oriental en la Patagonia argentina. Este geosinclinal magallánico nace en el cretáceo inferior y desaparece con los movimientos acaecidos posiblemente durante el oligoceno, de modo que no es sincrónico con el geosinclinal andino, que nace y desaparece con anterioridad. También su evolución y orogénesis son bastante diferentes.

Pero las dos cuencas presentan una característica común y es que en sus comienzos tienen lugar grandes efusiones de lavas ácidas, de modo que, posiblemente, el hundimiento y las efusiones son fenómenos relacionados.

A fin de ser más claros en esta exposición, trataremos ambas cuencas independientemente.

1. *El geosinclinal andino*

a) Triásico

La región donde podemos estudiar mejor los comienzos de la historia del geosinclinal andino, es la Cordillera de la Costa de las provincias de Coquimbo y Aconcagua, donde encontramos sedimentos que van desde el triásico medio hasta el dogger.

En Los Vilos, la base del triásico está constituída por los sedimentos paleozoicos que hemos denominado «Estratos de Los Vilos», cuya edad atribuímos al devónico o carbonífero inferior. Su contacto con el triásico está señalado por la presencia de una brecha, de más o menos 10 m. de espesor, con cierta foliación de rumbo E-W y 20° de inclinación al S, o sea, concordante con los sedimentos triásicos superpuestos. El origen de esta brecha lo podemos atribuir a escombros de falda o relleno de bolsones en una región de clima desértico, el cual habría predominado durante el pérmico superior y triásico inferior. Sobre esta

brecha se apoyan areniscas arcósicas, que pasan luego a conglomerados finos, alternados con arcosas. Los rodados de los conglomerados son, en su mayoría, de queratófiros, pero los hay también de granitos aplíticos y de cuarzo. El espesor de este conjunto es de alrededor de 200 m.

Sobre esta serie de areniscas y conglomerados, que evidentemente tiene el carácter de un sedimento formado en una costa, se apoya un paquete de pizarras marinas, de más o menos 100 m. de espesor, con una fauna que permite asignarle una edad mesotriásica o cárnica (base del triásico superior). Sobre ellas hay más o menos 150 m. de areniscas, conglomerados, tobas y mantos de queratófiros, apoyándose sobre este conjunto un espesor enorme de queratófiros, seguramente sobre 2.000 m. Estos queratófiros llevan en sus niveles más altos algunas intercalaciones plantíferas, que demuestran el relleno de la cuenca marina por estas lavas. Pero las épocas de emersión parecen ser pasajeras, pues a poca distancia de las capas plantíferas se intercala entre los queratófiros un espesor enorme, tal vez sobre 1.000 m., de pizarras marinas de edad nórica, las cuales, a su vez, son cubiertas por queratófiros con intercalaciones delgadas de pizarras, a veces marinas y otras, continentales, es decir, tenemos un régimen de oscilaciones provocadas por movimientos del fondo del mar o por la llegada de un exceso de material de relleno a las cuencas.

El triásico termina en esta región con un conjunto de areniscas y conglomerados finos, con restos vegetales, los cuales debemos atribuir al rético.

Otra región muy interesante donde se conoce el desarrollo del triásico, es la del valle superior del río Huasco, al E de Alto del Carmen (Brüggen, 1934). Allí, sobre las micacitas antiguas, descansan pórfidos cuarcíferos y tobas, con un espesor superior a 400 m., y sobre ellos hay pizarras marinas con fósiles del triásico superior, cubiertos por areniscas y conglomerados, con restos de plantas. Indudablemente, el conglomerado basal de Los Vilos se ha originado por la transgresión del mar sobre los pórfidos, equivalentes a los de Huasco Alto.

También se conoce el triásico de La Ternera, en la provincia de Atacama, donde está representado por conglomerados y pizarras plantíferas, con mantitos de carbón. Por la falta de sedimentos marinos intercalados, no se puede asegurar si esta serie continental es equivalente a la de Los Vilos y Huasco Alto, o al rético, como se le considera generalmente. En la provincia de Atacama existen también formaciones triásicas en la cercanía del tranque Lautaro, representadas por pórfidos y sedimentos, con troncos fosilizados (Bailey Willis, 1929).

En la provincia de Concepción volvemos a encontrar sedimentos triásicos en Quilacoya, donde aparecen areniscas, conglomerados y pizarras con mantitos de carbón, además de pizarras marinas con fósiles

cárnicos, según Steinmann (1921). Por tal motivo, podemos paralelizar estas capas con las basales de Los Vilos. En condiciones análogas se presentan los sedimentos triásicos con mantos de carbón en la región de Huimpil, en la provincia de Cautín (Fritzche, 1921).

En la Cordillera de la Costa de las provincias de Maule y Ñuble tienen gran desarrollo ciertas pizarras arcillosas, que en las vecindades de las intrusiones de diorita andina muestran un intenso metamorfismo, transformándose en filitas y micacitas; en cambio, en los lugares más alejados tienen el aspecto de sedimentos normales.

Por los antecedentes que tenemos de la distribución y particularidades de los sedimentos mesozoicos en la Cordillera de la Costa, es muy probable que también estas pizarras sean triásicas.

Al S de Cautín no tenemos ningún antecedente referente a la existencia de sedimentos triásicos.

De esta ligera enumeración de las formaciones triásicas conocidas en el país podemos deducir los rasgos generales de los acontecimientos ocurridos en aquella época. En el largo régimen continental que reina en el continente de Gondwana durante el pérmico superior y triásico inferior y medio debieron producirse importantes efusiones de lavas ácidas, representadas por queratófiros y pórfidos cuarcíferos y cuya facies intrusiva corresponde a granitos sódicos que inyectan las facies efusivas. Por la destrucción de estos materiales se produce la depositación de conglomerados y areniscas en extensas cuencas subaéreas y también de pizarras con mantos de carbón. Posiblemente se trate de cuencas parálicas, en vista de que luego estos sedimentos toman un carácter francamente marino, ocasionado por la invasión del mar desde el poniente. Esta transgresión señala el comienzo del geosinclinal andino. Pero pronto se renuevan las efusiones de queratófiros, con un carácter ligeramente más básico que los anteriores, y las lavas rellenan el espacio ocupado antes por el mar, de modo que se forman cuencas lagunares de agua dulce y pantanos, señalados por la existencia de pizarras plantíferas. Sin embargo, éstos son episodios transitorios, porque en la costa el mar vuelve a avanzar durante el nórico, depositando un espesor considerable de sedimentos marinos. A fines del nórico se reanudan las efusiones de queratófiros, los cuales exhiben escasos episodios sedimentarios continentales o marinos, y por fin el ambiente vuelve a tornarse continental, con la depositación de conglomerados y arcosas. Entre los rodados se observan algunos restos vegetales silicificados.

El término de las oscilaciones entre mar y tierra se produce, al parecer, no sólo mediante el relleno de la cuenca por las lavas, sino posiblemente por movimientos diastróficos muy importantes.

El relieve originado por estos movimientos es destruído durante el rético, época en la cual se prepara el terreno para las transgresiones liásicas.

b) Jurásico

En el geosinclinal andino tiene un gran desarrollo el jurásico, que siempre se presenta enteramente independiente del triásico en su parte inferior. En cambio, en la superior existe una transición paulatina hacia el cretáceo inferior, de modo que es preciso establecer una separación bien marcada entre las formaciones que van desde el titoniano al neocomiano, por una parte, de las correspondientes al liásico-dogger. En este acápite nos referiremos sólo a esta última.

El lapso lías-dogger es una época de muy poca tranquilidad en el desarrollo de los fenómenos geológicos, debido a la intensidad de los procesos volcánicos, lo cual tiene por consecuencia también una gran inestabilidad de la corteza, originándose por ello repetidos avances y retrocesos del mar. Pero antes de tratar de sintetizar los acontecimientos, describiremos brevemente las localidades donde se conocen las formaciones de esta época.

En la provincia de Tarapacá, en el Morro de Arica, existen, según Douglas (1914), sedimentos marinos calovianos, alternados con lavas porfiríticas, y estas formaciones siguen aflorando a lo largo de la Cordillera de la Costa hasta un poco más al S de Iquique. En las cercanías de esta ciudad, en las minas de plata de Huantajaya y Santa Rosa, los sedimentos intercalados entre las porfiritas corresponden al bajociano.

En la provincia de Antofagasta encontramos en algunos lugares las capas que forman el yacente del jurácico. Así, en Limón Verde menciona Wetzel (1927) una serie sedimentaria constituída por calizas del lías y dogger inferior, descansando discordantemente, por medio de un conglomerado, sobre pórfidos cuarcíferos triásicos.

Una localidad muy conocida por la gran abundancia de fósiles doggerianos es Caracoles, en el departamento de Antofagasta, descrito por Steinmann-Stehn (1924). Según estos autores, la base del Mesozoico consistiría en un granito antiguo (pero no es un dato bien comprobado). Las rocas superpuestas consisten en sedimentos que van desde el bajociano al caloviano, con intercalaciones de materiales porfiríticos. Sobre el caloviano se encuentra un manto de yeso, de 20 m. de espesor, que se atribuye al oxfordiano y que está cubierto por sedimentos del malm. La faja de sedimentos doggerianos se continúa hacia el S por la Cordillera Domeyko.

Al interior de Potrerillos, en el salar de Pedernales, aflora, según Wenzel (1938), una gruesa serie de sedimentos correspondientes al

lías-dogger, en la base de los cuales hay un granito que sería más moderno. Pero según la opinión de Harrington (comunicación personal), el granito es más antiguo. Las primeras lavas porfiríticas aparecen en la sección caloviana del perfil.

En la provincia de Atacama es muy conocido el jurásico de La Ternera, en la quebrada de Paipote, descrito por Steinmann (1896) y posteriormente por Brüggen (1917). Aquí la base del jurásico está constituída por sedimentos triásicos (¿rético?), sobre los cuales descansa un potente horizonte de sedimentos porfiríticos, consistentes en areniscas tobíferas rojas, con intercalaciones de calizas, las cuales pasan hacia arriba a conglomerados porfiríticos. Condiciones análogas se encuentran en la región de Amolanas, Jorquera y La Iglesia, en el valle superior del Río Copiapó, según las descripciones de Möricke (1894).

También en el valle superior del río Huasco, al este de Alto del Carmen, menciona Brüggen (1934) la existencia de conglomerados porfiríticos jurásicos, descansando sobre sedimentos triásicos.

En la provincia de Coquimbo, en la Cordillera de Doña Ana, se encuentran, según Bayle-Coquand (1851), sedimentos liásicos intercalados entre rocas porfiríticas. Más al sur de esta localidad parece que ya no vuelven a aparecer en la cordillera chilena los sedimentos del lías y dogger, hasta la región de Tinguiririca. Pero aquí las capas más antiguas del caloviano parecen no tener materiales porfiríticos, sino porfíricos, de modo que las porfiritas comenzarían recién en el malm. Igual cosa ocurre, según Felsch (1915), en el alto Bío-Bío.

Más al sur del paralelo 39° ya no existe la formación porfirítica, pues la cordillera está constituída exclusivamente por la diorita andina, pizarras cristalinas y rocas efusivas terciarias y cuaternarias. Esta desaparición podría atribuirse a las intrusiones y erosiones, pero es difícil suponer que se hubieran conservado las rocas cristalinas antiguas y no las porfiritas. Mayores visos de verosimilitud tiene la suposición que la zona débil, en la cual se produjeron las efusiones del jurásico, termine en este sector.

En la Cordillera de la Costa se presenta bien desarrollado el comienzo del lías y dogger en la parte sur de la provincia de Coquimbo y en la de Aconcagua, cerca de La Ligua (Fig. 8). Aquí (Muñoz Cristi, 1938), la base del lías está constituída por conglomerados réticos provenientes de la destrucción de los queratófiros nóricos, sobre los cuales se apoya una potente serie de areniscas, pizarras y calizas correspondientes al lías inferior. En la sección superior aparecen queratófiros con intercalaciones de tobas, calizas y pizarras, que en sus tramos superiores llegan hasta el bajociano. Más arriba en el perfil, comienza recién la formación porfirítica, con lavas, tobas y brechas porfiríticas.

Condiciones parecidas tenemos en la región de Calera (Fig. 9), donde existen también los queratófiros liásicos, cubiertos por una serie sedimentaria que consiste en areniscas, conglomerados y mantos de carbonato cálcico, la cual está cubierta por porfiritas y tobas porfiríticas del bajociano.

Pero no siempre el terreno sobre el cual descansan las efusiones porfiríticas corresponde a los mismos niveles estratigráficos, pues en la región de Longotoma ellos pueden ser queratófiros liásicos, pizarras doggerianas o granitos y queratófiros triásicos.

En la parte sur de la provincia de Coquimbo, en las cabeceras del estero Millahue, la base de la formación porfirítica está constituída por conglomerados, con rodados de queratófiros provenientes de la denudación de los queratófiros nóricos, de modo que ha sido denudado por la erosión un tramo considerable de las rocas neotriásicas, posiblemente durante el rético, época en la cual esta región habría constituído un área elevada, expuesta a la denudación subaérea, motivo por el cual tampoco se depositaron los sedimentos liásicos, y recién en el bajociano empieza la sedimentación normal de los materiales porfiríticos.

Este hecho nos estaría demostrando también que a fines del triásico se han producido movimieros tectónicos intensos.

Desde la provincia de Santiago hacia el sur no aparece la base de la formación porfirítica, porque las áreas correspondientes a ellas han sido invadidas por la intrusión de la diorita andina, pero a lo menos en la provincia de Santiago está evidente la existencia de las porfiritas mesojurásicas, como queda atestiguado por el contenido fosilífero de algunos sedimentos intercalados. Más al S de Santiago continúa la formación porfirítica en la Cordillera de la Costa y en algunos cerros aislados del Valle Longitudinal, más o menos hasta el límite de las provincias de Talca y Maule. Cerca de Santa Cruz, las pizarras intercaladas en la formación porfirítica llevan fauna del cretáceo inferior.

De los datos anotados anteriormente podemos deducir que, exceptuando la región cordillerana de las provincias de Atacama y Coquimbo, las efusiones porfiríticas comenzaron en el dogger, pero su iniciación no es simultánea en todo el geosinclinal andino.

Debido a la intensa actividad eruptiva del jurásico en el territorio chileno, casi la totalidad del perfil de esta época está representado por lavas, tobas y brechas volcánicas, con escasas intercalaciones de sedimentos propiamente tales, los cuales predominan en la orilla oriental.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

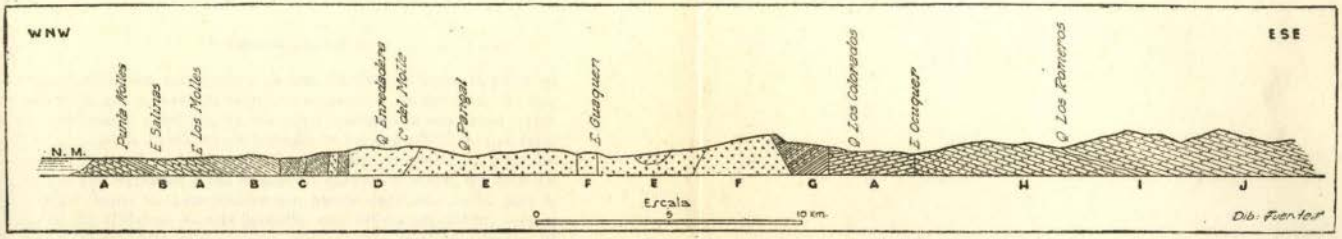


FIG. 8.—Perfil geológico por la parte nor-occidental de la provincia de Aconcagua.

A = lavas y tobas de queratófiros (triásico superior); *B* = pizarras plantíferas (triásico superior); *C* = pizarras filíticas con filones de pórfidos cuarcíferos y granitos (Paleozoico); *D* = porfirita (jurásico); *E* = granodioritas, tonalitas, gabros (mesocretáceo); *F* = granito aplítico (mesocretáceo); *G* = pizarras, margas y calizas (lias inferior y medio); *H* = queratófiros (lias superior); *I* = Discordancia (?); *J* = porfiritas, brechas, tobas y conglomerados porfiríticos (jurásico).

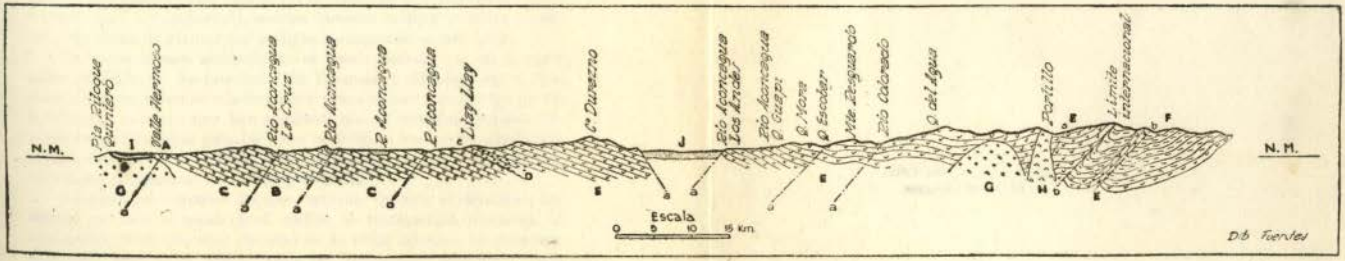


FIG. 9.—Perfil geológico esquemático por el paralelo 32° 50'.

A = areniscas y pizarras (¿triásico?); *B* = queratófiros, areniscas, calizas (lias); *C* = porfiritas, calizas, pizarras (dogger); *D* = conglomerados porfiríticos del Tabón (titoniano-neocomiano); *E* = porfiritas y sedimentos porfiríticos (titoniano-neocomiano); *F* = Areniscas, calizas, yeso (titoniano-neocomiano); *G* = diorita andina (mesocretáceo); *H* = andesitas y basaltos (terciario); *I* = areniscas marinas (cuaternario); *J* = rellenos de valles actuales (aluvium); *a* = fallas probables; *b* = corrimientos posibles; *c* = discordancias.

Las formaciones titonianas neocomianas no se conocen en Tarapacá, tal vez por la amplia cubierta de rocas terciarias.

En Antofagasta, según los estudios de Brüggen (1934) y Felsch (1933), el titoniano-neocomiano está representada por las calizas del Way, intercaladas entre porfiritas situadas en las cercanías del puerto de Antofagasta. Al interior de Calama y hasta el límite argentino, existen conglomerados, areniscas y arcillas rojas atribuídas al Neocomiano, las cuales en algunas partes encierran sedimentos petrolíferos y esquistos bituminosos (Fig. 10).

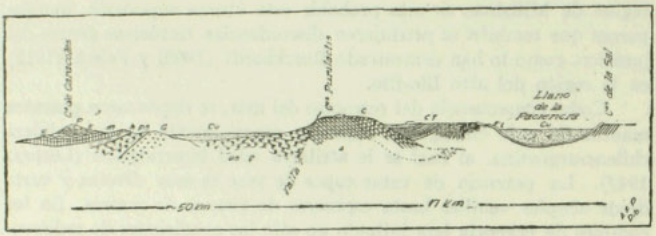


FIG. 10.—Perfil geológico esquemático entre Caracoles y cerros de la Sal (provincia de Antofagasta) (según Steinmann y Brüggen).

Jurásico: *ps* = sedimentos porfiríticos jurásicos; *h* = dogger; *m* = caloviano; *g* = yeso; *k* = calizas superiores; *p* = porfiritas; *G* = granito de edad indeterminada (Según Steinmann).

Titoniano-neocomiano (?): *A* = areniscas de Purilactis; *C* = conglomerados de Purilactis (Según Brüggen).

Terciario: *CT* = conglomerados de Tambores; *Ay* = arcillas yesíferas; *L* = lipa-ritas; *Cu* = cuaternario (Según Brüggen).

En el centro de la provincia de Atacama, el titoniano-neocomiano tiene una amplia propagación y está constituído por un grueso paquete de margas y calizas, intercalado entre las rocas porfiríticas (Biese, 1942). En este complejo es donde se encuentran los yacimientos de plata más importantes, como el de Chañarcillo. Probablemente esta faja de sedimentos sigue hacia el NNE, y corresponden a ella los sedimentos que se encuentran al interior de Calama, y por el S hasta Punta Colorada.

Más al S., en el valle del Río Elqui, predomina la formación porfirítica, constituída por lavas, brechas, tobas, areniscas y arcillas rojas, y no se ven los sedimentos del valle de Copiapó, lo cual se debe, seguramente, a que aumentan las intercalaciones porfiríticas entre los sedimentos, hasta llegar a predominar, pero sin que desaparezcan totalmente estos últimos.

En el centro del departamento de Ovalle tienen gran propagación los sedimentos porfiríticos, constituídos por conglomerados, areniscas y tobas rojas, con estratificación bien perfecta, y entre los conglomerados se encuentran algunos cantos de calizas, provenientes seguramente de la erosión de las calizas del dogger. Entre estos sedimentos se intercalan lavas porfiríticas. Esta serie muestra a lo largo del río Hurtado un plegamiento suave. En condiciones idénticas encontramos la formación porfirítica en Combarbalá, Salamanca, y posiblemente llega hasta la cordillera del límite. Igual cosa ocurre en las provincias de Aconcagua y Santiago.

En la región del Tabon, del ferrocarril de Santiago a Valparaíso, tenemos demostraciones claras de la transgresión, la cual está señalada por un conglomerado porfirítico grueso, con intercalaciones de tobas (Fig. 9). Este conglomerado descansa sobre porfiritas amigdaloídeas, las cuales corresponden probablemente al dogger, pues son la continuación de las de Quillota (bajocianas).

En las regiones situadas más al sur de Santiago, salvo la Cordillera de la Costa de la provincia de O'Higgins, parece que toda la formación porfirítica corresponde al titoniano-neocomiano, pues, sin excepción, las intercalaciones fosilíferas que se mencionan acusan fósiles de esta edad.

La formación porfirítica titoniana-neoconiana lleva un grueso paquete de pizarras y calizas fosilíferas en los siguientes lugares:

Campamento Valdés (en el valle superior del Río Maipo), Vegas del Flaco (en el valle del Tinguiririca), La Lajuela (cerca de Santa Cruz, en la Cordillera de la Costa) y cordillera andina del Maule.

Estas tres intercalaciones nos indican la existencia de episodios importantes de sedimentación marina, pero no sabemos si las tres nombradas son sincrónicas. Parece que ellas presentan las mismas características que en la provincia de Atacama, es decir, se acuñan a lo largo de la corrida. Las calizas que encierran constituyen una reserva muy importante de materia prima para la industria.

Pero también se intercalan en la formación porfirítica sedimentos lagunares, como son las pizarras y calizas de Veta Negra (al oriente de Melón), y de pantanos, representados por pequeños mantitos de carbón en Chacabuco, Cerro Ramón, Cerro Escorial y otros lugares.

Los conglomerados porfiríticos, que hemos mencionado como muy característicos para el titoniano-neocomiano, se han originado seguramente por la transgresión del mar sobre las formaciones volcánicas acumuladas en la parte occidental del geosinclinal durante el dogger, y como las efusiones han continuado hasta el neocomiano en la misma región, el desarrollo de los conglomerados pudo ser considerable. Estos

materiales porfiríticos parece que se hacen más finos hacia el E, y pasan a sedimentos clásticos normales.

La sedimentación del titoniano-neocomiano termina posiblemente en el barremiano o aptiano, época en la cual parece que empieza a producirse el retroceso del mar, a consecuencia de la iniciación de los movimientos que originaron la Cordillera de los Andes. Por efecto de este retroceso, se formaron en la cordillera de Juncal potentes capas de yeso.

Resumiendo la historia del geosinclinal andino, tendríamos los siguientes acontecimientos:

1.°—En la parte occidental del continente de Gondwana se producen grandes efusiones de queratófiros, seguidas de un hundimiento, lo que trae como consecuencia el avance del mar desde el W al NW, el cual depositó, sobre los conglomerados basales, provenientes de la destrucción de los queratófiros y granitos, una serie de sedimentos marinos, a los cuales siguieron nuevas erupciones de queratófiros, que a veces lograron rellenar parte de la cuenca, pero luego viene un nuevo hundimiento, avanzando el mar y depositando varios cientos de metros de sedimentos marinos. Esta transgresión se conoce desde la costa del Pacífico, en Los Vilos, hasta Mendoza. Parece que el área afectada tiene la forma de un gran golfo. Otro avance se conoce en la región de Concepción;

2.°—Los sedimentos y lavas son afectados por fuerzas orogénicas, estableciéndose un relieve, destruído, en parte, por la erosión y sedimentación subaérea acaecida durante el rético;

3.°—A comienzos del lías, el mar avanza nuevamente, depositando sus sedimentos sobre la superficie denudada o sobre los sedimentos continentales del rético. En la cordillera andina de Atacama y Coquimbo tienen lugar efusiones de lavas porfiríticas, mientras que en la Cordillera de la Costa de Aconcagua y Coquimbo las efusiones son de queratófiros; ambas se intercalan entre los sedimentos. Durante el dogger, todas las lavas tienen carácter porfirítico;

4.°—A fines del caloviano retrocede el mar, debido talvez al fuerte relleno con materiales volcánicos o a movimientos orogénicos, y en algunas partes, especialmente en la Cordillera de los Andes, se depositan potentes capas de yeso; y

5.°—En el titoniano comienza una nueva transgresión, caracterizada por sedimentos normales en la orilla oriental y sedimentos porfiríticos en la occidental. Estos últimos a veces son interrumpidos por gruesas acumulaciones de margas y calizas. Se suceden continuamente regímenes marinos y continentales. La sedimentación abarca hasta el neocomiano, de un modo ininterrumpido. Al final de esta época, el mar

retrocede nuevamente, debido al comienzo de los movimientos que originaron la Cordillera de los Andes, depositándose en algunas partes espesores considerables de yeso.

2. *El geosinclinal de Magallanes*

a) Generalidades

AL TRATAR del basamento cristalino, formulamos la opinión que la Patagonia chilena durante el Paleozoico constituyó una zona continental estable, pero hicimos notar también que esta opinión es muy discutida, pues muchos de los geólogos que se han ocupado de este asunto se inclinan a considerar que las rocas metamórficas de la Cordillera patagónica serían sedimentos paleozoicos. Con el estado actual de los conocimientos no se puede dar una solución definitiva a este problema. Pero cualquiera que sea el punto de vista que se adopte, queda en claro un hecho, y es que desde comienzos del Mesozoico hasta el jurásico medio, posiblemente, esta región constituyó un área positiva, la cual formaba parte del continente patagónico.

En la Patagonia, lo mismo que ha ocurrido en todas las áreas continentales, sobre todo en aquellas formadas por rocas no muy antiguas, llega un momento en que se rompe la estabilidad y comenzaron a producirse los fenómenos característicos de las épocas de inestabilidad, es decir, erupciones volcánicas y hundimientos, lo que tuvo por resultado un avance profundo del mar sobre el continente, formándose una cuenca de sedimentación que denominamos geosinclinal de Magallanes, el cual se extiende desde la costa atlántica de Tierra del Fuego tal vez hasta las cercanías del lago Nahuelhuapi, es decir, tiene la misma longitud, aproximadamente, que la región de los canales de la Patagonia occidental. La anchura de este geosinclinal es relativamente reducida, limitando por el poniente con la cordillera patagónica y por el oriente, ya en territorio argentino, con los pórfidos jurásicos, los cuales descansan posiblemente sobre rocas antiguas.

Si trazamos un perfil en dirección NE, desde la cordillera hasta el eje del geosinclinal, encontramos las siguientes formaciones:

1.°—Basamento cristalino, formado por rocas metamórficas de edad indeterminada (posiblemente precámbricas), atravesado por el gran batolito de diorita andina mesocretáceo;

2.°—Serie porfírica, integrada por pórfidos y queratófiros cuarcíferos, con capas de tobas;

3.°—Complejo sedimentario titoniano-neocomiano, constituído por areniscas y arcillas marinas, que, en su parte inferior, engranan con la serie porfírica;

4.º—Complejo sedimentario marino senoniano a eoceno, formado por conglomerados, areniscas y pizarras, que, en su parte superior, pasa a continental y encierra mantos de carbón; y

5.º—Sedimentos continentales (¿miocenos?), con mucho material volcánico.

Pasando del eje hacia el NE debe repetirse la misma serie, hasta llegar a la serie porfírica que aflora en la costa atlántica, pero los afloramientos están ocultos por los sedimentos terciarios modernos y cuaternarios.

Este geosinclinal muestra varias discordancias, unas de carácter tectónico y otras por cambios en las condiciones de sedimentación. Si se revisan los diversos perfiles descritos, puede apreciarse que no todas las discordancias de una u otra clase tienen carácter general, sino que ellas se manifiestan en distritos más o menos extensos. Por tal motivo, se ha discutido acaloradamente durante muchos años si existe o no discordancia entre el cretáceo y el Terciario de la Patagonia. Los últimos estudios de Feruglio (1944) han venido a demostrar que en algunos sectores hay discordancia y en otros concordancia. Esto no tiene nada de extraño si se considera la anchura relativamente reducida de la cuenca, lo cual impidió un movimiento libre de los sedimentos.

Describiremos a continuación las características de las diversas formaciones que integran este geosinclinal, prescindiendo del basamento cristalino, al cual ya nos hemos referido más arriba.

b) Jurásico

Como ya lo mencionamos, el miembro más antiguo del jurásico es la serie porfírica.

El perfil más completo de esta serie es el dado por Kranck (1932) para el Monte Buckland (al sur del canal Gabriel, que separa la isla Dawson de Tierra del Fuego). Esta montaña tiene una altura de 1.850 m. y presenta la siguiente sucesión de capas, de abajo hacia arriba:

El basamento está constituído por esquistas micáceas negras y sobre él se apoyan unas capas fuertemente tectonizadas, que se puede seguir por 50 m. verticales, y encima aparece una alternación de pórfidos y conglomerados, predominando en éstos los materiales volcánicos, la cual abarca 300 m. verticales. A ella se superponen sedimentos tobíferos, con 150 m. de espesor, los cuales pasan a una alternación, en capitas muy delgadas, de tobas y esquistas con radiolarios, los cuales llegan a predominar hacia arriba hasta la cumbre. Estas pizarras muestran un fuerte plegamiento, con planos axiales casi horizontales.

La base de la serie porfírica se conoce también en los lagos San Martín y Buenos Aires, y está siempre constituída por las rocas metamórficas.

Las efusiones de pórfidos ocuparon un área enorme, que va desde el lago Nahuelhuapi hasta Tierra del Fuego; por el oriente llega a la costa atlántica, y hacia el poniente se propaga hasta la falda oriental de la Cordillera de los Andes. No existen antecedentes para decidir si el límite poniente estuvo más allá del actual, porque casi toda la cordillera en esta región está ocupada por la diorita andina mesocretácea. Parece probable que las lavas de la serie porfírica se hayan repartido solamente en las regiones donde se produjeron con posterioridad las transgresiones del cretáceo.

Las lavas de la serie porfírica no evolucionaron hacia fases más básicas, como ocurre en el geosinclinal andino, pues sólo en Aysén se conocen (Ruiz, 1946) lavas porfiríticas, que se intercalan entre los sedimentos superpuestos a la serie porfírica, pero ellas no adquirieron mayor desarrollo, como ocurre en el anterior.

Muchas veces se ha querido paralelizar la serie porfírica del geosinclinal de Magallanes con la de composición petrográfica análoga que tiene gran propagación durante el neo-triásico en el geosinclinal andino. Pero los trabajos recientes de Feruglio (1944), referentes al lago Argentino, han venido a demostrar que la primera es de edad neo-jurásica a eo-cretácea, de modo que las efusiones de pórfidos y queratófiros cuarcíferos tuvieron lugar en la Patagonia mucho después que en el geosinclinal andino. Pero en este último, durante el jurásico y hasta el eocretáceo, se produjeron efusiones de porfiritas, de modo que las partes más altas de estas últimas son sincrónicas con los pórfidos de la Patagonia.

Prescindiendo de la época en que tienen lugar las efusiones, las dos cuencas presentan la característica común que el hundimiento es precedido de efusiones ácidas.

Las rocas superpuestas a la serie porfírica en la región de Magallanes son sedimentos obscuros de grano fino, con aspecto filítico, y comprenden esquistas arcillosas margosas y grauvacas. En las primeras se encuentran abundantes restos de radiolarios y algunos filones de rocas básicas. El espesor de esta serie, en la cordillera de la península Brunswick y Tierra del Fuego, debe alcanzar a varios miles de metros, y su término está señalado por una regresión ocasionada seguramente por una época de intensos plegamientos, que afectaron principalmente el borde poniente del geosinclinal. A consecuencia de este plegamiento, tiene lugar la intrusión de la diorita andina. Por lo tanto, esta fase orogénica es contemporánea con la primera fase de movimientos en la Cordillera de los Andes del centro y norte de Chile.

Esta serie fué designada por Wilckens, Estratos con *Inoceramus Steinmanni*, aunque en realidad dicho fósil no es característico, pues se lo encuentra, además, en el senoniano, en el lago Argentino y, posiblemente, también en Magallanes. Kranck (1932) la denomina Series Yaghan y Buckland. Los geólogos de la Corporación de Fomento la denominan Serie Pre-Remarcable, por ser más antigua que el conglomerado Remarcable, el cual marca la discordancia con el senoniano.

En la península Brunswick e isla Riesco, los trabajos de prospección petrolera efectuados por la Corporación de Fomento han suministrado, para la parte superior de esta serie, el siguiente perfil, en sentido ascendente:

Pizarras de Cabo Froward.—Son pizarras silíceas muy contorsionadas;

Pizarras Pilar, 1.725 m.—Pizarras obscuras, con intercalaciones arenosas;

Areniscas y Pizarras Balcarce, 1.080 m.—Se hacen gradualmente más gruesas hacia arriba;

Areniscas y Conglomerados Indio, 500 m.—Areniscas gruesas, con estratificación cruzada y fajas de conglomerados;

Areniscas y Conglomerados Nassau, 1.200 m.—Se dividen en los siguientes miembros:

500 m. Areniscas con estratificación cruzada y algunas piedras diseminadas.

700 m. Areniscas bien estratificadas, con mucho material volcánico;

Pizarras de Bournand, 400 m.—Descansan con transición gradual sobre las anteriores. A ellas se superpone discordantemente el Conglomerado Remarcable, que marca el comienzo del senoniano.

El espesor total de los sedimentos mencionados sería de 3.180 m., pero es preciso tomar en consideración que esta cifra se refiere sólo a la parte más alta de la serie titoniana-neocomiana.

Como puede deducirse de este perfil, en la parte superior se produce una regresión marcada, seguramente a consecuencia de los movimientos orogénicos ocurridos a mediados del cretáceo.

Se conoce esta misma serie también en la región de Natales, donde aparece cubierta por el Conglomerado Remarcable, lo mismo que en las localidades mencionadas anteriormente.

El desarrollo de la serie titoniana-neocomiana hacia el oriente es muy poco conocida, pues ella no aflora ni en la Patagonia oriental ni en Tierra del Fuego, debido a la cubierta de sedimentos terciarios y cuaternarios, de modo que los únicos datos que poseemos son los obtenidos por sondajes o por perfiles sísmicos, los cuales indican una disminución apreciable del espesor cerca de la costa atlántica, de modo

que la parte más profunda de la cuenca de esta época estaría relativamente vecina de la cordillera. Además, en la parte oriental el plegamiento se hace mucho más suave, y la discordancia con las capas superpuestas es menos acentuada. Estos hechos se podrían explicar, suponiendo que el plegamiento mesocretáceo se originó por una compresión que venía desde el poniente.

Sobre la propagación de estas capas hacia el poniente no tenemos antecedentes concretos. Podrían corresponder a ellas las pizarras y calizas de la isla Diego de Almagro y del archipiélago Madre de Dios, pero hasta ahora no se ha encontrado ningún fósil que pudiera dar alguna luz respecto a su edad; tampoco se conocen las capas yacentes ni pendientes.

c) Neocretáceo

En la misma cuenca donde se depositaron los sedimentos titoniano-neocomianos tuvo lugar la sedimentación senoniana, aunque algo más restringida, por efecto de los movimientos orogénicos ocurridos durante el mesocretáceo, de modo que el área continental del poniente debió acrecer, reduciéndose el área marina. También se observa la transición al régimen continental en la parte norte, depositándose sedimentos continentales discordantemente sobre el titoniano-neocomiano. La regresión que se produce en la parte norte del geosinclinal, seguramente no tiene origen tectónico, sino que se debe más bien al relleno de la cuenca, el cual avanza paulatinamente en sentido meridional. Así se explica la intercalación de algunos niveles fosilíferos marinos entre los sedimentos continentales.

Desde Natales hacia el sur, el senoniano se presenta con características marcadamente marinas, lo cual indica que el retroceso del mar que avanzaba desde el norte no llegó hasta esta región. Allí, sobre el eo-cretáceo, existe un conglomerado con 150 a 200 m. de espesor, el cual engrana hacia el E con areniscas y arcillas. Este conglomerado marca el comienzo de la transgresión, de modo que se suceden también en sentido vertical. Según los levantamientos de la Corporación de Fomento, el perfil generalizado para esta región sería el siguiente:

Remarcable.....	150-200 m.	Conglomerados
Bonita	300 m.	Areniscas y pizarras delgadas.
Rosa.....	600 m.	Arenisca maciza
Fuentes.....		Alteración de areniscas y pizarras, que se adelgazan hacia el N.
Rocallosa.....	150 m.	Areniscas (en Cerro Dorotea).

Sobre estas capas hay 2.500 m. de pizarras arcillosas, con intercalaciones de areniscas, serie que según Hollister (1944) corresponde a las Arcillas Skyring de que trataremos más adelante, las cuales incluyen seguramente parte del cretáceo y del Terciario.

En la isla Riesco tiene gran propagación el senoniano, cuyo comienzo se puede fijar también en el Conglomerado Remarcable, el cual tiene gran difusión en algunas islas de seno Skyring, como en la isla Escarpada, y en la costa N y S de isla Riesco. Según los trabajos de la Corporación de Fomento, el perfil para esta región, en sentido ascendente, es (véase la Fig. 11):

Conglomerado Remarcable, 170-190 m.—Es un conglomerado grueso, con cantos mayores que 5 cm., figurando entre ellos algunos rodados con restos de amonites y equinodermos, dioritas andinas, pizarras metamórficas finas y pórfidos. Su base señala una discordancia de erosión y tectónica, pues descansa sobre diversos niveles. La presencia de rodados de diorita, indica claramente una edad posterior a la intrusión de la diorita andina.

Pizarras y *Areniscas Bonita*, 300 m.—Pasa gradualmente hacia arriba a:

Arenisca Rosa, 265 m.—Esta se ha dividido de abajo hacia arriba en las siguientes partes:

80 m. Areniscas finas, con madera carbonizada, fajas de rodados y concreciones.

65 m. Pizarra calcárea gris.

5 m. Arenisca gris gruesa.

65 m. Pizarra calcárea gris con pequeños Baculites.

50 m. Arenisca arcillosa fina, gris verdosa.

Pizarra Fuentes, 1.200 m.—Pizarra con concreciones calcáreas y algunos bancos de areniscas.

Arenisca Rocallosa, 220 m.—Se divide en los siguientes tramos:

20 m. Arenisca arcillosa con algunas piedras en la parte superior.

20 m. Pizarra calcárea gris.

10 m. Arenisca fina.

125 m. Pizarra calcárea gris.

45 m. Arenisca arcillosa gris.

Sobre ellas sigue un potente complejo de arcillas, en el cual se debe producir el paso al Terciario.

En la península Brunswick, el senoniano muestra un perfil análogo, pero hay variaciones en los espesores, los cuales las resume Hollister en la siguiente forma:

El Conglomerado Remarcable y la Arenisca Rosa, en general, engruesan hacia el borde occidental de la cuenca. En cambio, la Arcilla Fuentes es más gruesa en el S que en el N, lo cual se explicaría por

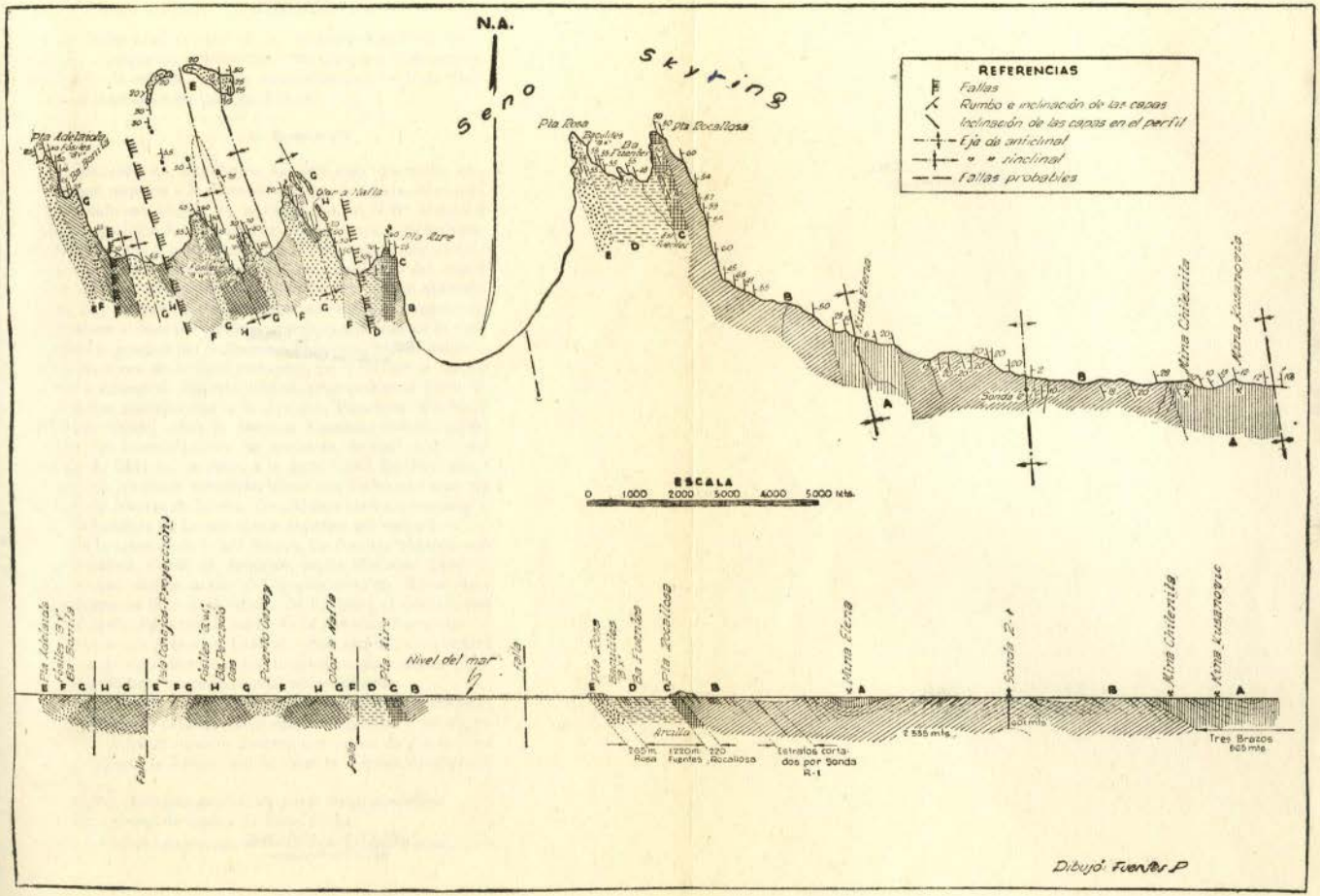


FIG. 11.—Plano y perfil geológico de la costa septentrional de la isla Riesco, provincia de Magallanes (según los estudios de la Corporación de Fomento de la Producción).

A = Formación de Tres Brazos; *B* = Formación de Skyring; *C* = Formación de Rocallosa; *D* = Formación de Fuentes; *E* = Formación de Rosa; F = Formación de Bonita; *G* = Formación de Remarcable; *H* = Formación Pre-Remarcable.

500 m. Arenisca algo concrecionaria, fosilífera, con estratificación cruzada y algunas fajas de rodados y mantos de lignita.

En la península Brunswick se presenta el Terciario inferior con características análogas, pero es preciso hacer notar que la mayor parte del tramo correspondiente a la Arenisca de Tres Brazos está mejor clasificada que en la costa N de Riesco, aunque siempre se trata de una arena muy sucia. El perfil cortado por la sonda R-2 en Tres Puentes en esta arenisca, es el siguiente, de abajo hacia arriba:

El fondo del pozo está a los 1.170 m., o sea 898 m. bajo el nivel del mar, dentro de las Arcillas Skyring, y más o menos a 1.500 m. sobre la ubicación probable de la Arenisca Rocallosa.

PROFUNDIDAD	ESPESOR	
580 m.	590 m.	Arcilla Skyring, que hacia arriba se hace algo arenosa
575 m.	5 m.	Areniscas obscuras arcillosas, con intercalaciones de areniscas calcáreas.
389 m.	186 m.	Areniscas, *con indicios de petróleo.*
319 m.	70 m.	Arcillas arenosas, con areniscas intercaladas.
218 m.	101 m.	Areniscas, con indicios de petróleo.
190 m.	28 m.	Arcilla.
140 m.	40 m.	Areniscas con arcillas.

Más arriba siguen:

Areniscas de Loreto.—Son areniscas de granos variables, entre finas y conglomerados finos, con intercalaciones arcillosas, bancos fosilíferos y mantos de carbón. Estos últimos se han podido ubicar a las siguientes alturas, por encima de la base de Loreto, en los sondajes de la región del río Patos:

80 m.	Potencia	0,34 m.
151 m.	»	0,50 m. (En otras partes 1,50 m.)
162 m.	»	0,50 m.
184,60 m.	»	1,60 m.
228,20 m.	»	1,40 m.
243,50 m.	»	1,50 m.
247,50 m.	»	0,20 m.

Las potencias indicadas son poco exactas, pero siempre valores mínimos.

En esta región no se ha medido el espesor total de las Areniscas de Loreto, pero debe ser análogo al conocido en la isla Riesco, es decir, alrededor de 600 m.

En Tierra del Fuego parece que las Areniscas de Loreto disminuyen en potencia y contienen menos mantos de carbón. Esta disminución del espesor de las areniscas se produce a expensas de un incremento en la potencia de Arcilla Skyring.

Los sedimentos terciarios que hemos enumerado aparecen en una faja de rumbo NW, que bordea la parte exterior de la zona de mesetas situadas al pie de la cordillera, la cual tiene más o menos 10 kms. de anchura en la isla Riesco y 20 kms. en la península Brunswick. Ella limita por el SW con los sedimentos cretáceos, y por el NE con los materiales glaciales cuaternarios.

e) Relaciones estratigráficas del senoniano-eoceno

De los datos anotados se puede deducir que los acontecimientos acaecidos con posterioridad al plegamiento mesocretáceo e intrusión de la diorita andina son los siguientes:

1.°—El mar avanza sobre el área continental que se había originado durante la época orogénica mesocretácea, formándose el Conglomerado Remarcable en la superficie de discordancia. En la parte oriental de la cuenca, es decir, en Tierra del Fuego y la costa atlántica, subsistieron las condiciones marinas, de modo que el comienzo del senoniano queda señalado sólo por una débil discordancia angular y capas de areniscas. Durante los comienzos de la sedimentación senoniana-eocena, la costa osciló repetidas veces, lo que trajo como consecuencia la depositación de las Pizarras y Areniscas Bonita y de la Arenisca Rosa;

2.°—El mar avanza considerablemente hacia el poniente, sedimentándose la Pizarra Fuentes;

3.°—Un nuevo retroceso del mar da lugar a que se forme la Arenisca Rocallosa, la cual es también el resultado de oscilaciones de la línea costanera;

4.°—Se produce un nuevo avance en sentido occidental, depositándose la Arcilla Skyring, dentro de la cual se observan también pequeñas oscilaciones. Hacia el final de esta época, las oscilaciones son más acentuadas, originándose la Arenisca de Tres Brazos; y

5.°—Después de depositada esta última, viene una época durante la cual toda la región está ocupada por un mar playo, de modo que se suceden rápidamente episodios marinos y continentales, caracterizados los primeros por bancos fosilíferos, y los segundos por mantos de carbón. En esta misma época debió iniciarse una actividad volcánica im-

portante, porque abundan, en las areniscas correspondientes, los materiales tobíferos, y aún verdaderos mantos de tobas.

f) Orogénesis oligocena

YA HABÍAMOS visto anteriormente que la primera fase de movimientos orogénicos que afectó al geosinclinal de Magallanes ocurrió durante el mesocretáceo o a comienzos del cretáceo superior, produciéndose al mismo tiempo la intrusión de la diorita andina. Estos movimientos afectaron especialmente la parte occidental de la cuenca, mientras que la oriental los experimentó en muy pequeño grado.

El grueso paquete de sedimentos depositado con posterioridad a esta época diastrófica, vuelve a ser plegado por movimientos ocurridos probablemente durante el oligoceno y de características muy análogas a los anteriores. Los pliegues originados por ellos son braquianticlinales, con las alas occidentales de menor inclinación que las orientales. La amplitud y el cierre de estos pliegues disminuye gradualmente hacia el oriente, es decir, son muy abruptos en las regiones vecinas a la cordillera y casi imperceptibles en la parte NE de Tierra del Fuego. Los ejes de estos braquianticlinales son ondulantes, de modo que se han originado varias cúpulas, con buenos cierres para la acumulación petrolífera.

Estos movimientos terminaron definitivamente con el régimen marino, convirtiéndose toda la cuenca en un ambiente de sedimentación continental desde el mioceno.

g) Mioceno

LOS SEDIMENTOS del mioceno aparecen repartidos esporádicamente en la región de las mesetas y las pampas magallánicas y consisten en conglomerados, areniscas tobíferas gruesas, capas de cenizas blancas y mantos de basaltos. Se intercalan también algunos bancos de calizas lacustres. Estas capas han recibido el nombre de Estratos de Palomares.

Su mayor propagación la tienen en la Patagonia al N del seno Skyring y en Tierra del Fuego. Es interesante un afloramiento de estas capas en Cabo Holanda, dentro de la parte cordillerana del Estrecho de Magallanes, lo cual hace pensar que éste, durante el mioceno, era un valle ancho.

Los Estratos de Palomares, en las regiones occidentales, yacen sobre las formaciones más antiguas, con una discordancia de erosión muy acentuada, resultado de la discordancia tectónica; pero hacia el oriente, especialmente en Tierra del Fuego, parecen estar superpuestos concordantemente a los Estratos de Loreto.

3. *Orogénesis de la cordillera andina*

Como hemos visto en los capítulos anteriores, a fines del neocomiano la conformación geográfica del territorio chileno se caracterizaba por:

a) Un gran golfo que cubría toda la superficie desde Concepción al N, encontrándose su orilla oriental en el borde E de la actual cordillera andina y que se prolongaba hacia el SE hasta el Neuquén. Dentro de este golfo habían muchas islas volcánicas, y

b) Un golfo que se extendía desde Tierra del Fuego en dirección NW y estaba limitado hacia el poniente por un macizo de rocas antiguas.

En la región ocupada por el geosinclinal andino, se produjo durante el cretáceo medio una orogénesis intensa, que podemos considerar como la primera fase de la formación de la cordillera andina, o sea, el comienzo de los rasgos orográficos que van a caracterizar más adelante al territorio chileno.

Estos movimientos afectaron una faja que se extendía desde el N de Chile hasta los nacimientos del Bío-Bío; más allá nada sabemos, porque faltan las rocas mesozoicas que pudieran atestiguarlo. En sentido E a W, la faja abarcaba desde la costa actual, o regiones situadas aun más al poniente, hasta el pie oriental de la cordillera andina. Pero parece que en toda esta anchura, los movimientos no fueron simultáneos, sino que comienzan en la parte occidental y se propagan lentamente hacia el oriente, de modo que en el Neuquén y Mendoza los movimientos principales tienen lugar durante el Terciario.

Las características generales con que se presenta el plegamiento andino serían las de un monoclinal, con inclinación al E en la parte occidental, cortado por varias fallas discordantes, y un plegamiento suave en la parte central, el cual se acentúa hacia el oriente, para disminuir en seguida, de modo que en la alta cordillera encontramos pliegues abruptos. Indudablemente, este estilo de plegamiento se debe, en parte, a la gran competencia de las capas porfiríticas, pues donde existen gruesos paquetes de sedimentos intercalados entre ellos, éstos exhiben una tectónica relativamente compleja. Tal fenómeno se puede observar muy bien en la cuesta de Los Hornos, en el camino de Illapel a Combarbalá, donde los conglomerados y brechas porfiríticas aparecen formando anticlinales y sinclinales amplios, mientras que las calizas y arcillas yesíferas intercaladas muestran una tectónica bastante compleja, seguramente por el desarrollo de pliegues de arrastre.

Burckhardt (1900) calculó el acortamiento producido en un perfil de 140 Km., entre Curicó y Cañada Colorada en la República Argen-

tina, llegando a la cifra de 35 kms. en 13 pliegues, o sea, aproximadamente un 20% de la longitud primitiva.

Según las observaciones de Bailey Willis (1929), en la cordillera andina de la provincia de Atacama, especialmente en Potrerillos, se presenta una tectónica imbricada, por la presencia de numerosos corrimientos.

A juzgar por lo que ocurre en muchas partes de la alta cordillera, como en la cordillera de Santiago, al oriente de San Gabriel, donde la formación porfirítica muestra un plegamiento intenso, no se podría atribuir la suavidad de los pliegues en la parte central solamente a la rigidez de las capas, sino que es preciso aceptar una compresión más intensa en la zona cordillerana, la cual disminuye gradualmente, tanto hacia el E. como al W. Este tipo de tectónica es muy diferente a la que se encuentra en el geosinclinal de Magallanes, donde está bien de manifiesto una intensa compresión en la región occidental, la que disminuye gradualmente hacia el este.

Más al sur de los nacimientos del Bío-Bío no tenemos ningún antecedente que nos permita conocer las características del plegamiento mesocretáceo, por faltar capas que hayan sido afectadas por ellas; pero Gröber (1929) hace continuar los arcos correspondientes por la vertiente oriental de la cordillera hasta el paralelo 46°. Es indudable que la orogénesis andina se ha manifestado también en la región austral, como lo demuestra el hecho que no existen rastros de que las transgresiones senonianas de la costa pacífica hayan penetrado hacia el E, hasta mucho más allá de la costa actual, de modo que debió existir una barrera infranqueable para el avance del mar. Igual situación vamos a encontrar en el eoceno.

En la región de Magallanes, los movimientos meso-cretáceos afectaron también los sedimentos de la parte occidental del geosinclinal, y parece que, a igual que en las regiones de más al norte, se producen, sincrónicamente con ellos, las grandes intrusiones de diorita andina.

La edad de la primera fase orogénica andina la podemos fijar con relativa certeza entre el albiano y senoniano, pues los sedimentos más altos que están afectados por esta orogénesis son probablemente albianos, y el senoniano transgrede sobre las dioritas andinas, que fueron intruídas al producirse el plegamiento. Pero, como dijimos más arriba, en las partes orientales de la faja afectada, los movimientos son más modernos.

Los movimientos que hemos descrito en este párrafo representan sólo la iniciación de la cordillera andina, pues ellos continúan durante el Terciario y Cuaternario.

4. *La diorita andina*

En todo el territorio chileno, una parte muy importante de su subsuelo está constituída por un batolito integrado por rocas plutónicas, cuyas características petrográficas varían entre tonalitas y granodioritas en la masa principal, pero son frecuentes también los derivados de tendencias ácidas y básicas, formando los primeros macizos exteriores o cuerpos pequeños de rocas graníticas, especialmente granitos aplíticos; y en cuanto a los segundos, están representados por gabros y anfibolitas. No faltan tampoco las rocas hipabisales, tanto asquísticas como diasquísticas, predominando entre las primeras las dioritas porfíricas; y entre las segundas, las kersantitas y espesartitas, como miembros básicos; y las aplitas, como ácidos. Verdaderas pegmatitas son poco frecuentes. A este conjunto lo denominamos diorita andina.

Si observamos el mapa geológico de Chile, podemos ver que este gran batolito debe constituir el subsuelo, a cierta profundidad, de todo el territorio, prolongándose hacia el poniente por debajo de la parte oriental del Pacífico; y hacia el oriente, hasta el borde oriental de la cordillera andina. Esta suposición la basamos en el hecho, muy general en todo Chile, que en las tierras bajas, es decir, en los fondos de los valles, afloran las rocas de la diorita andina, mientras que los cerros que las separan están constituídas por las rocas cobertizas, principalmente las correspondientes a la formación porfirítica. Pero esto no significa de ninguna manera que la superficie de este batolito esté constituída por un plano horizontal o de pendiente relativamente uniforme, pues muchas veces encontramos aún en las partes altas de la cordillera, macizos extensos de estas rocas, atravesando la formación porfirítica, de modo que ellos constituyen enormes protuberancias por encima del nivel general del techo. Se podría pensar que estos macizos correspondieran a intrusiones posteriores, que han perforado la roca consolidada de una etapa anterior. A primera vista, nada se podría asegurar, porque no hay suficientes estudios detallados que permitan establecerlo. El asunto es, indudablemente, de gran importancia, porque gran parte de los yacimientos metalíferos se acumulan en torno de estos macizos que horadan las rocas cobertizas.

Respecto a la mecánica de la intrusión batolítica, tenemos muy pocos antecedentes. Parece que en algunas regiones, especialmente en la costa de Santiago, la intrusión se ha producido mediante la inyección forzada del líquido magmático, acompañada de cierta migmatización, de modo que es en estas regiones donde encontramos la mayor variedad de rocas, tanto en sus aspectos petrológicos, como estructurales. Pero

en otras partes parece haber predominado el arranque magmático, de modo que hay una separación nítida entre la roca encajadora y el batolito, encontrándose en las cercanías del contacto una brecha eruptiva, con cantos esquinados de la roca encajadora, envueltos por el material batolítico, es decir, la asimilación se ha producido en escala muy reducida.

Brüggen (1934) ha analizado detenidamente los fenómenos que se producen en los contactos entre el batolito y las rocas encajadoras, que generalmente corresponden a la formación porfirítica, y llega a la conclusión que el aspecto néisico exhibido por el batolito en las cercanías del contacto se debe a fenómenos de migmatización. Indudablemente, hay numerosos casos en los cuales se ha producido cierta migmatización, pero esta explicación tiene varios inconvenientes, pues se encuentran con frecuencia zonas néisicas y xenolitas que han experimentado sólo una recristalización, adoptando texturas granoblásticas. Por tales motivos, estimamos más probable la suposición que el aspecto néisico se deba a estructuras primarias plegadas e inyectadas por filones en las etapas más avanzadas de la consolidación magmática. Así se explicaría la fuerte acción cataclástica que presentan algunos filones aplíticos inyectados en estas rocas.

El aspecto néisico y la migmatización que muestra la diorita andina está mucho más desarrollado en la Cordillera de la Costa, debido, posiblemente, a que en ella se encuentran los niveles más bajos visibles, donde los fenómenos magmáticos han podido desarrollarse con mayor eficiencia, y ésta ha sido la causa de que hasta hace pocos años se haya considerado el batolito costanero como una formación antigua. Brüggen (1934) ha demostrado por el análisis de numerosos afloramientos, que la intrusión no puede ser más antigua que el eo-cretáceo, porque siempre las capas de esta edad han experimentado el metamorfismo termal. Podríamos agregar también que en los conglomerados paleozoicos y triásicos, los cuales, según hemos visto, son relativamente abundantes en la provincia de Coquimbo, nunca llevan rodados que se pudieran atribuir a la diorita andina.

Para fijar la edad límite superior, el único antecedente que tenemos es la existencia de rodados de las rocas correspondientes en el conglomerado basal del senoniano en Algarrobo (al S de Valparaíso) y en Magallanes. En la Patagonia argentina, sin embargo, cerca del lago Argentino, menciona Feruglio (1944) intrusiones dioríticas en las capas senonianas, las cuales él cree que se pudieran considerar como facies intrusivas de la serie andesítica terciaria. Pero no sería extraño que el proceso intrusivo se hubiera desarrollado durante un lapso que abarque hasta el Terciario inferior.

Distribución geográfica.—En las provincias de Tarapacá y Antofagasta, los afloramientos del batolito son escasos y constituyen sólo macizos aislados, correspondientes a cúpulas que sobresalen del nivel general del techo del batolito, el cual debe encontrarse aquí a mayor profundidad que en la zona central. La mayor importancia la tienen estas rocas en la costa, pero ni aun allí forman afloramientos continuados en distancias apreciables.

Entre Chañaral y Bahía Salada, el batolito penetra bastante en el continente, encontrándose su borde oriental entre 30 y 60 km., medidos desde la costa, debido a que la erosión ha destruído gran parte de la cubierta, cuyos restos forman afloramientos aislados.

Al S de Bahía Salada, el batolito aflora a cierta distancia de la costa, pues a lo largo de ella existe una faja de sedimentos triásicos, lo cual está indicando una depresión de la superficie de contacto. En general, desde Copiapó hasta el Aconcagua, la distribución de los afloramientos del batolito es muy irregular. Sólo en algunas partes llega a la costa, y ciertos sectores extensos de la cordillera andina, como ocurre al E de Rivadavia, están ocupados por estas rocas.

Más o menos desde el Aconcagua hacia el S, es decir, en la región donde se presenta dividido el territorio en tres unidades fisiográficas, el batolito ocupa toda la zona costanera, o sea, las terrazas costaneras y la parte inferior de la falda occidental del cordón que bordea por el oeste el Valle Longitudinal. Pero hay algunos macizos relativamente extensos que atraviesan este cordón de rocas porfiríticas, como ser, el de Horcón de Piedra (en la provincia de Santiago) y el de Almahue (en la de Colchagua), los cuales, lo mismo que los de la provincia de Atacama, se caracterizan por la existencia de yacimientos metalíferos en sus contornos. También suelen aparecer estas plutonitas en la cordillera andina, formando macizos o batolitos de poca extensión.

En el río Maule desaparece el cordón de rocas porfiríticas en la parte oriental de la Cordillera de la Costa, de modo que toda esta montaña está constituída por la diorita andina, salvo una faja paralela a la costa, que va desde Tomé hasta un poco al S del Rapel, la cual está ocupada por sedimentos metamórficos constituídos principalmente por filitas y micacitas; pero, probablemente, la diorita andina forma en toda esta región la mayor parte del subsuelo del Valle Longitudinal. En este tramo también son frecuentes los macizos dioríticos dentro de la cordillera andina.

Al S del Bío-Bío, y hasta la latitud de los Sauces, el macizo de diorita andina ocupa sólo la parte central y los faldeos orientales de la Cordillera de la Costa, pues los occidentales están constituídos por las rocas metamórficas, sobre las cuales descansan los sedimentos senonianos y terciarios.

En Traiguén podemos situar el límite austral del batolito costanero, pues hacia el S, hasta el golfo de Penas, toda la Cordillera de la Costa está formada por las rocas metamórficas, salvo uno que otro macizo pequeño de diorita andina, o pequeñas áreas cubiertas por sedimentos terciarios.

Más o menos en esta misma latitud, el batolito pasa a ocupar un lugar prominente en la cordillera andina, y constituye una faja de rumbo meridional, limitada hacia el poniente por las rocas metamórficas, y por el E va más allá del límite internacional, para ponerse en contacto con las formaciones mesozoicas y del basamento cristalino de la cordillera argentina (según mapa de Feruglio).

En la región de Aysén, sin embargo, el batolito queda totalmente en territorio chileno, y forma una faja limitada al poniente por las rocas metamórficas de la península de Taitao y al oriente también por rocas metamórficas, que constituyen la base de las formaciones mesozoicas de la cuenca de Magallanes. Más al sur del golfo de Penas, el batolito parece quedar limitado al poniente por una serie sedimentaria muy desconocida, salvo en las islas Diego de Almagro y Madre de Dios. Al llegar al Estrecho de Magallanes, el batolito cambia su rumbo, para amoldarse al rumbo de la cordillera, y constituye el borde exterior de ella.

5. *Cretáceo superior*

A CONSECUENCIA de los movimientos tectónicos que se produjeron durante el mesocretáceo, como fase inicial de la formación de la cordillera andina, todo el territorio chileno pasó a ser tierra firme y a formar parte de una extensa masa continental, cuya configuración es imposible establecer con relativa seguridad, debido a la falta de antecedentes por el lado occidental; pero es muy posible que este continente formara una saliente muy pronunciada hacia el oeste, ya que la transgresión del senoniano se ha producido sólo en una parte restringida de nuestro continente, y según Gerth (1935), las capas sincrónicas que aparecen en la costa norte del Perú, llevan una fauna bastante distinta de la senoniana chilena, la cual tiene grandes analogías con la del Pacífico austral; en cambio, la peruana se asemeja más a la de Centro-América. Citaremos todavía otros dos antecedentes que dan algún fundamento a la prolongación del continente suramericano en dirección hacia el poniente, en tiempos no muy remotos.

Brüggen (1934) menciona la existencia de un umbral submarino que, arrancando de la provincia de Arauco, se dirige hacia el NW. De este zócalo se levantan las islas volcánicas de Juan Fernández y de los Desventurados. Por la existencia en Juan Fernández de algunas pal-

meras, cuyos representantes se encuentran fósiles en el eoceno de Arauco, el autor citado llega a la conclusión que dicha isla debió estar unida en esa época con el continente.

Gutenberg (1939, pág. 302) deduce de los datos sísmicos, la existencia, en el Pacífico oriental, de algunas áreas aisladas, pero posiblemente muy extensas, que tienen estructura continental.

B. Willis y H. S. Washington (1929) han descrito la geología y petrografía de las lavas que forman las islas San Ambrosio y San Félix, las cuales son de dos clases: traquitas de soda y basanitas de nefelina, es decir, rocas ricas en álcalis, especialmente en soda; pero los autores citados manifiestan que no se estudiaron todos los tipos de lavas. Rocas análogas se encontraron en la isla Más Afuera del grupo Juan Fernández. La presencia de las traquitas parece indicar la existencia de materiales siálicos en la litósfera de estas regiones.

No tenemos antecedentes para decidir las características geográficas de esta masa continental en el territorio chileno, pues los movimientos ocurridos con posterioridad han elevado seguramente a alturas relativamente grandes las áreas ocupadas por los sedimentos continentales, de modo que la erosión los ha arrasado totalmente.

En el territorio argentino, desde Mendoza hacia el S, el neo-cretáceo se caracteriza por sedimentos continentales, los llamados Areniscas Abigarradas, las cuales se han formado seguramente por la destrucción de los relieves de la cordillera andina y acumulación de sus productos en la vertiente oriental.

Gerth (1935) dice que en la parte central y occidental de la cordillera, siguió a la primera fase orogénica, una intensa actividad efusiva, con formación de una nueva serie porfirítica neo-cretácea, pero no hay datos concluyentes a este respecto.

Si tomamos en cuenta la extensión enorme abarcada por las areniscas abigarradas, y su espesor, muchas veces superior a 1.000 m., podemos deducir que la erosión de la cordillera que ocupaba el territorio chileno debió ser muy intensa, y el divortium aquarum se encontraría mucho más al poniente que hoy día.

En Chile, los sedimentos del cretáceo superior son exclusivamente marinos, y aparecen formando una angosta faja discontinua, vecina a la costa, entre Cañete y Algarrobo (al S de Valparaíso). A veces parecen faltar totalmente, pues se superpone directamente el Terciario a las esquistas metamórficas, pero esto se debe al hecho que la transgresión de este último ha avanzado más allá de donde llegó la transgresión cretácea, o bien a denudaciones preterciarias.

Las capas depositadas por esta transgresión han sido denominadas Capas de Quiriquina, pues en la isla de este nombre se ha encontrado una rica fauna senoniana (maestrichtiana).

Tanto al N como al S de los lugares mencionados más arriba, no se ha encontrado *ningún indicio* de sedimentos de esta época, en la vertiente del Pacífico, lo que nos induce a suponer que la transgresión *senoniana*, venida del oeste, se produjo sobre un extenso golfo abierto hacia el poniente.

Los sedimentos senonianos comienzan con un conglomerado basal, cuyos cantos son generalmente de micacitas y cuarzo, pero en Algarrobo se encuentran también rodados de la diorita andina, lo que ha permitido fijar la edad límite superior del batolito. El espesor del conglomerado es bastante variable, lo mismo que el tamaño de los rodados. Todos los datos suministrados por los afloramientos de este conglomerado basal parecen indicar que la transgresión se produjo sobre una costa abierta, en la cual los cerros llegaban hasta la orilla del mar; pero en la parte inferior de un sondaje perforado en Cuyinco (en la provincia de Arauco) aparecieron cerca de la base del senoniano alternaciones de conglomerados (con muchas hojitas de micacitas, con areniscas conglomerádicas y arcillas carbonosas), lo cual está indicando la existencia de cuencas de sedimentación subaérea y con escaso drenaje.

Inmediatamente sobre el conglomerado basal, los sedimentos pasan a areniscas, y después a areniscas finas arcillosas, las cuales tienen una pequeña impregnación bituminosa. Pero en todos los perfiles conocidos no se ha encontrado una alternación de areniscas y arcillas que pudieran suministrar condiciones adecuadas para que se produjeran acumulaciones petrolíferas, y tampoco estructuras favorables. Tal vez hacia el oeste sean mejores las condiciones, bajo este punto de vista.

Un estudio crítico de la fauna senoniana, realizado por Tavera (1942), indica que durante esta época prevalecieron condiciones frías; pero la condición alterada en que se presentan los granos de feldespatos y biotitas en las areniscas, parecen indicar más bien un clima benigno e intermedio, lo mismo que la formación de guiecitas de carbón en las arcillas, de modo que el carácter de la fauna podría ser atribuído a la existencia de corrientes frías.

La actitud tectónica con que aparecen las capas senonianas es bastante simple y uniforme. Ellas muestran un rumbo, aproximadamente, N-S e inclinación de 10 a 30° al oeste, a igual que las terciarias. De este hecho parece deducirse que estas capas no han sido afectadas por movimientos tangenciales, sino únicamente por verticales, como ocurre también con las capas terciarias, y serían aplicables a ellas los mismos mecanismos que dislocaron el Terciario. Es interesante anotar que en toda la zona de la Cordillera de la Costa, desde comienzos del jurásico, han predominado las acciones de tensión, mediante las cuales se ha producido una tectónica de bloques, condición muy diferente de

la que hemos visto en el geosinclinal de Magallanes y en la cordillera andina.

Durante el senoniano no hay señales de actividad volcánica en el territorio chileno.

V. *Terciario*

A FINES del senoniano parece que terminó la sedimentación de las capas de Quiriquina de un modo brusco, pues no encontramos en ninguno de los perfiles conocidos, especialmente en los sondajes en la provincia de Arauco, señales que nos indiquen un movimiento regresivo del mar por el paso gradual de las areniscas arcillosas de grano fino a materiales más gruesos, y, además, falta enteramente la fauna del daniano, y posiblemente paleoceno, lo cual indicaría un hiato de sedimentación muy importante, pues es muy frecuente encontrar las capas basales del Terciario en contacto inmediato con sedimentos amonitíferos del senoniano.

Los sedimentos terciarios están muy difundidos en la costa chilena, pero ellos no constituyen un todo continuado, pues sus afloramientos se presentan de un modo más o menos esporádico entre Caldera y el golfo de Penas, alcanzando su mayor propagación en la provincia de Arauco. También encontramos afloramientos terciarios en algunos puntos del Valle Central y en la cordillera andina.

Tampoco existe uniformidad en el sentido vertical para los sedimentos terciarios, pues esta época ha sido de gran inestabilidad tectónica, lo cual ha tenido por resultado numerosas discordancias y una distribución muy desigual de los diversos pisos.

El Terciario tiene gran importancia económica, porque dentro de algunas de sus capas se albergan los principales yacimientos carboníferos del país.

Como durante esta época, en gran parte del territorio chileno reinan condiciones continentales, pues las formaciones marinas aparecen sólo en una estrecha faja a lo largo de cierto sector de la costa, trataremos separadamente los acontecimientos que tuvieron lugar en la zona costanera y en el interior, designando al primero Terciario marino y al segundo Terciario continental, aunque estas designaciones no son, en realidad, del todo correctas, porque dentro del Terciario marino existen episodios continentales.

1. *Terciario marino*

a) Eoceno

Los SEDIMENTOS correspondientes al eoceno se encuentran casi siempre en los mismos lugares donde existen las capas senonianas, lo cual, a primera vista, parecería indicar una concordancia; pero hay tramos considerables en los cuales la base del Terciario está constituída por las rocas metamórficas de la Cordillera de la Costa. Además, existe el antecedente paleontológico, mencionado más arriba, que indica un hiato considerable entre la parte superior de las Capas de Quiriquina y los sedimentos basales del eoceno. Sin embargo, cuando ambas formaciones están en contacto, es muy difícil establecer el límite, porque muchas veces no existe un conglomerado indicando la transgresión.

Parece que los movimientos responsables de la discordancia entre Terciario y cretáceo tuvieron como consecuencia una comunicación más expedita entre la costa del centro de Chile y la del N del Perú, a juzgar por la similitud faunística, según lo han establecido Brüggen (1934), Fuenzalida (1938) y Tavera (1942). Es interesante anotar que, simultáneamente con estos movimientos en la costa, tienen lugar en la cordillera argentina intensas efusiones de lavas (serie andesítica).

En todos los perfiles conocidos donde existe el contacto entre el cretáceo y Terciario, ambos están representados por sedimentos marinos, lo cual podría significar que los movimientos neo-cretáceos en la costa de Chile central no tuvieron una gran importancia, y que la transgresión terciaria se produjo a consecuencia del relleno de la cuenca, provocado por el hundimiento de grandes bloques continentales en la región situada al N del golfo donde se habían depositado los sedimentos senonianos. La falta de sedimentación durante el daniano podría atribuirse a que en el citado golfo se había llegado a un perfil de equilibrio, como consecuencia de la peneplanización del continente. La superposición del Terciario sobre el cretáceo es visible en casi toda la provincia de Arauco, en la parte N de la de Concepción, en la de Maule y en Algarrobo (al sur de Valparaíso). Frente al golfo de Arauco, el Terciario se apoya sobre micacitas, existiendo, por debajo de los sedimentos marinos, formaciones continentales, generalmente de carácter lagunar, con mantitos de carbón insignificantes.

La transgresión eocena debió avanzar hasta el borde de la Cordillera de Nahuelbuta, pues al interior de ésta se encuentran sólo sedimentos continentales, a veces con mantitos de carbón, descansando sobre la roca fundamental.

No existen datos suficientes para asegurar que el eoceno se extendió más allá de los límites que hemos fijado para el senoniano, es decir, Algarrobo por el norte y Antihuala por el sur, y es más verosímil que los sedimentos terciarios existentes, tanto al N como al S de las localidades nombradas, sean más modernos, correspondiendo al mioceno (Piso de Navidad). Igual cosa ocurriría con los sedimentos terciarios que se encuentran en el Valle Longitudinal.

Los sedimentos del eoceno, tanto en la provincia de Arauco, como en la parte S de la de Concepción, engruesan paulatinamente hacia el poniente, y durante su sedimentación se han sucedido regímenes marinos y continentales, debido a avances y retrocesos del mar. Durante las épocas de regresión, se formaron importantes mantos de carbón en las cuencas parálicas originadas por el retroceso de la línea costanera. Este conjunto de sedimentos lo hemos dividido en los siguientes pisos, en orden ascendente (Figs. 12 y 13):

Piso de Curanilahue.—Consiste en una alternación de sedimentos marinos y continentales;

Piso de Boca Lebu.—Lleva sólo sedimentos marinos;

Piso de Trihueco.—Contiene sedimentos continentales carboníferos, con intercalaciones marinas; y

Piso de Millongue.—Está formado sólo por sedimentos marinos.

En general, los horizontes marinos aumentan gradualmente su espesor hacia el oeste y los continentales en sentido inverso, salvo el Piso de Trihueco, que parece disminuir de espesor hacia el oriente.

El Piso de Curanilahue lo podemos dividir en los siguientes horizontes, en consideración a los ambientes en los cuales se produjo la sedimentación en las distintas épocas, en orden ascendente:

a) Horizonte de Pilpilco;
b) » » Lota
c) » » Intercalación;
d) » » Colico.

El Horizonte de Pilpilco descansa a veces sobre sedimentos cretáceos, y otras sobre el zócalo cristalino, debido al hecho, ya mencionado, del recubrimiento del senoniano por el Terciario. La transgresión marina señalada por este horizonte debió originar una amplia plataforma costanera, sobre la cual se depositaron sedimentos relativamente gruesos, hasta muy lejos de la costa. Estos sedimentos consisten en areniscas de grano medio a grueso, con algunas fajas de rodados, y a veces, como en Lota, se intercalan sedimentos continentales. El mar en el cual se depositaron estos sedimentos tenía profundidades variables en el sentido longitudinal, y en las partes más hondas se depositaron are-


CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA CARBONIFERA DE LA PROV. DE ARAUCO Y UBICACION DE LOS SONDAJES
Escala
0 5 10 Kms
Ile Tarallón
Pta Tres Gracias
Pta Faro
Santa Maria
Pta Espolón
Pta Delgada
Pta Cochinos
Coronel
Ba Colcura
Ba Chivilingo
Pta Lavapié
Pta Triana
Pta Lengua de Vaca
Ba de Lico
Pta El Traro
Pta Lobos
Pta Yanes
Pta Locobe
Ba Carnero
Pta Millongue
Pta Millaneco
Pta Lavapie
Pta Tubul
Pta Laraquete
Pta Quiapulun
Pta Quiapulun
Pta Quiapulun

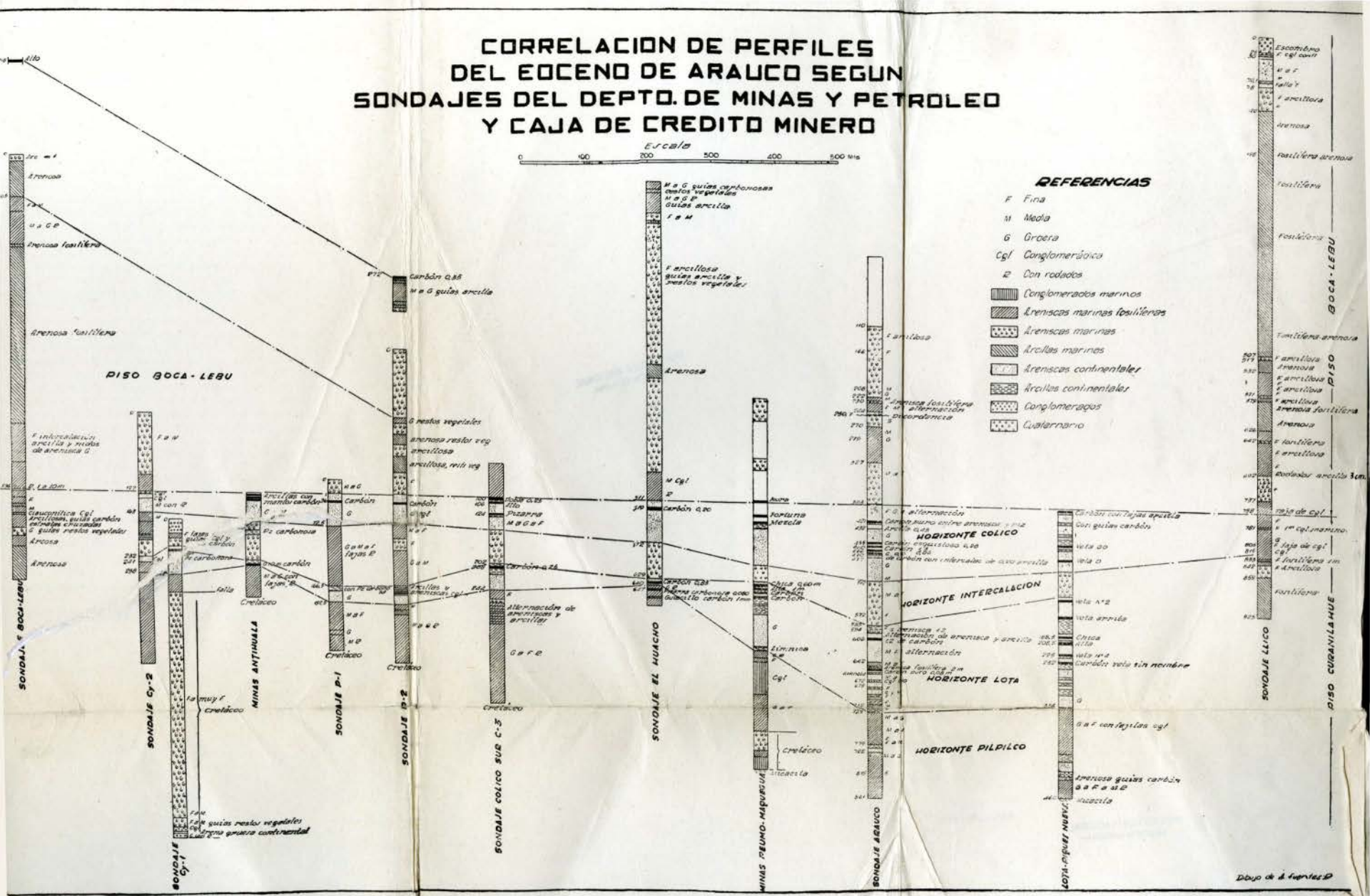


Fig. 13.—Correlación de perfiles correspondientes al eoceno de Arauco.

niscas finas, arcillosas y fosilíferas. En general, parece que la sedimentación se efectuó en una bahía abierta hacia el NW, pues a medida que avanzamos hacia el sur, el espesor de sus sedimentos disminuye considerablemente.

El Horizonte de Lota es esencialmente continental y tiene su mayor desarrollo en Lota, donde está constituído por areniscas, arcillas y mantos de carbón, de los cuales se pueden contar siete, pero sólo dos, y en parte tres, son explotables. El espesor total de este horizonte en Lota es de 175 m., y disminuye gradualmente hacia el sur, lo mismo que el número de mantos de carbón y su potencia. También se ha constatado su disminución hacia el poniente, y probablemente termina en cuña a una distancia no muy grande de la orilla oriental de la cuenca. La región más austral donde los mantos de carbón de este horizonte son explotables es la de Colico. Esta disminución de importancia del horizonte de Lota en sentido meridional podría atribuirse a que en este sentido nos alejamos de la antigua costa, pero es preciso tomar en cuenta que también el Horizonte de Pilpilco disminuye de espesor, de modo que la reducción de potencia no se debe a esta circunstancia, sino más bien a condiciones locales. Probablemente, en la región de Lota se estuvo produciendo un hundimiento paulatino de la cuenca, el cual era menos acentuado en la región situada más al sur.

El Horizonte Intercalación está formado por sedimentos marinos y separa los horizontes carboníferos de Lota y Colico. Esta capa puede observarse en toda la parte oriental de la cuenca, desde Coronel hasta Antihuala; pero su espesor, lo mismo que sus características petrográficas, son muy variables, lo que se explica por tratarse de un episodio marino de corta duración. En general, oscila entre los 30 y 100 m., y su aumento de espesor coincide comúnmente con una disminución de potencia de los horizontes carboníferos entre los cuales se intercala.

El Horizonte de Colico.—Tiene gran desarrollo en la zona de Lota, pero aquí sus mantos de carbón son insignificantes, situación que se mantiene hasta Peumo, donde comienza a adquirir importancia, la que se mantiene en toda la región situada al sur de este lugar. Esto queda bien de manifiesto por el hecho que las minas situadas al sur de Peumo explotan únicamente los mantos de este horizonte. Este horizonte también pierde rápidamente su importancia hacia el poniente, aunque últimamente un sondaje perforado cerca del pueblo de Arauco encontró un manto de carbón de 1,20 m. dentro de este horizonte.

El Piso de Boca Lebu.—Los sedimentos de este piso se han depositado durante una transgresión marina, producida por encima del Piso de Curanilahue, la cual llegó posiblemente hasta el centro de la Cordillera de la Costa. Sus materiales difieren totalmente de los del

Piso de Curanilahue, porque durante su depositación no se produjeron oscilaciones de la línea costanera, salvo algunas casi imperceptibles. Los sedimentos de este piso afloran en la costa de Lebu y en los valles del interior, especialmente en los de Pilpilco, Trongol y Curanilahue. Sus características petrográficas las podemos estudiar mejor en el sondaje El Huacho, 7 kms. al poniente de Peumo. Allí el espesor total del Piso Boca Lebu es de 550 m. Los 50 m. inferiores consisten en areniscas arcósicas glauconíticas, con guías de arcilla, que llevan restos vegetales carbonizados y fajitas de rodados, es decir, se trata de una transición al Piso de Colico. La parte media, que tiene 410 m. de espesor, está formada por areniscas y arcillas, las cuales, en el centro de este tramo, pasan a arcillas arenosas, con una fauna relativamente abundante. La parte superior, con 90 m. de potencia, contiene areniscas verdosas de grano fino a medio, con capitas de arcillas, guiecillas de carbón y fajitas de rodados finos, es decir, se trata de una transición al Piso de Trihueco.

En la región de Lebu, el espesor de este piso debe ser de 680 m., pues hacia abajo se presentan areniscas gruesas y conglomerados finos, que posiblemente correspondan al Piso de Curanilahue, el cual se presentaría aquí en facies marina.

La diferencia de espesor de este piso, entre El Huacho y Lebu, es muy inferior de la que podría esperarse, atendiendo a la distancia de ambos lugares a la orilla de la cuenca, y esto se podría explicar, suponiendo que la parte norte se ha estado hundiendo paulatinamente, lo que habíamos deducido también del mayor espesor del horizonte de Lota.

Además, queda de manifiesto en el perfil del Piso de Boca Lebu, en la región de Lebu, que se produjo una regresión pasajera cuando se depositaban las capas superiores, la cual apenas es perceptible en los perfiles de la región oriental, y que se podría atribuir a la formación de un anticlinal con buzamiento hacia el norte.

El Piso de Trihueco.—Como consecuencia de la regresión producida después de la depositación de los sedimentos marinos del Piso de Boca Lebu, se establecen condiciones continentales en toda la región de Arauco, y se depositan sedimentos límnicos, constituídos por arcillas, areniscas conglomerádicas y conglomerados con varios mantos de carbón, como ser, los de Lebu y todos los que afloran en el centro de la provincia de Arauco; pero no quedan excluídos del todo los sedimentos marinos, que se intercalan entre los continentales. En la región de Lebu, el espesor total de capas continentales y marinas es de 180 m., y encierran 7 mantos de carbón, de los cuales sólo algunos son explotables; pero la explotabilidad parece que se haya circunscrito sólo a los alrededores de Lebu, y en menor grado en la península

de Lavapié, donde toda la parte inferior del Piso de Trihueco parece estar desarrollada en facies marina.

A pesar de ser de formación continental tanto el Piso de Trihueco como algunos tramos del Piso de Curanilahue, existe entre ellos una gran diferencia, pues en el segundo las formaciones continentales se acuñan hacia el poniente, debido a la transgresión del mar abierto sobre las cuencas parálicas, y su extensión en sentido E-W es relativamente reducida. En cambio, el Piso de Trihueco conserva sus características continentales en una gran anchura, y aunque faltan los mantos de carbón en la parte oriental de la cuenca, abundan las pizarras carbonosas y areniscas conglomerádicas. Estas características del Piso de Trihueco parece que son debidas al ascenso que, según hemos visto, empezó a producirse durante la depositación del Piso de Boca Lebu, mediante el cual se habría originado una cuenca cerrada por el poniente.

El Piso de Millongue.—Los sedimentos de este piso han sido el resultado de una transgresión marina que tuvo lugar inmediatamente después de la sedimentación del Piso de Trihueco, pero existe una transición paulatina entre los sedimentos de ambos, de modo que no hay verdadera discordancia. Estos depósitos tienen su mayor desarrollo en la costa al N de Lebu y en los valles de los ríos Pilpilco, Trongol y Curanilahue. Su espesor en la costa es más o menos de 500 m. (según Tavera, 1942). En general, estos sedimentos comienzan con areniscas conglomerádicas, con estratificación cruzada, y después de algunas alternaciones entre materiales costaneros y marinos de mayor profundidad, llegan a predominar las areniscas arcillosas y arcillas arenosas. En la parte superior se intercalan algunos bancos tobíferos, los cuales indicarían el comienzo de la actividad volcánica terciaria.

El eoceno en la costa norte de la provincia de Concepción.—Hacia el N de Coronel, ya no encontramos en el continente los sedimentos senonianos y terciarios, pues la costa está constituída por arenas modernas, que descansan, al parecer, sobre las pizarras metamórficas.

Inmediatamente al N del Bío-Bío, volvemos a encontrar los sedimentos terciarios con características análogas a los del golfo de Arauco, descansando sobre micacitas, dioritas andinas o Capas de Quiriquina. Pero en toda esta región existe una tectónica de fallas bastante compleja, cuyo rasgo dominante es el ascenso de los bloques que forman la península de Tumbes, de la península que cierra la Bahía de Dichato y las Tetas del Bío-Bío, constituídos por micacitas los dos primeros y dioritas andinas y micacitas el tercero. La elevación de estos bloques, situados a gran distancia del borde oriental de la cuenca, ha tenido por

resultado la denudación de los niveles superiores del Terciario y la formación de un sinclinal en la bahía de Talcahuano, análogo al que existe al sur del golfo de Arauco, pero de dimensiones más reducidas.

Como no se han efectuado levantamientos geológicos detallados en esta región, no estamos en condiciones de hacer una división de los diversos horizontes del Terciario, pero parece que en Lirquén, donde esta formación es mejor conocida, por sus extensas labores mineras, se conserva sólo el Piso de Curanilahue, con sus horizontes de Pilpilco y Lota. El primero, según Sylvester (1944), consiste en areniscas y arcillas, posiblemente marinas, con un espesor de 100 m., aproximadamente. El horizonte de Lota lleva areniscas, arcillas y tres mantos de carbón, en un espesor de más o menos 60 m. Hacia el poniente, en las minas de Cosmito, el autor mencionado estima el espesor del Terciario en 300 m., pero no divide los grupos estratigráficos.

Hacia el N de Dichato se conoce la existencia de sedimentos terciarios que, posiblemente, corresponden al eoceno, en varias localidades, como ser Constitución, Chanco, etc.; pero no hay estudios que permitan describirlos. Recién en el balneario de Algarrobo (al S de Valparaíso), aparecen, según Brüggen (1915), algunos sedimentos, cuya edad eocena está comprobada por fósiles. Ellos consisten en areniscas, conglomerados y arcillas arenosas que descansan discordantemente sobre las capas de Quiriquina. El perfil visible es pequeño. Parece que en esta región no se desarrollaron los horizontes con capas carboníferas, o bien han sido destruídos por la erosión producida durante la última transgresión marina, representada por el Piso de Millongue o el de Boca Lebu. La existencia de conglomerados con rodados de rocas porfiríticas, hasta de 10 cms., habla en favor de la existencia de un relieve relativamente accidentado y, por lo tanto, no propicio para la formación de yacimientos carboníferos.

b) Oligoceno

Durante el oligoceno se produce en la parte austral de la América del Sur una fase orogénica muy importante, la cual se manifiesta en la vertiente oriental de la cordillera andina por plegamientos que son, indudablemente, la continuación en el tiempo de los que se habían formado en el centro y en la vertiente occidental de la cordillera durante el mesocretáceo. Como veremos más adelante, ellos plegaron intensamente las formaciones del Terciario basal, que se conocen al interior de San Pedro de Atacama y, en menor grado, las de la misma época que se encuentran en la región del alto Bío-Bío.

Donde tuvieron mayor importancia los movimientos oligocenos, dentro del territorio chileno, es en Magallanes, pues ellos ponen tér-

mino al episodio marino que se venía desarrollando en esta región desde el mesojurásico.

La zona costanera también fué afectada por estos movimientos, pero aquí tienen características muy diferentes de las de la vertiente oriental de la cordillera andina, pues se originan una serie de bloques comprendidos entre fallas de charnela, que experimentaron movimientos diferenciales. Como en esta región se desarrolla durante el plioceno una tectónica análoga, es muy difícil establecer, con relativa certeza, los movimientos que corresponden a una u otra época; pero no hay duda de la existencia de la fase orogénica oligocena, pudiéndose citar, como prueba más palpable, el hecho que en las minas de Lebu las capas basales del mioceno descansan sobre los mantos de carbón, mientras que unos pocos kilómetros más al N, en Millongue, las mismas capas basales se apoyan sobre sedimentos eocenos, que están situados, estratigráficamente, unos 500 m., más arriba que los mantos de carbón de Lebu.

Antes de que tuvieran lugar estos movimientos en la zona costanera, el continente había llegado a una relativa madurez, como lo demuestran las características de los sedimentos basales del eoceno, destruyéndose, en gran parte, los relieves originados por los posibles movimientos neocretáceos.

Parece que la fase tectónica oligocena comienza a diseñar la actual Cordillera de la Costa, pues, según Brüggen (1934), en el norte de Chile hay indicios de que algunas fallas que bordean el pie oriental de esta montaña sean más antiguas que la formación liparítica miocena. Como hemos visto más arriba, durante el eoceno se comienza a insinuar una elevación del fondo del mar en la época de la depositación del Piso de Boca Lebu, lo cual pudo ser el origen del cordón submarino que, según Brüggen (1934), durante el eoceno había establecido una comunicación continental entre Juan Fernández y la región de Arauco. Este bloque habría desaparecido por los movimientos del oligoceno.

c) Mioceno

Este período se caracteriza por un avance del mar en la zona costanera, de mayores proporciones que el ocurrido durante el eoceno. Los sedimentos depositados durante esta transgresión se designan con el nombre de Piso de Navidad, siendo la localidad-tipo la costa de Navidad, en las cercanías de la desembocadura del Río Rapel, pero, desgraciadamente, no se han descrito perfiles estratigráficos detallados de esta región.

Los lugares más septentrionales donde se han encontrado sedimentos del Piso de Navidad, están en la provincia de Santiago, en las terrazas costaneras entre Lo Abarca y Las Cruces. Parece que las

partes basales son continentales y llevan arcillas y mantos de carbón de mala calidad. Las capas superiores consisten en areniscas arcillosas calcáreas y calizas arenosas. Estas últimas se explotan para obtener cal destinada a usos agrícolas. Dichos sedimentos se pueden seguir, con intermitencias, a lo largo de la costa, hasta la isla Ipun, en el archipiélago de los Chonos, penetrando a veces bastante al interior, como ocurre en la región de Los Lagos y en el golfo de Ancud. Se ha comprobado últimamente la existencia de capas marinas de Navidad en Pupunahue, cerca del lugar donde el ferrocarril atraviesa el río Valdivia; allí existen debajo de estos sedimentos, algunos mantos de carbón.

En la provincia de Ñuble, cerca de Recinto, Brüggen ha descrito algunos sedimentos terciarios que encierran pizarras carbonosas; por la falta de fósiles, no se puede fijar su edad; pero, por lo que conocemos, lo más probable es que ellos representan la facies costanera del Piso de Navidad. También en el valle del río Renaico, al poniente de la Cordillera de Tricauco, existen arcillas con inclinaciones de 15° al poniente, que podrían representar también dicho piso.

En la parte austral del país aparecen algunos afloramientos del Piso de Navidad en la zona cordillerana, como en la Isla Melchor, situada en el Canal Moraleda, y a orillas del lago Buenos Aires.

De la distribución de estos afloramientos podemos deducir que la transgresión de Navidad toca la costa actual más o menos en Valparaíso, y desde allí se va acercando a la cordillera. En la provincia de Ñuble, la costa habría estado al pie occidental de la cordillera andina. Desde Valdivia al sur, posiblemente el mar de Navidad se comunicaba con el Atlántico, pero tal comunicación no abarca hasta la zona de Magallanes.

En la región del Rapel, el Piso de Navidad está constituído por areniscas arcillosas fosilíferas, débilmente inclinadas hacia el poniente, y descansa sobre la diorita andina. El conglomerado basal lleva grandes bloques de esta roca, lo cual demuestra que la transgresión se produce sobre una playa abrupta.

En la provincia de Arauco, según Tavera (1942), las capas de Navidad tienen un espesor de 200 a 250 m. y comienzan con un conglomerado basal. Los sedimentos se afinan hacia arriba, pasando en la parte superior a arcillas arenosas. En algunas partes, estas arcillas han sido erosionadas, depositándose sobre ellas areniscas grisáceas, con rodados de las arcillas, que encierran los mantos de carbón. En algunos sectores, como en Lebu, se puede observar el acantilado cortado en las rocas eocenas, sobre el cual se depositan los sedimentos de Navidad.

Por las características de la fauna y flora fósil encontrada en estas capas, se ha llegado a la conclusión que el clima que reinaba durante

el mioceno era más frío que el del eoceno y que la fauna tiene características atlánticas (Tavera, 1942).

d) Plioceno

Con posterioridad a la depositación de las Capas de Navidad en la costa del continente, debió tener lugar una nueva fase de movimientos, mediante la cual continúa el hundimiento de grandes sectores de la costa, lo cual permite que el mar avance nuevamente hacia el oriente en muchos sectores. Pero tales movimientos parece que en el interior del continente originan mayores elevaciones, mediante las cuales el mar de Navidad es expulsado de la zona central y de la cordillerana correspondiente a la región central del país. Es posible que este diastrofismo se hubiera producido por un encorvamiento del continente, originado por un empuje magmático vertical, ya que, más o menos simultáneamente, empieza un volcanismo intenso en el interior, y también se comienzan a formar depresiones tectónicas, como la de la Pampa del Tamarugal, las cuales se intensifican más adelante.

Los sedimentos del plioceno los conocemos, con seguridad, a lo largo de la costa, desde Caldera hasta el Toltén; pero, posiblemente, lleguen por el norte hasta Mejillones. Acerca de su propagación más al sur no tenemos datos concretos; pero no sería de extrañar que ellos existieran. Es interesante anotar que hasta ahora no se ha señalado la existencia de sedimentos pliocénicos en la Cordillera de la Costa, ni en el Valle Longitudinal, lo cual estaría demostrando que éstas fueron áreas positivas cuando se produjo la transgresión.

En Caldera, según Steinmann (1896), el plioceno descansa sobre las rocas graníticas, con areniscas gruesas más o menos cementadas, que a veces toman un carácter conglomerádico, y siguen hacia arriba sedimentos más finos.

Mayores detalles tenemos acerca de los sedimentos pliocenos de la bahía de Coquimbo, los cuales fueron descritos detalladamente por Darwin, Bailey Willis (1929) y Steinmann (1896). Allí descansa sobre el zócalo granítico una capa calcárea, con ciertas especies de ostras que existen también en el mioceno. Hacia arriba siguen areniscas con intercalaciones de bancos de areniscas calcáreas y bancos conchíferos, con un espesor no inferior a 50 m. El plioceno de Coquimbo se puede seguir hacia el sur en una distancia de 70 kms., en los llanos situados al oriente de un pequeño bordo, junto al mar.

El próximo afloramiento pliocénico conocido es el de La Cueva, en la Cordillera de la Costa de la provincia de Colchagua, donde aparece formando el subsuelo de una meseta antepuesta a la costa, con 60 kms. de ancho y 300 a 350 m. de altura. Según Brüggen (1934), el

contenido fosilífero de las Capas de La Cueva indica una edad pliocénica superior, y ellas serían sincrónicas con las que forman el subsuelo de las amplias terrazas que existen junto a la costa del Norte Chico. Los sedimentos correspondientes consisten en areniscas arcillosas de color obscuro, posiblemente con mucho material volcánico.

En la costa de la provincia de Arauco, el plioceno tiene un amplio desarrollo. Allí está bien evidente su discordancia con las capas de Navidad, pues aun cuando ambas formaciones aparecen en contacto directo, como en Punta del Fraile, la discordancia de erosión es poco acentuada; hacia el sur, el plioceno descansa sobre formaciones muy diversas. Así, en El Huacho se superpone a los mantos de carbón del Piso de Trihueco. En general, se observa que sus sedimentos se depositaron sobre dos amplias áreas: una abierta hacia el sur y otra hacia el norte, quedando los cerros de Yane-Lavapié como una isla antepuesta al continente.

La bahía pliocénica meridional parece que tenía su continuación hacia el sur en la región ocupada hoy día por las dunas de Cañete, de modo que en esta parte el suelo sobre el cual transgredió, estaba formado por las pizarras metamórficas.

En toda la región de Arauco, las capas pliocénicas consisten en areniscas arcillosas, con abundantes fósiles.

Hacia el sur de Tirúa, sigue aflorando el plioceno con rumbo NNE y 10° de inclinación al SE. El conglomerado basal que se apoya sobre las micacitas aparece en Lilicura, unos 3 kms. al oeste de la costa. Estas capas pasan gradualmente hacia arriba a formaciones continentales, intercalándose mantos de conglomerados, cuyos rodados son principalmente de lavas basálticas porosas, muy análogas a las que forman los restos de volcanes que aparecen en el Valle Longitudinal entre el río Laja y Temuco. En los niveles más altos del plioceno, que aparecen en el valle del Río Imperial y en Trovolhue, existen mantitos de carbón, y en Puerto Saavedra, en el cerro Huilque, se hallan mantos de kieselgur. Arcillas, con un carácter francamente lagunar, encontramos a orillas del lago Budi.

Más al sur también existirían capas pliocénicas, y, según Felsch (1913), ellas alcanzan hasta la parte norte de la Isla de Chiloé, donde están formadas casi exclusivamente por cenizas y brechas volcánicas.

2. *Terciario continental*

El terciario continental tiene un desarrollo algo variado en las diversas zonas del país, motivo por el cual deberemos tratarlo por separado.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

a) Terciario en el Norte Grande

En esta región, es preciso hacer una separación entre las áreas situadas a ambos lados de una línea que coincide aproximadamente con el meridiano 68° 30', a lo largo de la cual corre también el límite internacional en las provincias de Tarapacá y Atacama, no así en la de Antofagasta, donde se desplaza hacia el oriente de dicha línea.

En la región situada al poniente de la línea mencionada, no se produjo sedimentación durante el terciario inferior, pues ella estaba ocupada por los relieves más o menos accidentados que se originaron a consecuencia de la orogénesis mesocretácea, de modo que las pequeñas acumulaciones de sedimentos depositados sobre estos relieves, cuyo subsuelo estaba constituído principalmente por rocas mesozoicas, no tienen mayor importancia. Pero al oriente de ella, las condiciones cambian totalmente, pues aquí existió una cuenca de sedimentación importante, donde se acumularon los sedimentos provenientes de las regiones altas, situadas más al poniente, y se la puede considerar como el borde de la cuenca terciaria subandina, que tiene amplio desarrollo en la Argentina y Bolivia. El conjunto de estos sedimentos en territorio chileno ha sido designado por Brüggen (1942) con el nombre de Formación de San Pedro. Como este autor ha descrito detalladamente esta formación, tomamos de su trabajo la mayor parte de los datos consignados.

La Formación de San Pedro tiene una propagación relativamente grande al interior de Calama. Su base aparece en los cerros de Purilactis (en el camino entre Calama y San Padro de Atacama), y está constituída por conglomerados gruesos, poco cementados, con un espesor de 500 m., que han sido denominados Conglomerados de Tambores (Fig. 10). Entre los rodados de dichos conglomerados se encuentran, según Felsch (1933), dioritas, porfiritas, granitos, areniscas calcáreas, y calizas con fósiles calovianos. La frecuencia de rodados de dioritas y granitos demuestra que esta formación es posterior al mesocretáceo, de modo que habría que colocarlo en el cretáceo superior o Terciario inferior. Brüggen se inclina por esta última edad, tomando en cuenta su analogía con las areniscas rojas de Corocoro, en Bolivia.

Los conglomerados pasan hacia el E a arcillas rojas, que se dividen en dos grupos: uno superior, con 400 m. de espesor, formado por areniscas rojas calcáreas, que, en sus 100 m. inferiores, lleva arcillas rojas, también calcáreas, y otro inferior, de 150 a 200 m., constituído por arcillas rojas con intercalaciones de yeso.

Esta formación muestra un plegamiento muy intenso, que se podría atribuir a la fase oligocena de los movimientos andinos. Natural-

mente, aquí aparece exagerada la intensidad de los movimientos, por la poca competencia de las capas a las cuales afecta. A consecuencia de estos movimientos, se acrecentó el relieve que correspondía a la parte occidental, de modo que, al ser peneplanizado por la erosión que siguió a dicha orogénesis, se formó una superficie continua desde el centro de Chile hasta el Altiplano, sobre la cual van a depositarse posteriormente las vulcanitas de la formación liparítica.

Parece que en esta misma época de movimientos, se produjo la falla que pasa por el pie de la actual Cordillera de la Costa.

La cuenca donde se depositaron los sedimentos de la Formación de San Pedro tiene cierta analogía con la que describiremos más adelante para las provincias de Bío-Bío y Malleco, aunque las condiciones climáticas de ambas son muy diferentes. Allí encontramos también sedimentos que se apoyan contra la cordillera mesocretácea, extendiéndose hacia el oriente, los cuales fueron plegados posiblemente durante el oligoceno y cubiertos discordantemente por rocas volcánicas.

La formación liparítica.—Esta formación ha sido descrita también por Brüggen (1934). Ella cubre en el norte de Chile gran parte del territorio, con una anchura de más o menos 150 kms. en la parte norte; pero hacia el sur, su límite occidental va acercándose a la cordillera andina, de modo que en la latitud de Iquique el ancho se reduce a 100 kms., y disminuye más aun en dirección meridional, para terminar en la cordillera de la provincia de Coquimbo.

Las rocas de la formación liparítica han rellenado los antiguos valles, de gran anchura, que desaguaban la región correspondiente al Altiplano boliviano, los cuales estaban a un nivel muy inferior al actual. Así, en la región de Pica el fondo de dichos valles no había tenido una altitud superior a 500 m., y la altitud absoluta de los Andes habría estado entre 2.000 y 2.700 m.

El espesor de esta formación a lo largo del ferrocarril de Arica a La Paz fué estimada por Douglas (1914) en 1.000 m., pero en la quebrada de Tarapacá llega a 1.500 m. Igual cosa ocurre en la quebrada de Aroma.

En estas regiones, lo mismo que en Pica, la formación consiste en una serie de bancos de lavas liparíticas, que a veces llegan a 300 m. de potencia, alternados con tobas, arcillas, areniscas y conglomerados. En la parte superior aparece una capa de rodados obscuros, de 30 a 100 m. de espesor, constituídos principalmente por lavas andesíticas porosas, provenientes de volcanes más modernos.

Hacia el sur de Pica, al otro lado del cordón que cerraba por el sur el valle terciario de Pica, los sedimentos terciarios se componen en su parte inferior de una gruesa capa de rodados esquinados (sedimentos de desierto), sobre los cuales se apoyan areniscas de grano fino, con

estratificación diagonal, y cubiertas por rodados obscuros, análogos a los que cubren la formación liparítica en el norte del país.

En el camino de Calama a San Pedro de Atacama, la formación liparítica comienza con un conglomerado basal de 1 a 4 m. de espesor, y después siguen liparitas alternadas con arcillas rojas, areniscas y conglomerados gruesos. A veces aparece kieselgur en el yacente de las capas de liparita. En otros lugares hay, por debajo de las liparitas inferiores, areniscas estratificadas, sobre las cuales descansan brechas liparíticas. En muchas partes, la liparita está sustituída parcialmente por una sucesión de areniscas calcáreas, que siguen con discordancia de erosión sobre las liparitas, y están afectadas por la misma tectónica que dislocó a estas últimas. Estas capas han sido designadas por Brüggen, «Formación del Loa», y la localidad-tipo es Calama, donde se presentan en forma de bancos calizos.

Las lavas liparíticas terminan en cuña hacia el poniente y son sustituídas por capas de arenisca y conglomerados de grano grueso, los cuales, a su vez, son reemplazados por arcillas depositadas en grandes lagos estancados por la Cordillera de la Costa y contemporáneos con las erupciones liparíticas (Fig. 2).

En las quebradas de Tilivichi y Tana puede observarse un recubrimiento hacia el oeste de las capas de la formación liparítica por sedimentos lacustres, con mantos de kieselgur, seguidos de areniscas y rodados que se consideran de origen fluvial, y depositados por ríos que excavaron su lecho en los sedimentos con que se rellenó el lago.

Los puntos de salida de los materiales volcánicos deben encontrarse en la parte central de la Cordillera Occidental, pues allí alcanzan las mayores potencias, disminuyendo tanto hacia el oriente como hacia el poniente. Se trataría de erupciones producidas a lo largo de grietas, que se extienden en una longitud de 1.100 kms.

En las regiones con mayor denudación, situadas al oeste del área ocupada por la formación liparítica, es frecuente encontrar filones de estas mismas rocas, los cuales seguramente fueron también alimentadores de efusiones desaparecidas por la erosión. Muchos de estos filones llevan mineralización de cobre. También se suelen hallar restos de lavas liparíticas o dacíticas en lugares aislados de la peneplanicie terciaria solevantada, como cerca de Punitaqui (Erazo, comunicación verbal), Guanaco y otros puntos.

El enorme relleno de los valles terciarios que se produjo en la alta cordillera, se debe, en parte, a las enormes acumulaciones volcánicas y, también, al estancamiento producido en la parte inferior de estos valles, debido al primer solevantamiento de la Cordillera de la Costa por las dislocaciones del Terciario inferior (¿oligoceno?), que originaron una larga y ancha depresión al pie de dicha sierra. Los ríos de

la alta cordillera se estancaron en forma de lagos, los cuales fueron rellenados por los sedimentos, hasta que rebalsaron los portezuelos bajos, y en ellos se formaron después planicies de sedimentación, como puede observarse en el alto, a ambos lados de la quebrada de Tana. En algunas partes del margen occidental de la Cordillera de la Costa, se conservan depósitos de yeso correspondientes al sedimento lacustre, de modo que la costa debió encontrarse mucho más al oeste que en la actualidad.

Al mismo tiempo que se producía el relleno de los lagos estancados por la Cordillera de la Costa y las efusiones liparíticas, en esta sierra se estaban acumulando gruesos sedimentos de bolsones, constituídos por rodados desérticos, con algunas intercalaciones de tobas blancas. A veces, como en la Pampa del Soronal, existe, por debajo de la cubierta de rodados, una arcilla rojiza, conocida con el nombre de «coba», la cual forma el yacente de los mantos de caliche. Esta coba es el sedimento eólico correspondiente a las liparitas de la alta cordillera.

La edad de la formación liparítica la supone Brüggen miocena, debido a que ella yace discordantemente sobre la Formación de San Pedro, que, según hemos visto más arriba, se puede considerar eocena. Otro argumento que está en favor de la edad miocena es el hecho de ser más moderna que la falla del pie oriental de la Cordillera de la Costa, a la cual atribuye una edad oligocena.

Existen pocos estudios petrográficos de las rocas que componen la formación liparítica. Según muestras dispersas que hemos obtenido, participan en ellas liparitas y, en gran proporción, dacitas, ya sea en forma de lavas, brechas o tobas.

Transcribiremos textualmente la descripción que hace Brüggen (1934) del ambiente que reinaba en el N de Chile durante el Terciario medio:

«Al fin de la erupción de las liparitas y traquiandesitas, la morfología de Tarapacá era la siguiente: desde el mar, que se hallaba mucho más al occidente de la costa actual, subía lentamente un lomaje suave, con algunos cordones un poco más altos, que se levantaron de las extensas planicies de los bolsones, de modo que, en medio de la Cordillera de la Costa, el aspecto del paisaje no habría sido muy distinto del actual.

«Hacia el este, el terreno subía lentamente, terminando los cerros en la región de la actual zona salitrera de Zapiga a Pozo Almonte. Esta falda oriental de la zona de la costa era parecida a la actual; algunas lomas más altas terminaron en la antigua falla, que puede reconocerse por su trazado rectilíneo. Pero entre estas lomas seguían las planicies de los bolsones, perdiéndose, como hoy, la pampa Pissis debajo de la llanura del Valle Longitudinal. A ésta le faltaba solamente

la capa superior de sedimentos modernos, y su aspecto era igual al de la pampa de Tana, situada al N de Zapiga. La llanura del Valle Longitudinal subía insensiblemente hacia el E, pasando por las serranías que conocemos hoy con los nombres de cerros de Tarapacá, Yabricoya y Juan de Morales. Encima de la planicie se levantaron los antiguos volcanes de Tolompa, Mamuta, etc. Debido a su inclinación muy reducida, la planicie tuvo escasa altura, y lo mismo los cerros, p. ej. el Yabricoya, apenas habría tenido 2.500 m., contra los 5.200 que tiene hoy día. Del mismo modo, los actuales Altos de Pica tuvieron solamente 1.500 m., en vez de sus 4.200 m. actuales.

«Sólo en el plioceno subió la Cordillera de los Andes a sus alturas actuales, lo mismo que todo el continente, afectando este movimiento tanto a la Cordillera de la Costa como al Valle Longitudinal. Al mismo tiempo, una gran parte de la costa se hundió debajo del nivel del mar, que, por primera vez, alcanzó hasta la región donde está hoy día la costa».

Por efecto de los movimientos del plioceno, que son generales en toda la parte occidental de América del Sur, se produce el ascenso de la cordillera andina como un solo bloque, quedando separada del Valle Longitudinal por una flexura, correspondiente al plano inclinado con que desciende la formación liparítica.

Según Brüggen (1934), la Pampa del Tamarugal y la Cordillera de la Costa actuaron en estos movimientos solidariamente, como quedaría demostrado por el hecho que la falla que separa ambas unidades es más antigua que la formación liparítica, o sea, de edad eoterciaria. Pero es indudable que la Cordillera de la Costa debió levantarse también con relación al valle, tal vez por flexuras análogas a las del lado oriental, acentuándose las diferencias de nivel creadas por los movimientos anteriores.

La depresión de la Pampa del Tamarugal, formada a consecuencia de estos movimientos, termina más o menos frente a Antofagasta, y aparecen otras depresiones situadas hacia el E de la anterior, siendo la más importante el Valle Longitudinal de San Pedro de Atacama, el cual empezó a formarse con las dislocaciones del oligoceno, como lo demuestra el hecho que las lavas lipariticas miocenas no pasaron hacia el oeste de la Cordillera Domeyko. Por efecto de estas dislocaciones pliocénicas, asciende la Puna a sus altitudes actuales de 4.000 m. Estos movimientos ocasionaron, en algunas partes, como en los cerros de la Sal, algunos plegamientos, debidos a compresiones, los cuales afectan también a la formación liparítica. Pero es indudable que la topografía actual no se debe exclusivamente a esta fase tectónica pliocénica, sino que fué reforzada por movimientos neopliocénicos o cuaternarios, a los cuales debe corresponder también la gran falla

de la costa, ya que no existen aquí los sedimentos pliocénicos marinos, que son seguramente posteriores a la primera fase orogénica pliocena.

Estas dislocaciones más modernas muestran, en general, un rumbo diverso de las anteriores, lo cual tiene por resultado que el Valle Longitudinal llegue a la misma costa en Arica y que también sólo en ciertos sectores el límite entre la Cordillera de la Costa y la Pampa del Tamarugal esté fijado por fallas modernas, pues debido a esta posición diagonal, ellas, después de recorrer cierto trecho por el límite de estas dos unidades, penetraron a la Cordillera de la Costa. Algo análogo se puede ver en la zona central, entre las provincias de Linares y Bío-Bío.

Ligada a estos movimientos tectónicos del plioceno, aparece una nueva época de intensa actividad eruptiva, que tiene por consecuencia la formación de los grandes conos volcánicos de la Puna y de la Cordillera Occidental, cuya actividad se continúa hasta el Cuaternario. Aunque hay pocos datos concretos respecto a la composición de las lavas, se sabe, en general, que ellas comienzan por andesitas augíticas y de hiperstena, las cuales evolucionan más adelante hacia basaltos, que, en sus términos más modernos, llevan generalmente olivina.

Mediante la acumulación de estos conos volcánicos, se formaron numerosas depresiones sin desagüe en los antiguos valles, las cuales dieron origen a los salares, como los de Ascotán, Ollagüe, etc.

Fuera de la zona volcánica de los Andes, la morfología experimentó escasas variaciones después del plioceno. Entre éstas pueden mencionarse las excavaciones de profundos cañones por los ríos que corrían sobre la formación liparítica, los cuales alcanzan a veces profundidades de 1.500 m.

Debido al hundimiento desigual de las distintas partes de la Pampa del Tamarugal, Brüggen (1934) supone que se formó un extenso lago, al cual le dió el nombre de Soledad, en el que se produjo la pérdida del agua por evaporación, depositándose extensas capas de sulfato cálcico y cloruro sódico, como en los salares de Punta de Lobos y Guanillos. Al aumentar las precipitaciones en la primera época glacial, el lago rebalsó, y las enormes cantidades de agua acumuladas corrieron hacia la costa, socavando el profundo cañón del río Loa.

b) Terciario en el Norte Chico

Hacia el sur de la latitud de Taltal, las condiciones en las cuales se desarrolló el Terciario debieron ser análogas a las del Norte Grande, pero la formación liparítica abarca hoy día extensiones mucho menores, estando acantonada en la región cercana al límite, pero aún en ésta no se presenta de un modo continuado. Sin embargo, hay varios restos

de ella en la zona central, que descansan sobre la antigua peneplanicie originada con posterioridad a los movimientos oligocenos, los cuales son testigos de su mayor repartición hacia el poniente. La composición petrográfica de estos materiales varía entre liparitas y dacitas. Son frecuentes también los filones y pequeños macizos correspondientes a estas rocas.

Debido a esta escasez de afloramientos de las rocas mesoterciarias, no podemos trazar con relativa seguridad los acontecimientos ocurridos, pero está bien en claro que los movimientos tectónicos producidos en el Norte Grande a comienzos del plioceno y que tuvieron por resultado la formación de la Pampa del Tamarugal, del Salar de Atacama, etc., en el Norte Chico no produjeron depresiones de esta magnitud, sino otras más pequeñas, las cuales han sido rellenadas por depósitos de rodados antiguos.

Las formaciones andesíticas y basálticas se pueden seguir por el sur hasta los nacimientos del río Elqui, y tienen gran desarrollo en la región de Maricunga.

Entre esta zona y Santiago parece que las formaciones volcánicas se encuentran principalmente en territorio argentino.

c) Terciario en la región central

En la zona de Santiago se puede reconocer, tanto en la Cordillera de los Andes, como en la de la Costa, la antigua peneplanicie miocénica, aunque enteramente desprovista de sedimentos o formaciones volcánicas, pero hay algunos antecedentes de que ellas tuvieron en otras épocas un amplio desarrollo.

Así, encontramos en los alrededores de Santiago filones de traquitas de soda en el valle del Clarillo, cerca de su confluencia con el Maipo, y de andesitas de hiperstena y basaltos de olivina en el cerro San Cristóbal, en Colina, etc., los cuales seguramente fueron los alimentadores de extensas formaciones volcánicas. También Brüggen (1934) menciona filones dacíticos en la cordillera de Río Blanco.

El otro antecedente que justifica suponer la existencia de enormes acumulaciones volcánicas durante el Terciario, es el hecho que casi todos los materiales transportados por los ventisqueros durante las primeras glaciaciones cuaternarias consisten en rocas volcánicas. Sin embargo, parece que aquí hay cierta diferencia en el carácter de las efusiones terciarias, pues predominan las andesitas y los basaltos, mientras que en el norte han tenido mayor difusión las liparitas y dacitas.

En la Cordillera de los Andes de la provincia de Talca, el volcanismo terciario conserva todavía una amplia propagación. Allí aparecen, según Fuenzalida (1943), espesores enormes de lavas estratifi-

cadas, que en el río Colorado (afluente del Lontué) alcanzan a cerca de 1.000 m. Estas lavas están superpuestas a las porfiritas mesozoicas, y parece que antiguamente rellenaron los grandes valles, llegando a rebalsar, en muchas partes, los portezuelos y sobresaliendo sólo los cerros más altos, como ocurrió con la formación liparítica. Según el autor citado, posiblemente se trata de lavas que han salido de grietas en las vecindades del límite internacional o en territorio argentino. En este conjunto volcánico, las tobas tienen una importancia muy subordinada, y se las encuentra de preferencia en la parte occidental. La composición petrográfica de estas lavas parece corresponder a andesitas y tal vez también a basaltos.

Hacia el sur de la región de Talca, tenemos muy pocos conocimientos de la existencia de estas lavas derramadas durante el Terciario, pero es evidente que ellas han tenido una importancia considerable, por el hecho que todos los materiales que constituyen los sedimentos glaciales que rellenan el valle longitudinal y aun los sedimentos fluviales más antiguos que la glaciación, como ocurre en las provincias de Ñuble y Bío-Bío, llevan casi exclusivamente materiales basálticos o andesíticos. Debido a la fuerte glaciación que afectó a esta zona, se explica que hayan desaparecido casi totalmente las cubiertas volcánicas de la peneplanicie mesoterciaria.

En las provincias de Bío-Bío y Malleco volvemos a encontrar, dentro del territorio chileno, el margen occidental de la cuenca de sedimentación que se formó durante el Terciario inferior al oriente de la Cordillera de los Andes. Los puntos mejor conocidos a este respecto son las regiones de Lonquimay y Queuco, que describiremos a continuación, empezando por la de Lonquimay, a pesar de estar más al sur, pues allí los fenómenos geológicos aparecen con más claridad.

Terciario basal de Lonquimay.—En la región del alto Bío-Bío aparece una formación terciaria conocida desde los trabajos de Burckhardt (1900) y que ha suscitado gran interés, porque algunos horizontes son esquistos bituminosos. Aquí tenemos un conjunto de sedimentos terciarios que descansan discordantemente sobre sedimentos y rocas porfiríticas mesozoicas, afectadas por la orogénesis mesocretácea. El límite oriental de las capas terciarias coincide aproximadamente con la base oriental de la Cordillera de Litrancura, y ellos ocupan gran parte de la Sierra del Pedregoso y del valle del Bío-Bío, entre Rahue y Liucura.

Estos sedimentos se han depositado en una gran cuenca lagunar, originada a consecuencia de la destrucción de los relieves producidos por los movimientos de fines del Mesozoico, a que nos hemos referido más arriba, aunque no hay ninguna seguridad si en esta región se ma-

nifestaron dichos movimientos, o persistió una época de tranquilidad desde los movimientos intercretáceos hasta la depositación de las capas de Lonquimay, ya que los plegamientos más modernos de la cordillera andina de Mendoza podrían atribuirse a la fase oligocena, lo mismo que la del geosinclinal de Magallanes, los cuales habrían sido ocasionados por una compresión dirigida hacia el oriente.

El perfil de estos sedimentos sería, según Fenner y Vogel (1935), el siguiente, en orden ascendente:

a) 45 m. Conglomerados, areniscas de grano grueso a fino y pizarras arcillosas.

b) 15 m. Pizarras bituminosas con 15 lts./ton. de petróleo, areniscas de grano medio a fino y calizas.

c) 30 m. Arenisca de grano fino a medio, areniscas conglomerádicas y conglomerados calcáreos brechosos.

d) 45 m. Pizarras bituminosas con 30 lts./ton. de petróleo, en parte calcáreas, con calizas oolíticas y capas delgadas de areniscas de grano fino.

e) 36 m. Areniscas y calizas de grano fino a medio, con varios mantos fosilíferos y 1.50 m. de pizarra bituminosa, de los cuales los 45 cms. inferiores corresponden al manto Porvenir, con ley media de 80 lts./ton. de petróleo.

f) 75 m. Arenisca de grano fino a medio, calizas oolíticas y pizarras bituminosas pobres, con 20 lts./ton. de petróleo, salvo fajas de 10 a 20 cms. con 60 a 80 lts./ton. de petróleo.

La fauna que contienen estos sedimentos indujo a Burckhardt (1900) a considerarlos como depositados en las aguas de lagos salinos.

Su origen lacustre queda también de manifiesto al considerar algunas características petrográficas, las cuales indican un régimen de aguas poco tranquilas, no muy favorable para la conservación de una gran cantidad de materia orgánica.

Los sedimentos eocenos tienen una posición tectónica que, en general, se puede definir como un monoclinal con inclinación hacia el E. Pero se observan plegamientos suaves, cuyo rumbo es, en general, N-S, y que en algunos sectores pasan a E-W, formándose así cúpulas locales. Estos plegamientos podríamos atribuirlos a la fase oligocena.

En toda la región existen restos de cubiertas basálticas horizontales, en discordancia sobre los sedimentos eocenos, cuya edad es preglacial (posiblemente miocenos o pliocenos). Hay también chimeneas y filones basálticos que atraviesan los sedimentos eocenos y que han sido seguramente los alimentadores de estas corrientes basálticas.

Los límites de esta cuenca posiblemente han estado a gran distancia de los actuales, pues en ninguna parte se encuentra una verdadera facies de ribera, y los contactos con rocas más antiguas es pro-

bable que sean de carácter tectónico. Felsch (1915) manifiesta que los límites N, S y E de la cuenca estuvieron posiblemente en las cércanías de los límites actuales, pero esto parece ser válido solamente para el límite E, a juzgar por la observación de que los sedimentos post-eocenos (se refiere a la parte superior del perfil descrito más arriba) descansan, entre los ríos Mitrauquén y Liucura, sobre el neomesozoico. Su observación referente a la parte sur no es válida, ni tampoco en lo que respecta al cerro Centinela, por razones que hemos dado en otra ocasión (Rodríguez y Muñoz Cristi, 1931).

Sobre esta serie de capas bituminosas se apoya un conjunto de sedimentos que empiezan por areniscas, para pasar en su parte superior a conglomerados o areniscas gruesas, con un espesor total para el conjunto de más o menos 200 m. y que se han depositado como consecuencia del relleno del lago. En la parte superior existe abundante material volcánico, en forma de tobas, o en los granos de las arenas y conglomerados. Dentro de esta parte superior, aparecen a veces mantos de calizas. La parte superior del perfil es bastante heterogénea, debido posiblemente al desarrollo de una red fluvial sobre el terreno originado por el relleno del lago.

Terciario basal de Queuco.—En la Cordillera de los Andes de la provincia de Bío-Bío, en la región del curso superior del río Queuco, se encuentran algunos sedimentos terciarios, en parte bituminosos, descansando sobre rocas porfiríticas y dioritas andinas mesozoicas. Esta región ha sido descrita por Hemmer (1935), de cuyo informe extractamos los siguientes datos:

Los sedimentos terciarios llevan en la base conglomerados medianos, brechas y areniscas de grano grueso. En los conglomerados se encuentran rodados de la diorita andina, en proporción escasa. El espesor de esta serie basal se estima en 200 - 250 m. A veces aparecen bancos de arenisca gris-verdosa obscura, con un contenido fosilífero que permite sincronizarlos con las formaciones análogas de Lonquimay, es decir, del eoceno inferior.

El complejo conglomerádico pasa, sin límite pronunciado, a una serie de arcillas alternadas con areniscas y algunos mantos de esquistos bituminosos, de potencias variables, con un espesor total de más o menos 200 m.

Por encima siguen brechas, conglomerados y areniscas de grano grueso y rocas efusivas, con un espesor de más o menos 300 m. Es frecuente encontrar en la serie bituminosa filones y diques-mantos de basaltos y andesitas, los cuales, en algunos casos, han producido un metamorfismo muy escaso en los esquistos bituminosos, pero en otros los esquistos se encuentran completamente quemados y han perdido

su bitumen. Algunos bancos de las brechas de esta serie llevan minerales de fierro y cobre, especialmente en la cercanía de guías de cuarzo y carbonatos que los atraviesan. Esta serie volcánica tiene muchas analogías con la que recubre los esquistos bituminosos de Lonquimay, y podría considerarse como la parte superior del eoceno. Hemmer anota la presencia de andesitas, basaltos y traquitas, pero no aparece clara la relación que existe entre ellas y los sedimentos.

La tectónica de los sedimentos eocenos de Queuco es una combinación de plegamientos y fallas con rumbo predominante N-S y NE-SW, pero hay también algunas flexuras. El borde occidental del Terciario corresponde a una falla.

Los afloramientos del Terciario inferior en la región de Queuco ocupan un área relativamente reducida, pero es indudable que antes debieron formar una sola cuenca con los de Lonquimay. Tampoco conocemos aquí su límite hacia el poniente, ya que ellos terminan en una falla.

Propagación del Terciario inferior en la Cordillera de los Andes.—Tanto los esquistos bituminosos de Lonquimay, como los de Queuco, se encuentran en la vertiente oriental de la cordillera principal, integrada por los cordones de Las Raíces, Pemehue y Tricauco, los cuales están constituídos por rocas mesozoicas, ya sean de la formación porfirítica o de las dioritas andinas. Si ellos se propagaron más al poniente, a la vertiente occidental de esta cordillera, no podemos decidirlo, pues hasta ahora no se conoce ningún afloramiento que pueda corresponder, y los únicos sedimentos terciarios que conocemos en esta vertiente, dentro de la provincia de Bío-Bío, son algunos esquistos arcillosos, de rumbo NE y 15° de inclinación al NW, que existen en el valle del río Renaico, más o menos 10 kms. al E de Tres Vientos. Ellos parecen apoyarse, por contacto tectónico, en las dioritas de las estribaciones occidentales de la Cordillera Pemehue. Pero estos sedimentos podrían corresponder a las capas con mantos de carbón de Esperanza, al oriente de Chillán, y es posible que representen el Piso de Navidad del mioceno, cuyos restos aparecen en varias partes del Valle Longitudinal.

Hacia el S de Liucura, no aparecen los sedimentos eoterciarios en la cordillera del límite, la cual está constituída por las rocas mesozoicas y algunas cubiertas basálticas más modernas. Pero, según los estudios de Gröber (1929), ellos se encuentran en el S del Neuquén. En cambio, en el N del territorio y al S de Mendoza existe sólo la serie andesítica oligocena, es decir, aquella serie constituída casi en su totalidad por tobas, brechas y lavas.

Según el autor citado, los sedimentos eoterciarios del S del Neu-

quén consisten en areniscas conglomerádicas, conglomerados y arcillas esquistosas, llevando los conglomerados inferiores sólo rodados de basamento, lo cual lo atribuye a que la peneplanicie, sobre la que se depositaron los sedimentos eoterciarios, tenía declive hacia el oeste, pero tal suposición difícilmente es aceptable, en vista de la falta de sedimentos de esta época en territorio chileno.

Condiciones parecidas se conocen más al N, en la parte S de la provincia de Mendoza, descrita por Gerth (1931). En la cordillera chilena no aparecen restos del Terciario, debido a la fuerte erosión en la cordillera principal, que es aquí también la cordillera limítrofe, y ocupa, por lo tanto, la misma situación que la Cordillera de Litrancura en Lonquimay. Los estratos de Mallargüe (senoniano maestrichtiano marino) pasan hacia arriba a arcosas, con bancos de conglomerados, cuyos rodados son de porfirita y de filones de dioritas andinas. A este conjunto le atribuye Gerth una edad terciaria antigua. Ellos están plegados en anchas sillas y cuencas, lo mismo que ocurre en Lonquimay, de lo cual se deduce que el plegamiento que los afecta se produjo en el Terciario (¿oligoceno?). Los conglomerados y arcosas pasan hacia arriba a tobas andesíticas, y sobre ellas hay lavas de mucho espesor, no plegadas. Estos estratos eoterciarios los paraleliza Gerth con los Estratos Calchaquíes del norte de Argentina.

La actividad eruptiva en la región de Lonquimay comienza cuando se depositan las partes más altas de los esquistos bituminosos, es decir, donde predominan las calizas oolíticas, pues en ellas generalmente el núcleo de las oolitas está constituído por fragmentos de feldespato o de una roca volcánica, las cuales habían llegado en forma de materiales piroclásticos a las cuencas, desde centros de erupciones lejanas, y sólo en las partes más altas de la serie eoterciaria predomina el material volcánico (Faldeo Centinela), lo que acusa un acercamiento de los centros eruptivos.

El lugar de procedencia de estos materiales eruptivos es difícil encontrarlo, pero probablemente se hallaba en territorio chileno, pues en el lado argentino tenemos un registro relativamente completo de los acontecimientos terciarios, por la conservación de los sedimentos, lo que no ocurre en Chile, debido a la intensa denudación que siguió a los levantamientos ocurridos en diversas épocas del Terciario. Como lo mencionamos más arriba, en la Argentina disminuye el material volcánico en los sedimentos eoterciarios, a medida que avanzamos hacia el E; en cambio, en Chile existen algunas fajas de rumbo N-S al pie de la Cordillera y del Valle Longitudinal de las provincias centrales, ocupadas exclusivamente por rocas volcánicas, las cuales pudieron ser los centros de donde partió esta actividad, ya en el Terciario inferior. Pero como, según hemos visto al tratar del eoceno marino de Arauco y

Concepción, los primeros indicios de actividad volcánica los encontramos en el Piso de Millongue, es decir, la parte más alta del eoceno, y aun en el Piso de Navidad parece que faltan manifestaciones de actividad eruptiva. Este hecho nos estaría indicando que el distrito eruptivo del oriente estaba separado de la costa del Pacífico por la Cordillera de la Costa, y todas las manifestaciones volcánicas se producían en la vertiente oriental de ésta.

Poco a poco se habrían ido propagando las efusiones hacia el oriente, hasta que en el mioceno ya las efusiones de basaltos de terrazas se producen en las cuencas subandinas de Lonquimay, etc.

Así tenemos una nueva demostración que la Cordillera de la Costa actúa como una barrera profunda para separar las áreas de intenso volcanismo.

En la parte occidental de la provincia de Bío-Bío, entre las estaciones de Diuquín y Laja, se encuentran los restos de un antiguo valle fluvial excavado en la diorita andina, posiblemente de rumbo NW, el cual ha sido rellenado por rodados fluviales, muy cementados, correspondientes casi exclusivamente a basaltos. Seguramente, este valle es más antiguo que los movimientos que levantaron la Cordillera de la Costa en sus últimas etapas, es decir, del plioceno o Cuaternario antiguo, ya que no se encuentra su continuación ni al este ni al oeste.

En el Valle Longitudinal de las provincias de Bío-Bío, Malleco y Cautín encontramos también numerosos volcanes antiguos que sobresalen por entre el relleno de sedimentos glaciales, cuyas lavas son principalmente basaltos de hiperstena y que se levantan por encima del subsuelo de diorita andina, que forma el zócalo fundamental. Su edad es posiblemente pliocena.

Por último, mencionaremos que en la costa, algunos kilómetros al norte de la desembocadura del río Imperial, se encuentran intercalados entre los sedimentos marinos del plioceno, algunas capas de conglomerados, cuyos rodados son principalmente lavas porosas de basaltos de hiperstena.

Todos estos hechos nos demuestran que en toda esta región existió una actividad volcánica intensa durante el Terciario superior.

d) Terciario en la región austral

La abundancia de rocas volcánicas terciarias, ya sea in situ o formando parte de los sedimentos terciarios o cuaternarios, termina en la parte norte de Valdivia. Pero esto no significa que la faja de erup-

tivos terciarios termine en esta región, pues ella sigue con su rumbo meridional en territorio argentino, y no la volvemos a encontrar en territorio chileno hasta el río Puelo, al interior del golfo de Reloncaví, donde aparece la formación andesítica de la Argentina con rumbo general NE y pequeña inclinación al SE, según los datos de Fuenzalida (1947). Parece que las rocas que la integran son lavas basálticas de augita, con sedimentos intercalados.

En la región de Aysén conocemos mucho mejor el desarrollo del Terciario por las investigaciones de Ruiz (1946) y Heim (1940). Extractaremos aquí los resultados a que llega el primero de los autores citados.

En la zona oriental de Aysén existe una serie efusiva con espesores superiores a 1.000 m., descansando discordantemente sobre el complejo neojurásico a eocretáceo. Ella consiste en lavas y tobas dacíticas, con inclinación al SE, e incluye pequeños bancos de fósiles marinos. Esta serie se puede asimilar a la formación andesítica conocida en la Argentina, cuya edad se supone eocena. La tectónica que la afecta parece ser de bloques de fallas discordantes.

En la región del lago Buenos Aires aparece la misma serie dacítica, con 220 m. de potencia, pero entre su yacente y la roca fundamental existe un espesor de 200 m. de arcillas, con intercalaciones de tobas, lo que indica un episodio lagunar anterior a las efusiones dacíticas. En esta región se superpone a estos últimos un paquete de areniscas y arcillas, con mantitos de carbón, cubiertas por un manto de basalto olivínico, de 30 m. de espesor, sobre el cual se apoya un banco de ostras. Unos 40 kms. al poniente de esta región, encontró Heim una serie sedimentaria en posición sinclinal, que comienza con un banco de ostras, análogo al descrito por Ruiz, y comprende unos 1.000 m. de sedimentos arcillosos, con 200 m. de areniscas conglomerádicas basales.

Tavera (informe incluído en la publicación de Ruiz), por comparación de las faunas que aparecen en esta región con las del mioceno marino de la costa chilena y del Patagoniano en la Patagonia argentina, llega a la conclusión que en esta época se establece una conexión entre el Pacífico y el Atlántico en la región de Aysén.

La serie dacítica, en los alrededores de Coyhaique, está atravesada por macizos relativamente pequeños de diorita porfírica, los cuales podrían representar la facies intrusiva de la serie dacítica.

Según la descripción anterior, no estarían representadas en esta región las series volcánicas neoterciarias o más modernas.

VI. *Cuaternario*

Durante el Cuaternario continúa la gran actividad geológica del Terciario, manifestada por movimientos tectónicos y fenómenos volcánicos, a los cuales se vienen a agregar los resultados de intensas glaciaciones. A consecuencia de tales procesos, se modela la fisonomía fisiográfica actual. Como carecemos de antecedentes suficientes para trazar un bosquejo que ligue los resultados de estos tres tipos de actividades geológicas, los trataremos separadamente.

1. *La glaciación cuaternaria*

En Chile, lo mismo que en todos los países montañosos del mundo, se produjeron durante el Cuaternario una serie de avances y retrocesos de los ventisqueros, provocados por variaciones climáticas, pero sin que se modificaran sustancialmente las características climáticas relativas entre las diversas regiones del país. Así, en el Norte Grande se incrementan en cierta proporción las precipitaciones, pero, seguramente, dicho aumento no estableció un clima más benigno que el que rige en la actualidad en el Norte Chico.

Tomando por base la posición de las morrenas terminales en Europa y Norte América, se han distinguido tres o cuatro glaciaciones cuaternarias, durante las cuales los ventisqueros bajaron a lugares situados a menor altura que aquélla en que están sus términos hoy día. Después de cada glaciación, el clima mejoraba y los ventisqueros retrocedían, de modo que cada avance (época glacial) es seguido de un retroceso, provocado por un aumento de la temperatura (época interglacial). En la Patagonia argentina y Magallanes, Caldenius (1932) pudo reconocer también cuatro épocas glaciales. En cambio, para el territorio chileno, exceptuando esta provincia, es difícil establecer de un modo seguro las diversas glaciaciones, pues los movimientos tectónicos del Cuaternario y que, seguramente, continúan hasta hoy día, han modificado considerablemente la posición relativa de los distintos niveles de erosión y sedimentación. Tal condición rige especialmente en la zona central, desde Santiago a Chiloé, pues en el Norte Grande, aunque existe una depresión longitudinal de formación reciente, los ventisqueros no salieron nunca de la zona cordillerana.

Según Brüggen (1934), la glaciación cuaternaria en el Norte de Chile presenta las siguientes características:

En la provincia de Tarapacá, debido a la mayor abundancia de precipitaciones que hoy día, el límite de las nieves eternas descendió a 5.000 m., como se puede comprobar en los volcanes Tacora y Tocon-

ce. Los glaciares que se originaron no pasan de 5 a 10 kms. de longitud. También queda de manifiesto el aumento de precipitaciones por la existencia de diversas terrazas excavadas por las olas en las márgenes de lagos actualmente secos o transformados en salares.

Hacia el sur, los restos glaciales se van haciendo más marcados, y en el río Turbio (provincia de Coquimbo), reconoció el autor citado morrenas a 3.000 y 2.400 m. s. n. m. A medida que avanzamos en dirección meridional, los restos morrénicos se van encontrando a menores altitudes, pero siempre dentro de los valles actuales, lo que no es de extrañar, en vista que en esta región los valles muestran un desarrollo normal desde la cumbre de los Andes hasta el Pacífico.

Desde Santiago hacia el sur, se observa cierta independencia entre la ubicación de las morrenas y la topografía, pues en esta zona empiezan las depresiones tectónicas que van a constituir el gran Valle Longitudinal. Así, encontramos a veces morrenas en terrazas de antiguos valles, como ocurre en el valle del río Colina, en el del Maipo, en Machalí y en la Cordillera de los Andes de Talca. Estos materiales morrénicos, que son seguramente los más antiguos, constituyen muchas veces áreas extensas del subsuelo del Valle Longitudinal, entre Santiago y Curicó, rodeadas por los aluviones modernos. También aparecen en cuencas encerradas dentro de la Cordillera de la Costa, como en el valle del Puangue, en Alhué, en la región situada al oriente de Alcones y, por último, en las terrazas costaneras al sur de Rapel, en el fundo La Cueva.

Los materiales que constituyen estas morrenas antiguas son, en su casi totalidad, de origen volcánico. El cemento consiste en tobas, y los cantos corresponden a basaltos de augita u olivina y a piedra pómez. Este hecho nos demuestra que a fines del plioceno toda la región cordillerana, situada frente al Valle Longitudinal, estaba casi totalmente cubierta por los productos de las efusiones.

Como existe cierta independencia entre la ubicación de las morrenas antiguas y la topografía actual, se puede suponer que los movimientos tectónicos que originaron esta última son más modernos que la primera época glacial, durante la cual habría prevalecido el declive relativamente uniforme hacia el oeste, ocasionado por los movimientos del plioceno. La acción de las fallas sobre esta morrena antigua está bien evidente al pie del cerro Ramón (Santiago) y en la parte occidental de la provincia de Colchagua.

Desde Molina hasta el río Bío-Bío, el subsuelo del Valle Longitudinal está ocupado casi exclusivamente por sedimentos tobíferos, depositados probablemente en cuencas lacustres. En la provincia de Talca, ellos quedan interrumpidos hacia el oeste por la falla del pie oriental de la Cordillera de la Costa. Más al sur, su separación de la Cordille-

ra de la Costa no es tan precisa, pues las rocas de esta última, correspondientes generalmente a la diorita andina, avanzan en forma irregular hacia el oriente, dejando entre las diversas puntillas amplias abras rellenadas por los materiales cuaternarios.

Estas arcillas y areniscas tobíferas aparecen interrumpidas en algunas partes por valles fluviales, cuyo relleno consiste en rodados bien redondeados, constituídos casi exclusivamente por materiales basálticos. Pero estos valles no están limitados a la depresión del Valle Longitudinal, pues en la parte occidental de la provincia de Bío-Bío, en los contrafuertes orientales de la Cordillera de la Costa, ellos atraviesan, con una anchura de varios kilómetros, la diorita andina, como ocurre entre las estaciones de Laja y Diuquín. En esta parte, los rodados tienen un espesor de más de 100 m. y descansan sobre un terreno irregular de diorita andina, de modo que parece que en un comienzo existían varios valles de anchuras relativamente reducidas, los cuales, al ser rellenados, se juntaron y constituyeron aluviones muy extensos. En la parte inferior y media del perfil, los cantos son bien redondeados, mientras que en la parte superior son esquinados. Como la casi totalidad de los rodados corresponden a basaltos de olivina, este cambio en la forma de los cantos se podría explicar por un aumento considerable del material arrastrado por los ríos, debido a un recrudecimiento de la actividad eruptiva.

Estos rellenos de valles son anteriores a los últimos movimientos tectónicos que originaron la Cordillera de Nahuelbuta, pues se los encuentra de un modo enteramente esporádico, no apareciendo la continuación de estos valles hacia el Pacífico, pues han sido cortados seguramente por fallas.

Sobre estos sedimentos lacustres y fluviales se han venido a depositar algunos cordones morrénicos, pudiendo distinguirse, entre los ríos Ñuble y Bío-Bío, dos bien definidos: uno que coincide aproximadamente con el meridiano 72° 20′, que en muchas partes viene a ponerse en contacto con las rocas graníticas del Valle Longitudinal, y otro, cuyo borde occidental corre aproximadamente por el meridiano 72° 10′ a 72°.

El cordón más occidental está bien desarrollado en la región de Los Angeles, donde tiene una anchura de 10 a 15 kms. y rodea los antiguos volcanes basálticos que existen en esa región. Esta morrena está constituída exclusivamente por materiales basálticos, tanto en el cemento como en los cantos, variando la dimensión de estos últimos entre 5 y 40 cms.

La segunda morrena es de composición análoga a la anterior, pero mucho más irregular en la distribución de los bloques, los cuales muchas veces tienen estrías bien visibles. Ella forma un plano inclinado

que sube gradualmente hasta el pie de la cordillera andina, constituída por las rocas mesozoicas, quedando marcado, al parecer, el contacto entre ambas formaciones por una falla de rumbo aproximadamente N-S. La región ocupada por esta morrena recibe localmente el nombre de «La Montaña».

Entre la base de esta morrena y la morrena de Los Angeles parece que existen otros cordones de menor importancia.

Desde el Bío-Bío al sur, las relaciones se hacen muy confusas, pues toda el área correspondiente al Valle Longitudinal está ocupada por un lomaje suave, que, en partes, corresponde a los antiguos volcanes basálticos y, en parte, a morrenas, pero sin que se pueda hacer una separación entre los dos que hemos mencionado para la región situada al N del Bío-Bío.

Desde el río Allipén hacia el sur desaparece esta gran cuenca de superficie ondulada y rellenada por los materiales glaciales volcánicos, y entramos a una región de relieve más acentuado, de modo que ya no se puede hablar de un valle longitudinal. Todas estas colinas están constituídas por las esquistas metamórficas de la Cordillera de la Costa. Como la zona que hemos visto anteriormente corresponde a una cubeta hundida entre fallas, lo cual ha permitido la conservación de los materiales glaciales antiguos, es natural que en las provincias de Valdivia y Osorno, donde no se formó la depresión tectónica, dichos materiales hayan desaparecido por la erosión, pues no podríamos suponer que la glaciación hubiera sido menos importante. Desgraciadamente, la fuerte erosión no permite apreciar las relaciones de la fisiografía con la tectónica, pero es indudable que debió producirse un ascenso del bloque de la Cordillera de la Costa.

Entre las provincias de Santiago y Cautín tenemos señales evidentes de otras glaciaciones posteriores a los movimientos tectónicos que originaron la depresión del Valle Longitudinal, las cuales las podemos designar como segunda y tercera glaciación. Los ventisqueros correspondientes a la segunda época depositaron sus morrenas terminales en los puntos donde los valles salen de la región cordillerana, pudiéndose mencionar entre éstas las de Puente Alto (en el Valle del Maipo), Cachapoal, Tinguiririca, Putagán, Ñuble, Laja y Cautín.

Por fin, existe otro grupo de morrenas, que han quedado dentro de los valles cordilleranos, las cuales las atribuímos a una tercera época glacial (Brüggen las denomina avance post-glacial). Las más conocidas son las de Maitenes (en el río Colorado, Santiago), de Chacayal (en el Cachapoal) y de Laja.

Entre la parte meridional de la provincia de Cautín y el golfo de Huafo, la glaciación correspondiente a la última época tiene un gran desarrollo, encontrándose frente a cada valle importante, extensos

anfiteatros morrénicos, tras los cuales aparecen los pintorescos lagos que dan una característica especial a toda la región. Desde Puerto Montt al sur, estos lagos han sido invadidos por el mar, pasando a constituir los golfos de Reloncaví, Ancud y Corcovado.

Más allá del golfo de Huafo desaparecen las cuencas de los grandes lagos y golfos, y el país se transforma en un área montañosa, con escasos rastros de sedimentos glaciales. Aquí la erosión glacial ha desempeñado un papel de gran importancia para modelar las formas de los cerros y excavar profundos cajones, que fueron invadidos por el mar. Por lo tanto, el área donde se depositaron las morrenas terminales, debe estar hoy día sumergida en el Pacífico. Sólo en contadas partes, como en la península de Taitao, se han conservado cordones morrénicos, correspondientes a estados de retroceso de los ventisqueros, los que también se encuentran en el interior de la cordillera andina.

En la parte oriental de la cordillera patagónica incluída en territorio chileno, las morrenas presentan la misma disposición que en la Región de los Lagos, es decir, a la salida de los valles cordilleranos se depositaron extensos anfiteatros morrénicos que estancaron las aguas de los ríos, originándose lagos como el Buenos Aires, Cochrane, San Martín, etc. Aquí la glaciación más antigua no guarda relación con la topografía actual.

En Magallanes, Caldenius (1932) distinguió cuatro sistemas de morrenas terminales: las del primer sistema están depositadas sobre las mesetas, sin relación ninguna con la topografía de los valles actuales, de modo que corresponderían a la glaciación más antigua del centro de Chile. Los otros sistemas se encuentran dentro de los valles transversales que fueron excavados durante la época interglacial que siguió a la primera glaciación.

2. *El volcanismo*

Parece que el volcanismo terciario llegó a su apogeo durante el mioceno y plioceno, de modo que en el Cuaternario asistimos a un volcanismo decadente, pero es imposible, en la mayoría de los casos, diferenciar de un modo preciso los volcanes que corresponden a una u otra época.

En el norte de Chile, todos los volcanes modernos están ubicados en el Puna y se encuentran agrupados generalmente en varias líneas paralelas. Brüggen (1934) estima que desde la latitud de Copiapó hacia el norte existen a lo menos 800 volcanes modernos, entre activos y apagados, pero en ellos la denudación se presenta con caracteres muy variables. Hacia el sur, su número decrece, terminando totalmente en la parte norte de la provincia de Coquimbo, para comenzar nuevamen-

te frente a Santiago, primero en forma de cerros aislados, y después constituyendo macizos más extensos, como ocurre en la cordillera andina de Talca, donde existe una extensa área ocupada por manifestaciones volcánicas, ya sea en forma de conos o mesetas de lavas. Siguiendo hacia el sur, los cerros volcánicos vuelven a estar espaciados en distancias de 30 a 40 kms., y en la Cordillera de los Andes de Cautín las áreas ocupadas por cerros volcánicos son muy extensas, pero, según hemos visto más arriba, es difícil separar las cuaternarias de las más antiguas.

Entre las provincias de Santiago y Llanquihue existen numerosos volcanes que han tenido actividad en los últimos años, como el Quizapú, Chillán, Antuco, Llaima, Villarrica, Puyehue, Osorno y Calbuco, pero esta actividad ha sido de una intensidad muy inferior a la que se produjo durante el Terciario, predominando las lluvias de ceniza y emanaciones de gases. El derrame de lavas es, en general, de poca importancia.

Al sur de Llanquihue, los volcanes son frecuentes hasta el río Huemules, disminuyendo en seguida, de una manera muy marcada, hasta Magallanes, para volver a aparecer en seguida en la Antártida.

Como lo ha hecho notar Brüggen (1934), la distribución de los volcanes guarda estrecha relación con las depresiones modernas de origen tectónico, y sólo en aquellos sectores donde existe un valle longitudinal bien desarrollado, la Cordillera de los Andes lleva volcanes abundantes. En efecto, en el Norte Grande tenemos varias depresiones tectónicas, siendo la más importante la Pampa del Tamarugal, y su cordillera es rica en volcanes. En el Norte Chico las depresiones son insignificantes, y también los volcanes tienen escasa importancia.

En la región situada entre Santiago y Valdivia, volvemos a encontrar depresiones importantes, y también un volcanismo intenso, disminuyendo gradualmente ambos fenómenos hacia el sur.

Esta relación entre depresiones tectónicas y volcanismo aparece también en otras regiones de la tierra, como en las grandes fosas africanas. Lo curioso es que los volcanes no se forman en el área hundida, sino en los bloques levantados, como si los bloques hundidos hubieran presionado el magma.

Las lavas de los volcanes más antiguos son basaltos de hiperstena; y las de los más recientes, basaltos de olivina; pero esto no es general, pues entre los rodados fluviales que rellenan el valle preglacial que hemos mencionado entre Diuquín y Laja (en la provincia de Bío-Bío), abundan los basaltos de olivina.

Según Stone-Ingerson (1934), los volcanes chilenos parece que se aproximan a la extinción, a juzgar por la disminución paulatina que ha

experimentado la actividad volcánica y por la gran cantidad de cristales que llevan las lavas.

Islas.—Las islas oceánicas chilenas, como Juan Fernández, Salas y Gómez y Desventurados, se levantan de un umbral submarino que corre aproximadamente por el meridiano 80, entre las latitudes 36° y 26° S, y que está a una profundidad de más o menos 2.000 m. Ellas son esencialmente volcánicas, y en algunas, como en San Ambrosio y San Félix, se conservan todavía restos de los cráteres, según Bailey y Willis (1929), lo cual demuestra que han sido formadas por un volcanismo relativamente reciente, lo que se confirma por el hecho que durante el terremoto de 1922 se produjeron en San Félix algunas emanaciones de gases. Aquí se encuentran, según los autores citados, basaltos y tobas, y entre éstas aparecen algunos trozos de traquita, análoga a la que aparece, según Quensel (1912), en Juan Fernández, por debajo de las corrientes basálticas.

La isla de Pascua está constituída también por materiales volcánicos modernos.

3. *Movimientos tectónicos y formación de las costas y relieves actuales*

Los MOVIMIENTOS tectónicos del plioceno y Cuaternario son los responsables, en gran parte, de la configuración fisiográfica del territorio chileno, tanto en lo referente a la orografía, como también a las formas de las costas.

Como ya lo mencionaremos al tratar de la glaciación, la fosa tectónica correspondiente al Valle Longitudinal se produjo probablemente con posterioridad a la primera glaciación y habría sido una consecuencia de los movimientos tectónicos del plioceno, que produjeron, seguramente, el encorvamiento de la superficie por empujes verticales. Las fallas que bordean esta fosa están bien visibles en su margen occidental y también en algunos sectores de la oriental, aunque en esta parte ellas han sido borradas en mayor grado por el fuerte aluvionamiento ocasionado por los ríos y quebradas que bajan de la cordillera. Pero las fallas no se limitan a la fosa tectónica, sino que se las encuentra también, en gran número, tanto dentro de la Cordillera de la Costa, como de la andina.

En el Norte Grande, el hundimiento de la Pampa del Tamarugal comenzó, al parecer, durante el plioceno, originándose la flexura con que bajan las capas de la formación liparítica por la falda occidental de la Cordillera de los Andes.

En el Norte Chico no se desarrollaron depresiones tan importantes como las mencionadas anteriormente, a pesar de ser las fallas muy nu-

merosas, como se puede reconocer en muchas partes por las formas del relieve y alteraciones en el curso normal de los valles.

Hacia el sur de Valdivia tampoco existen fosas tectónicas de la magnitud del Valle Longitudinal.

La costa del Norte Grande está determinada por un línea de fallas de rumbo meridional, que corta oblicuamente la Cordillera de la Costa, de modo que en Arica el Valle Longitudinal termina abruptamente a la orilla del mar.

Entre Arica y Chañaral, la línea costanera sigue por un precipicio de 500 a 1.000 m. verticales, que interrumpe bruscamente el relieve muy desgastado de la Cordillera de la Costa. Pero esta falla no se puede considerar como una estructura unitaria, pues, a juzgar por la existencia de pequeñas terrazas antepuestas a la costa que aparecen en lugares aislados, el pendiente se habría despedazado en varios bloques que muestran desplazamientos diferenciales, en los cuales fué excavada una terraza de abrasión, pero sólo en la parte donde la profundidad del mar hacía posible la acción de las olas. También pudo contribuir, en parte, a la formación de estas pequeñas terrazas, la erosión que actuó sobre el frente de la falla y que fué posible, a pesar de la extrema aridez de esta región, gracias a la fuerte pendiente.

En toda esta zona, la inclinación del shelf es muy fuerte, y frente a Taltal, a sólo 100 kms. de la costa, existen profundidades de más de 7.000 m. Como lo ha demostrado Brüggen (1934), estas fosas submarinas son muy modernas.

Al sur de Chañaral, la costa pierde el carácter abrupto que tenía más al norte, y aparecen al pie de los cerros que constituyen la Cordillera de la Costa, varias terrazas de abrasión escalonadas, con anchuras variables, las cuales a veces van a engranar con la superficie de denudación terciaria, de modo que, a lo menos los escalones más altos, se pueden considerar pliocenos.

En la costa de la provincia de Coquimbo se pueden observar los primeros movimientos epirogénicos cuaternarios que produjeron el descenso del continente, o bien el avance del mar debido al retroceso del hielo. Ello ha tenido por resultado la penetración de las terrazas costaneras hacia el interior de los valles de los ríos Elqui, Limarí, Choapa, Quilimarí, Ligua y Aconcagua. Más al sur, las condiciones de las desembocaduras de los ríos son diferentes, tal vez por la combinación de factores tectónicos y climáticos.

Las terrazas que fueron labradas por la transgresión marina, experimentaron un solevantamiento, probablemente durante la primera época interglacial, el cual fué acompañado de fallas, como queda de manifiesto en la costa de la región limítrofe de los departamentos de Ovalle e Illapel, donde la terraza antepuesta a la costa está a un nivel

más alto que la adyacente al cerro. Este desarrollo de terrazas costaneras, a veces en diversos niveles, se puede seguir hasta la Isla Grande de Chiloé.

En muchas partes de Chile central está bien evidente un movimiento de hundimiento posterior al desarrollo de las terrazas solevantadas, lo cual se manifiesta por la formación de lagunas relativamente profundas en el curso inferior de los valles, las cuales han sido estancadas por cordones de arena; en otros casos se conservan los estuarios, pero dicho hundimiento parece que no es general, sino que está localizado en regiones de fallas.

Al sur de Chiloé, la costa experimenta un hundimiento muy importante, mediante el cual el mar invade los antiguos lagos y valles glaciales, transformando la Cordillera de la Costa y, más al sur, también la parte occidental de la Cordillera de los Andes, en innumerables islas y fiordos, que le dan un aspecto muy característico a la cordillera patagónica.

VII. *Los yacimientos metalíferos*

El territorio chileno ha sido y es todavía bastante rico en minerales metalíferos, especialmente de cobre, como quedará demostrado en el capítulo sobre la minería de esta obra (en el segundo volumen). Por ahora, basta citar el hecho que aquí se encuentra la mina de cobre más grande del mundo, como es Chuquicamata, y otras dos que figuran entre las de primer rango. Es cierto que después bajamos a categorías muy inferiores. De menor importancia son los depósitos de fierro, oro, plata, manganeso, cobalto, plomo y zinc, enumerados en orden de importancia.

Si consideramos la estructura geológica del territorio chileno y su configuración geográfica, veremos que la largueza con que nos ha brindado la naturaleza en yacimientos de origen magmático, ha redundado también en una pobreza de yacimientos de origen sedimentario.

En efecto, las diversas estructuras geológicas de nuestro país están orientadas, más o menos, en dirección N-S, o sea, de la mayor longitud del territorio. Por lo tanto, disponemos de muy poco espacio en dirección perpendicular a estas estructuras, y como las predominantes son de naturaleza eruptiva, que son las portadoras de los yacimientos metalíferos, queda muy poco espacio para la existencia de cuencas donde se haya podido producir una sedimentación tranquila, capaz de recibir los materiales que con el tiempo se van a transformar en carbón o petróleo.

Sin embargo, a pesar de que la mayor parte del territorio tiene características análogas bajo el punto de vista de la distribución de las rocas portadoras de los minerales útiles, la repartición de los yacimientos es muy irregular.

La mayor parte de los yacimientos metalíferos se encuentra en la zona comprendida entre las provincias de Tarapacá y Linares. Más al sur se conocen sólo algunos afloramientos esporádicos, lo cual se puede atribuir, en parte, a la abundante vegetación que cubre estas regiones; pero, tal vez, en una parte importante, a lo menos para las provincias situadas al sur de Cautín, a que las condiciones geológicas no son muy favorables.

Si echamos una ojeada al mapa geológico, podemos ver que la casi totalidad de los yacimientos metalíferos se encuentran en la periferia de los macizos de diorita andina que atraviesan las rocas cobertizas, casi siempre de la formación porfirítica, ya sean lavas, tobas, brechas o algunos sedimentos. Esta relación subsiste especialmente en los yacimientos de vetas. Para los yacimientos porfíricos, la relación no es tan clara, porque entonces entran en juego otras influencias. Sin embargo, las condiciones zonales se mantienen en líneas generales.

Otro factor que tiene una gran importancia es el enriquecimiento secundario producido por los agentes meteorizantes durante las últimas épocas de la historia geológica. Por lo tanto, el clima y la fisiografía han desempeñado un papel decisivo en la mayoría de los yacimientos. Es cierto que hay algunos casos anómalos, pero en ellos, indudablemente, el factor que ha sobrepasado en importancia a los otros es el estructural.

La división que pudiéramos hacer del país, teniendo en cuenta estas condiciones, coincide, en sus rasgos generales, con las regiones geográficas, lo cual, ya de por sí, está indicando la relación existente entre los depósitos de minerales y el factor clima.

1. *Cobre*

Las características de los yacimientos de cobre chilenos son relativamente uniformes en cuanto a tipo de mineralización y forma de los yacimientos, aunque hay excepciones, las cuales muchas veces constituyen excepción también bajo el punto de vista económico. Esta relativa uniformidad se debe, seguramente, a que la fuente de la mayoría de los yacimientos se encuentra en la intrusión del gran batolito de diorita andina, y sólo en unos pocos está ligada a las intrusiones dacíticas terciarias.

Según hemos visto más arriba, las estructuras geológicas están arrumbadas en fajas submeridionales, no tanto porque la depositación

original corresponda a este esquema, sino gracias a que, debido a la tectónica terciaria y cuaternaria, la denudación ha puesto de manifiesto las rocas de mayor profundidad a medida que nos acercamos a la costa. Ahora bien, en Chile es evidente la distribución zonal de los yacimientos en relación con los batolitos que les dieron origen y, por lo tanto, en cada una de las fajas mencionadas predominarán condiciones metalogénicas más o menos análogas.

Sin embargo, esta distribución no queda del todo clara en muchos casos, por dos factores: uno es la irregularidad que es lógico esperar en el desarrollo de los procesos magmáticos póstumos, en un batolito de tanta longitud, y el otro es la gran diferencia climática que ha existido desde el Terciario entre la región septentrional y la central del país, pues ellas han modificado profundamente las características de los yacimientos en las partes superficiales.

La mayoría de los depósitos cupríferos se presentan, de preferencia, en las regiones cercanas al límite entre la diorita andina y las rocas cobertizas, encajados en una u otra, especialmente cerca de las cúpulas, pues las partes bajas generalmente carecen de yacimientos. Por tal motivo, la mayor parte de los yacimientos cupríferos aparecen en una faja vecina a la costa, que tiene una anchura de más o menos 60 kms. y la podríamos delimitar hacia el E por la línea del ferrocarril longitudinal. Sin embargo, en la parte occidental de la faja vecina a la ya mencionada, también está muy difundida la mineralización cuprífera, pero casi siempre en yacimientos de menor importancia. En la cordillera andina, los yacimientos no son tan abundantes como en la de la Costa, pero ella contiene los depósitos más importantes del país, como ser los de Chuquicamata, Potrerillos, Las Condes y El Teniente. El primero está ligado a un macizo granodiorítico y los otros tres a rocas volcánicas terciarias.

Estas condiciones siguen más o menos hasta Taltal, pues más al N las partes correspondientes a la faja de diorita andina están sumergidas por efecto de la falla de la costa, y la parte correspondiente al borde oriental de la zona mencionada se encuentra en la línea costanera.

Al observar un mapa minero de Chile, llama la atención el enorme número de yacimientos cupríferos que se han trabajado en épocas pasadas y lo escaso que son los que se mantienen aún en actividad. Esto se debe al hecho de que, por las condiciones climáticas, la zona superior de los depósitos ha experimentado un fuerte enriquecimiento secundario, lo que permitió una explotación fácil de minerales con leyes apreciables, pero a mayor hondura la ley bajó considerablemente, y los trabajos fueron abandonados. Muchos intentos que se han hecho para revivir estas minas, han fracasado, porque las explotaciones antiguas arrancaron todos los minerales susceptibles de explotarse, debido

a que, en la mayoría de los casos, aunque la ley media del depósito fuera muy baja, los minerales estaban concentrados en guías o clavos pequeños que permitían su extracción, dejando en las minas las partes estériles o de muy baja ley. Esto explica también por qué la explotación de los desmontes de las minas antiguas, intentada durante los últimos veinte años, casi nunca ha tenido éxito. Una excepción la constituyen los yacimientos porfíricos, donde hay grandes masas de mineralización pobre, no susceptibles de ser escogidas por métodos manuales, pero ellos son escasos.

Sin embargo, esto no significa, de ninguna manera, que sea imposible encontrar nuevos yacimientos, pues ellos tienen una extensión vertical limitada, y la superficie actual es meramente accidental. Naturalmente, su prospección exige estudios geológicos suficientemente detallados y completados por investigaciones geofísicas. Una prospección metódica haría también posible el descubrimiento de extensiones vírgenes en los yacimientos explotados.

Atendiendo a su forma, los depósitos cupríferos caen en tres grandes categorías: vetas de fisura, mantos y stockwerks.

Las vetas son yacimientos laminiformes que, por lo general, atraviesan las capas geológicas discordantemente, y se han originado, en parte, por relleno de fracturas y, en parte, por reemplazo de la roca vecina a partir de estas fracturas, encontrándose generalmente ambos procesos combinados. Pero no siempre existe una fractura única, pues muchas veces se trata de una zona de ancho relativamente escaso, en comparación con el largo y la profundidad, en la cual existe un gran número de fracturas pequeñas. En estos casos han tenido una mayor importancia en la mineralización los procesos de reemplazo. También existen los casos intermedios, de vetas compuestas por pocos ramos. Por lo general, los desplazamientos experimentados por las rocas a ambos lados de la grieta son muy pequeños, a pesar del relleno brechoso que aparece muchas veces, lo cual se debe a que los movimientos han actuado repetidas veces durante una época muy larga.

El largo de las verdaderas vetas de fisura es generalmente considerable, llegando a veces hasta 4 kms., pero casi nunca se presenta todo mineralizado, sino que el mineral útil aparece sólo en ciertos sectores, denominados «clavos», separados por partes estériles. Esta mayor intensidad de mineralización se debe, por lo general, a factores estructurales. Muchas veces las vetas se encuentran en las salbandas de filones lamprofíricos. Los depósitos más importantes de este tipo son los de Tocopilla, Gatico, Carrizal Alto, Higuera y Tamaya.

Los mantos se han originado por la mineralización de una capa correspondiente a una serie sedimentaria o efusiva, la cual tiene mayor porosidad que las capas adyacentes, ya sea por el desarrollo de numero-

sas fracturas pequeñas o por la naturaleza petrográfica original del manto. La mineralización de estos mantos ha llegado generalmente por una grieta que lo atraviesa discordantemente, de modo que su intensidad disminuye gradualmente a partir de la grieta alimentadora. Por lo tanto, para que la extensión mineralizada sea de consideración, es preciso que las grietas alimentadoras estén relativamente cercanas.

Los yacimientos más importantes de este tipo están en los distritos de Huanillos, Michilla, Cabildo, Catemu, Naltagua, Patagua.

Un tipo intermedio lo constituyen los stockwerks, en los cuales un bloque irregular de la corteza ha experimentado cierto agrietamiento, el que, si es muy intenso, puede llegar a constituir una zona brechizada irregular. En este tipo de depósitos han actuado conjuntamente los procesos de rellenos y reemplazo.

Los depósitos más importantes, como ser Chuquicamata, Potrerillos, Soldado, Las Condes y El Teniente, pertenecen a este grupo.

Las yacimientos de contacto son muy escasos, siendo uno de los pocos que se pueden mencionar, el de Panulcillo.

Bajo el punto de vista de la mineralización, es preciso distinguir las mineralizaciones primarias, originadas por soluciones ascendentes, de las secundarias, depositadas por las aguas meteóricas descendentes y que se superpone a la anterior. El papel desempeñado por las soluciones descendentes depende, en gran parte, de la historia fisiográfica de la región, pues si la erosión es intensa, la destrucción de las zonas enriquecidas por las soluciones descendentes se efectúa de un modo muy rápido.

Así se explica que en las zonas desérticas los enriquecimientos secundarios han desempeñado un papel tan importante, lo que no ocurre en el centro del país. Mediante la acción de estas soluciones descendentes, se puede transformar un depósito que tenga originalmente alrededor de 1% en cobre, en otro de 5 a 6%. El efecto de las soluciones descendentes depende también, hasta cierto punto, de la mineralización original, aunque sabemos muy poco al respecto, y sería de interés investigar acuciosamente este problema, a fin de poder deducir el carácter de la mineralización primaria que se va a encontrar en las zonas profundas de las minas.

Bajo el punto de vista de la mineralización, H. Flores (1942) ha clasificado los yacimientos cupríferos de acuerdo con los minerales que en ellos se presentan, los cuales reflejan, hasta cierto punto, las condiciones de temperatura en que se formaron. Su clasificación es la siguiente:

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

	Temperatura
I.—Vetas de cobre con magnetita y anfíbola . .	Medianamente alta
II.—Yacimientos piritosos	Mediana
III.— » con bornita	Mediana o algo baja
IV.— » » calcosina	Baja

Los depósitos del grupo I se presentan casi exclusivamente en vetas de fisura, en contacto con filones lamprofíricos, y casi siempre están alojados dentro de la diorita andina. Varias de las minas explotadas en estas vetas han llegado a profundidades superiores a 500 m., habiendo cesado la explotación, no por agotamiento, sino por haberse alcanzado el límite ecenómico bajo las condiciones del sistema de desarrollo con que se iniciaron. Los minerales primarios más importantes son calcopirita y pirita; en menor proporción aparece bornita y, en cantidades muy subordinadas, molibdenita, niquelina, cloantita, cobaltita. Las gangas principales consisten en cuarzo, calcita, magnetita, anfíbola y, en proporción menor, hematita y turmalina. En algunos depósitos se encuentra también apatita. Este tipo de yacimientos constituye una transición a los minerales de fierro. Hay algunos yacimientos, que se podrían considerar como una variación de los anteriores, en los cuales adquiere mayor importancia la bornita y turmalina y comienza a aparecer tetrahedrita.

El grupo II está, en realidad, poco definido, y la única diferencia clara con el anterior es el aumento de la pirita y la disminución de la anfíbola. Los yacimientos correspondientes están en las rocas cobertizas de la diorita andina, o en xenolitas dentro de ésta. Un conjunto de yacimientos que tiene amplia difusión, y que deberíamos colocar aquí, es aquél, cuya mineralización primaria consiste en piritas cobrizas, a veces con blenda y galena, y ganga de cuarzo y calcita. En la mayoría de los casos, están alojados en las rocas cobertizas de la diorita andina.

Lo que vendría a fijar la delimitación entre los tipos de alta y de mediana temperatura, sería la magnetita y anfíbola, siempre que se trate de soluciones básicas, y la hematita y turmalina, para las soluciones más ácidas. En cuanto a la calcopirita, ella puede presentarse con mayor o menor intensidad de mineralización, tanto en los miembros de mayor como de mediana temperatura. Aunque no hay comprobaciones fehacientes, parece que la calcopirita tiene un mayor margen vertical de depositación en los yacimientos con magnetita, especialmente cuando se puede suponer una mayor temperatura de depositación.

Los yacimientos del grupo III tienen gran importancia en la zona central. Su temperatura de formación es mediana a baja, y se

caracterizan por la presencia de abundante bornita, asociada con calcosina primaria y, a veces, con blenda y pirita. Casi siempre se presentan en forma de impregnaciones producidas por reemplazo de rocas sedimentarias. Las soluciones mineralizantes ascendieron por grietas dentro de los mantos. De los casos descritos por Flores no se deduce de un modo fehaciente que toda la calcosina y bornita tenga un origen primario. Además, no faltan minerales de alta temperatura, como hematita y arsenopirita.

Los yacimientos del grupo IV son muy frecuentes en la zona costanera del norte de Chile, especialmente en la provincia de Antofagasta. Estos contienen principalmente minerales oxidados de cobre, provenientes, al parecer, de la oxidación de una calcosina primaria. Siempre están encajados en porfirita, a distancias apreciables de la diorita andina.

2. *Oro*

En los yacimientos de oro es preciso distinguir dos grupos: *a*) los epigenéticos, y *b*) los singenéticos o placeres auríferos. Aunque la producción de estos últimos es muy inferior a la de los primeros, ellos han tenido importancia durante las épocas de crisis económicas, porque su explotación absorbe una gran cantidad de operarios.

Como numerosos yacimientos cupríferos contienen una ley apreciable de oro, es bien difícil separarlos en muchos casos, pues los límites que se pudieran trazar entre unos y otros dependen más bien de factores económicos que naturales; por tal motivo, la distribución según la formación geológica es más o menos igual que para los de cobre, aunque se nota cierta preferencia por las zonas ocupadas por la diorita andina y sus vecindades.

Casi la totalidad de los yacimientos auríferos corresponden al tipo de vetas, y en ellos se presenta el oro en forma nativa, depositado sobre otros súlfuros, ya sean piritas, calcopiritas, blenda o galena; pero parece que en ciertos casos el oro está formando parte de la red atómica de la pirita o arsenopirita. Por lo general, el oro existente en la zona primaria de los yacimientos se encuentra en proporciones muy reducidas, de modo que son muy pocos los depósitos auríferos en los cuales esta zona es explotable. En la mayoría de los casos, la explotabilidad está limitada a la zona de oxidación, y especialmente a la zona limítrofe entre ésta y la zona primaria. Por tal motivo, casi siempre las vetas explotables contienen cuarzo oqueroso, con abundante limonita y goetita, especialmente esta última.

Son poco frecuentes los yacimientos auríferos del tipo stockwerk, tales como los de Andacollo y Chivato.

Flores (1942) clasifica los yacimientos auríferos bajo el punto de vista de la mineralización, en los siguientes tipos:

I.—Vetas de cuarzo piritoso.
II.—Vetas de oro con arsenopirita.
III.—Oro en propilitas.
IV.—Vetas de oro, cobre y plata.

I.—Las vetas de cuarzo piritoso son las más frecuentes en Chile, y se presentan tanto en la diorita andina, como en las rocas cobertizas, pero se las encuentra siempre relativamente cercanas a la primera. En general, no aparece muy clara una relación entre la mineralización aurífera y las condiciones de temperatura reinantes en la época de la formación de la veta, debido, posiblemente, a que el oro nativo se formó durante la última etapa de mineralización, de modo que puede aparecer en cualquiera de los tipos que hemos mencionado para los yacimientos de cobre, pero como el contenido aurífero secundario depende de la oxidación de la pirita, las zonas de concentración más ricas se han formado donde ésta existió en mayor abundancia. Se puede observar, generalmente, que las piritas muy pobres en oro han resistido mejor la meteorización que aquellas donde es más abundante. También existen vetas de cuarzo piritoso relacionadas con intrusiones liparíticas o dacíticas.

II.—Las vetas de oro con arsenopirita son relativamente escasas. En ellas, el oro se encuentra en forma nativa, depositado sobre la arsenopirita, o disuelto en ella. Así se explica que en algunos yacimientos de esta clase exista una relación constante entre la ley en oro y el contenido en arsenopirita. A este grupo pertenecen algunos de los depósitos en los cuales ha sido explotable la zona primaria, pero casi siempre se trata de vetas angostas. Los más importantes de este tipo son los de Pichidegua.

III.—Los yacimientos de oro en propilitas se presentan generalmente en forma de stockwerks, en los cuales las soluciones mineralizadoras han circulado por una red de grietas, y la roca encajadora se ha alterado considerablemente en sus vecindades. En estos casos, se observa que la ley en oro disminuye rápidamente a partir de las guías, de modo que el conjunto es explotable si ellas están muy cercanas.

IV.—Las vetas de oro, cobre y plata pertenecen, en realidad, al grupo I, salvo que los contenidos en cobre y plata sean suficientemente altos para llegar a constituir un valor comercial. Así ocurre con la mina cuprífera de Potrerillos, que es la que produce la mayor cantidad de oro y plata, metales que se concentran en las barras de cobre.

Los placeres auríferos tienen una amplia difusión en todo el terri-

torio, y se han originado por la concentración del oro que existía en las regiones erodadas de los yacimientos y su concentración en las quebradas por donde pasó este material. En la zona situada al norte del río Laja, se puede ver cierta relación entre cuencas que contienen placeres auríferos y los yacimientos primarios, pero no ocurre lo mismo hacia el sur, especialmente en las provincias de Cautín y Valdivia, donde prácticamente en todas las quebradas se han realizado explotaciones auríferas, en épocas antiguas o modernas. Este fenómeno tendría dos explicaciones: o el oro proviene de las vetitas de cuarzo aurífero que se presentan con mucha frecuencia en las pizarras de Nahuelbuta, o bien fué acumulado en los sedimentos diluviales y reconcentrado posteriormente durante la etapa erosiva actual, lo que está bien de manifiesto que ha ocurrido en la región de Magallanes.

En general, los placeres auríferos chilenos corresponden al ciclo erosivo actual, y sólo en muy pocos casos, como ocurre en la provincia de Valdivia, los mantos auríferos han sido depositados por ríos antiguos, de modo que sus sedimentos han sido disectados por el drenaje moderno, lo cual facilita su explotación por arranque hidráulico.

Un tipo de placeres auríferos muy interesante es el que se encuentra en las costas de Chiloé y de algunas islas magallánicas, donde la concentración se ha efectuado en playas antiguas o modernas mediante el ataque por las olas de los rodados glacifluviales costaneros y la concentración del oro contenido en ellos en cordones litorales, o en el espacio comprendido entre la alta y baja marea. Un yacimiento muy interesante a este respecto es el de Cucao.

3. *Fierro*

En Chile, los yacimientos de fierro son muy numerosos, pero sólo pocos tienen importancia económica. Ellos están ubicados casi siempre en las rocas cobertizas del batolito y cerca del contacto. En ciertos casos, como en Algarrobo, han desempeñado un papel muy importante en la ubicación de los cuerpos mineralizados, algunos «roof-pendants» de las porfiritas, dentro de las dioritas.

En los depósitos de El Tofo, Algarrobo y Romeral, que son los más importantes del país, existe generalmente un pasaje gradual entre el mineral bien concentrado del bolsón y la roca vecina. En El Tofo, los minerales son principalmente magnetita y hematita, y la ganga predominante es la anfíbola, por la cual se establece una ligazón genética con cierto tipo de yacimientos de cobre que llevan ganga de anfíbola y magnetita, como los de Higuera (en la cercanía del Tofo).

Otro tipo muy frecuente es el de vetas lenticulares, que tienen cierta analogía con las vetas de apatita. A ellos pertenecen los de Chañar Quemado, Piriña, Pleito, Cristales y otros en el Departamento de Huasco. Tanto hacia el norte como hacia el sur del departamento mencionado, estos tipos de yacimientos disminuyen considerablemente, tanto en número como en importancia. Sus últimas manifestaciones australes están en las provincias de Aconcagua y Santiago, como en Cerro Imán, Huaquén y Lampa. En general, estos yacimientos son de escaso volumen, y pocas veces llegan sus cubicaciones posibles a cifras del orden de cinco millones de toneladas.

En la vertiente oriental de la Cordillera de Nahuelbuta aparecen algunos mantos, al parecer extensos, de itabiritas, intercalados entre las micacitas y filitas, pero aun no se sabe la importancia económica que ellos puedan tener.

4. *Plata*

Aunque existen numerosos yacimientos de cobre, de oro, o de ambos, en los cuales la ley en plata es apreciable, los depósitos argentíferos genuinos tienen características bastante diversas de los cupríferos o auríferos.

Lo mismo que en el caso del cobre y del oro, los yacimientos argentíferos están relacionados genéticamente con las intrusiones dioríticas mesozoicas o con las dacíticas terciarias, pero ellos se alejan bastante del contacto y pierden importancia a medida que se acercan a él.

Bajo el punto de vista estructural, los yacimientos argentíferos corresponden a vetas o mantos, encontrándose casi siempre ambos tipos combinados. En ellos, la influencia de los mantos atravesados por las vetas es considerable, y de aquí el nombre de «mantos pintadores», dado a las capas en las cuales se produjeron los ricos clavos explotados durante el siglo pasado.

Generalmente, en estos depósitos han desempeñado un papel muy importante los procesos de enriquecimiento secundario, formándose en la zona de oxidación plata nativa, cloruros, bromuros, yoduros y amalgama de plata. Pero las diversas opiniones no están de acuerdo en lo que respecta a los minerales de cementación, pues algunos creen que los ricos rosicleres, que dieron fama a Chañarcillo y otros distritos, son minerales de cementación, mientras que otros los consideran primarios. Los minerales de la zona primaria son pirita, galena, tertrahedrita y blenda, con contenidos apreciables de plata y argentita. La ganga más frecuente es calcita, pero hacia abajo adquiere mayor importancia el cuarzo.

Los yacimientos argentíferos que dieron gran riqueza durante el siglo pasado, como Chañarcillo, Tres Puntas, Arqueros, Caracoles y Huantajaya, están prácticamente agotados, y hoy día son muy escasas las minas que mantienen pequeñas explotaciones.

5. *Manganeso*

Los YACIMIENTOS de manganeso tienen una amplia distribución en el país, pero los principales están en las provincias de Coquimbo y Atacama, los cuales corresponden generalmente a reemplazos metasomáticos de calizas y tobas, correspondientes a la formación porfirítica. En ellos, cuyas potencias son de 1 a 2 m., y excepcionalmente hasta 4 m., los minerales se presentan en fajas. El mineral primario es generalmente braunita, y en la zona de oxidación hay con frecuencia cierto enriquecimiento, debido a la formación de pirolusita y psilomelana, acompañados de limonita.

Juntamente con la introducción de los minerales de manganeso, se ha producido cierta silicificación de la roca.

6. *Plomo*

La MAYOR parte de los yacimientos de plomo se encuentran, por lo general, en la parte occidental de la cordillera andina, es decir, bastante alejados de la zona de contacto de la formación porfirítica con el batolito principal de diorita andina; sin embargo, muchos de ellos están alojados dentro de los macizos dioríticos esporádicos que irrumpen por entre la formación porfirítica, o en sus inmediatas vecindades.

Hay también algunos yacimientos relacionados con las intrusiones dacíticas terciarias, ya sea dentro de ellas o en las rocas colindantes.

Según Flores (1948), bajo el punto de vista morfológico, los yacimientos se pueden clasificar en vetas de fisura y cuerpos metasomáticos irregulares. Las primeras tienen mucho menor importancia que los segundos, debido a que la galena disminuye considerablemente con la profundidad, aumentando la blenda y el cuarzo; en cambio, los segundos muestran mayor persistencia.

En general, los yacimientos de plomo de estos tipos son relativamente insignificantes, y no llegan nunca a tener la importancia de los depósitos cupríferos que explota la minería mediana.

Los minerales de plomo que se encuentran en estos yacimientos consisten en galena, acompañada muchas veces por blenda, calcopi-

rita, pirita, hematita, arsenopirita, tetrahedrita. La ganga principal es cuarzo. En la zona de oxidación se presenta cerusita y anglesita.

En la región del lago Buenos Aires, existe un depósito de mayor importancia que los anteriores, el cual consiste en una serie de bolsones ubicados dentro de filitas y mármoles fuertemente tectonizados, posiblemente de edad precámbrica, que han sido intruídos por granitos y dioritas. Los minerales que allí aparecen son: arsenopirita, pirita, blenda, calcopirita, galena y tetrahedrita, predominando la galena.

Por lo general, los depósitos de plomo llevan leyes apreciables de plata y a veces también de oro.

7. *Zinc*

Los depósitos de zinc son relativamente escasos en el país, y casi siempre corresponden a combinaciones con plomo, cobre o con ambos metales. Ellos constituyen vetas de fisura o de reemplazo, encajadas en la formación porfirítica, con tonelajes y leyes relativamente bajas, de modo que son explotables sólo cuando van acompañados de otros valores.

8. *Mercurio*

El yacimiento principal es el de Punitaqui (en la provincia de Coquimbo), el cual consiste en vetas cercanas al contacto entre la diorita andina y la formación porfirítica. Allí el mercurio se presenta en forma de cinabrio y de tetrahedrita mercurial, acompañado de minerales de cobre y oro. En esta misma provincia hay otros yacimientos mercuriales, pero de escasa importancia.

9. *Molibdeno*

Los yacimientos de molibdeno están bastante repartidos en el país, pero casi todos los conocidos hasta la fecha carecen de importancia económica, por su pequeña magnitud. Ellos se presentan en forma de pequeños lentes, con molibdenita en pegmatitas, aplitas o en depósitos pirometasomáticos. La única producción importante de molibdenita proviene de las minas cupríferas de El Teniente, donde se la obtiene como subproducto en la planta de concentración.

10. *Tungsteno*

Los depósitos de este metal son escasos, y los pocos que existen tienen muy poca importancia económica. Según H. Flores (1948), ellos se presentan en forma de depósitos de reemplazo, en las partes superio-

res del batolito de diorita andina, y los minerales más frecuentes consisten en scheelita, cuprotungstita y wolframita. Los minerales acompañantes son generalmente turmalina, cuarzo, soicita, calcopirita, minerales de fierro, anfíbola, magnetita, ortoclasa, calcita, arsenopirita, molibdenita y galena.

11. *Cobalto*

Este mineral se presenta en depósitos de carácter hidrotermal, ligados a intrusiones de la diorita andina, pero son pocos los yacimientos que contienen, como pasta útil, únicamente los minerales de cobalto, pues en la mayoría de los casos, éstos van como acompañantes de otras menas, especialmente de plata. Los minerales más frecuentes son: cobaltita, esmaltina, safflorita, arsenopirita cobaltífera, eritrina, asbolano y heterogenita; los tres últimos son de origen secundario.

12. *Antimonio*

Sus yacimientos están relacionados con las inyecciones hipabisales, correspondientes a la formación liparítica, y por tal motivo casi siempre se hallan en la cordillera andina, en forma de vetas con antimonita, pero hasta ahora no se conocen depósitos importantes.

13. *Arsénico*

El mineral de arsénico más común es la arsenopirita, que a veces suele estar bastante concentrado en ciertas vetas y que se presenta acompañada de metales nobles, como el oro. También existen pequeños depósitos de arsénico nativo y súlfuros de arsénico.

14. *Cromo, níquel y platino*

Estos metales existen en proporciones muy escasas, y hasta ahora no se ha encontrado ningún yacimiento que tenga importancia económica. Pequeñas proporciones de ellos aparecen en las rocas serpentinizadas que atraviesan micacitas, en la provincia de Cautín. El níquel aparece también en otras regiones, junto con minerales de cobalto.

Peridotitas análogas a las mencionadas y que se encuentran en la provincia de Chiloé, contienen pequeñas proporciones de platino, el cual ha experimentado cierta concentración, junto con el oro, en placeres costaneros.

VIII. *Los yacimientos no metálicos*

CHILE cuenta con importantes yacimientos de salitre, azufre, yodo, calizas, boratos, cloruro y sulfato de sodio, yeso y kieselgur. Existen otros minerales que no tienen mayor importancia económica, debido a factores geológicos que limitan, en mayor o menor grado, su existencia; y otros, en fin, respecto de los cuales no es posible establecer actualmente su magnitud, debido a que todavía no se han explorado en forma sistematica.

Las informaciones que consignamos a continuación las hemos tomado, en su mayor parte, de Brüggen (1934) y Vila (1936), motivo por el cual prescindiremos de citarlos en cada caso particular, salvo que se trate de opiniones muy personales.

1. *Asbesto*

ESTE mineral se presenta en varios puntos de la Cordillera de la Costa del centro y sur de Chile, y sus yacimientos están siempre ligados a pequeños macizos de rocas básicas, encajadas en los sedimentos metamórficos que constituyen el basamento de esta estructura. Aquellas rocas básicas han sido fuertemente alteradas y transformadas en rocas de serpentina. El asbesto es de tremolita, y aparece en guías irregulares con potencias hasta de 50 cms., que cruzan la serpentina. La tremolita pasa muchas veces a actinolita.

Los yacimientos más importantes son los de Gorbea (en la provincia de Cautín) y de Morro Bonifacio (en la de Valdivia).

2. *Azufre*

LOS YACIMIENTOS de azufre de Chile han sido descritos en los últimos años por Brüggen (1934) y Vila (1939).

La zona en la cual se encuentran los principales depósitos está ubicada en la alta cordillera de las provincias de Tarapacá y Antofagasta. Más al sur aparecen yacimientos aislados, como en Atacama y Coquimbo. De mucho menor importancia son los de Colchagua, Talca y Chillán.

Todos los yacimientos son de origen volcánico, y en ellos el azufre se presenta impregnando mantos de tobas, o en vetas. Se considera generalmente que el azufre se ha formado en estos depósitos por reacciones producidas entre los gases que salen durante la última fase de la actividad volcánica, como ser anhídrido sulfuroso y ácido sulfhídrico,

o azufre y vapor de agua; pero aún no existe un conocimiento cabal acerca de las reacciones precisas que dan por resultado la depositación del azufre. Han intervenido también en la formación de las concentraciones de azufre, los procesos metasomáticos, mediante los cuales éste último ha reemplazado la roca encajadora, a partir de pequeñas vetillas.

En muchos de los volcanes que contienen yacimientos de azufre, la emanación solfatárica no ha cesado, lo cual ocasiona molestias en la explotación.

El espesor de los mantos mineralizados llega hasta 22 m., pero se explotan sólo los de mayor ley, que contienen de 40 a 90% de azufre, con espesores de 0,6 a 2,5 m., y frecuentemente dentro de los mantos existen bolsones con leyes mayores que el común. Más raras son las vetas que atraviesan las tobas volcánicas, en las cuales se encuentra el azufre bastante puro y que excepcionalmente llegan a 1 m. de potencia.

Los principales yacimientos explotados son los de Tacora (en Tarapacá), Ollagüe (en Antofagasta) y Copiapó (en Atacama).

3. *Los boratos*

Los YACIMIENTOS de borato abundan en la región desértica del Norte Grande, y su explotación tuvo gran importancia a fines del siglo pasado y comienzos del actual. Las últimas publicaciones referentes a ellos las debemos a Brüggen (1934), y Vila (1937), de las cuales hemos obtenido las informaciones que damos en esta reseña.

Los boratos se encuentran de preferencia en los salares o antiguos lagos de la alta cordillera y del Valle Longitudinal, pero estos últimos son de escasa importancia.

El relleno de los salares de la cordillera se presenta estratificado, alternándose mantos de boratos, arcilla y sal. Casi siempre la capa superficial es de sal, que aparece en mantos de 10 a 40 cm. y es seguida por un manto de borato, con 0,20 a 1,00 m. de espesor, el cual descansa sobre una capa de arcilla de pocos centímetros de potencia. Bajo ésta se encuentra generalmente otro manto de borato, más rico que el anterior, descansando a veces sobre una capa de cloruro sódico. En los mantos de borato, el mineral principal es la ulexita o boronatro-calcita, que aparece en forma de concreciones o en capas, junto con otras sales, especialmente sal común y yeso, de modo que el mineral no contiene más de 30% de anhídrido bórico.

El origen del ácido bórico se supone que está en las vertientes termales boracíferas ligadas al volcanismo moderno de la alta cordillera, las cuales actuaron sobre sedimentos calcáreos o yesíferos, para producir los boratos cálcicos. Otros autores tratan de explicar la formación

de los boratos, suponiendo que ellos se depositaron en la proximidad de los volcanes y fueron llevados en solución a los valles, donde se localizaron por evaporación del disolvente. Pero, tomando en cuenta las características de los yacimientos, es más probable la primera suposición.

4. *Baritina*

SE PRESENTA este mineral bastante puro en vetas hidrotermales que atraviesan la formación porfirítica. Los principales yacimientos están en Puquios (Atacama), La Higuera y Andacollo (Coquimbo) y Rungue (Santiago).

5. *Caolín y arcilla*

LOS YACIMIENTOS de caolín son muy abundantes en el país, pero los de buena calidad son relativamente raros, porque en la mayoría de los casos el mineral está mezclado con cuarzo, calcedonia, feldespato u otros tipos de arcilla. Su origen parece ser casi siempre hidrotermal. El caolín se presenta, por lo general, en bolsones de reducida extensión. En algunos depósitos, la ley en alúmina es muy alta, debido a mezclas con diasporo y, posiblemente, también con gibbsita.

Los yacimientos más importantes están en Petorca (Aconcagua) y Montenegro (Santiago). En la región de Cauquenes hay depósitos importantes de pirofilita.

Las arcillas contenidas en las formaciones terciarias carboníferas constituyen también una fuente importante de materias primas para la industria cerámica.

6. *Calizas*

AUNQUE abundan los yacimientos de calizas en Chile, son escasos los de alta ley, los cuales se encuentran solamente en los archipiélagos de la cordillera patagónica, como ser, la isla Diego de Almagro y algunas del archipiélago Madre de Dios. Allí constituyen mantos muy potentes, con leyes sobre 97% en carbonato cálcico, intercalados entre pizarras filíticas con fuertes plegamientos.

La mayor parte de los yacimientos de calizas corresponden a intercalaciones más o menos potentes en los sedimentos liásicos o en la formación porfirítica jurásica y cretácea, y se los conoce desde Arica hasta San Fernando. Su ley en los yacimientos explotables varía de 70 a 80%, y son raros los que sobrepasan esta última cifra, como el de

Coloso (en la costa de Antofagasta), de modo que se los aprovecha sólo para la fabricación de cemento y enmiendas calcáreas.

La mayor explotación está en las regiones de Calera y en Santiago.

Otro tipo de yacimientos lo constituyen las tobas calcáreas modernas que se encuentran en Tierra Amarilla (provincia de Atacama).

De menor importancia que las calizas jurásicas eocretáceas son las terciarias, que forman mantos de calizas arenosas intercaladas en los sedimentos de Navidad, de la provincia de Santiago, donde se las explota con fines agrícolas.

En la región de Calbuco existen importantes acumulaciones de conchas depositadas en terrazas cuaternarias solevantadas y que también son explotadas con fines agrícolas. Yacimientos análogos, de edad pliocena o cuaternaria, existen en la provincia de Coquimbo, donde son aprovechados para la fabricación de cemento.

7. *Cuarzo y pedernal*

Los YACIMIENTOS de cuarzo son abundantes, y se presentan casi siempre en forma de bolsones de carácter pegmatítico, ya sea mezclado con feldespato, o independiente. Uno de los depósitos más conocidos por su pureza es el de Tilama.

El pedernal aparece en yacimientos metasomáticos originados por el reemplazo de las rocas de la formación porfirítica por sílice, generalmente al estado criptocristalino, los cuales a veces tienen una notable pureza. Yacimientos de este tipo existen en la Sierra del Salto, al sur de Vallenar, donde están asociados a depósitos de natro-alunita y de dumortierita. También en Tiltil aparecen depósitos de esta clase.

En la provincia de Concepción existen algunos depósitos de arenas de cuarzo bastante puras.

8. *Granate*

Este mineral existe en depósitos aluviales provenientes de la desintegración de las pizarras metamórficas de la Cordillera de la Costa. El más conocido es el de Río Elías, cerca de Santa Juana (provincia de Concepción), descrito por Flores (1948).

9. *Grafito*

Los DEPÓSITOS de grafito en Chile son escasos y tienen poca importancia. El más conocido es el del cerro Chehueque (en Vallenar), ubicado en una zona de fallas que atraviesan calizas bituminosas. También

en Peña Blanca (Colchagua) existe grafito, asociado a milonitas, por donde ascendieron soluciones pegmatíticas que depositaron grafito.

10. *Feldespato*

Este mineral se presenta en vetas o bolsones pegmatíticos, encajados en la diorita andina y asociado con cuarzo. La variedad más corriente es la microclina pertita. Los depósitos están repartidos a lo largo de la Cordillera de la Costa, especialmente en aquellas áreas que han sufrido una mayor denudación.

11. *Fosfatos*

a) *Apatita*

Los yacimientos de apatita se encuentran en una angosta faja de más o menos 20 km. de ancho, que corre aproximadamente N-S, en la parte occidental de las provincias de Atacama y Coquimbo. Geológicamente, ella corresponde al batolito de diorita andina y sus rocas cobertizas a la formación porfirítica titoniana-neocomiana.

Los minerales que se encuentran en estos yacimientos son principalmente: apatitas, anfíbola, magnetita y hematita. Su ley en anhídrido fosfórico en las partes explotables es alrededor de 20%, pero se suelen encontrar vetas angostas con más de 30%.

La forma de los yacimientos es muy variable. En general, los minerales se han depositado en grietas de poca longitud y en las rocas adyacentes, pero debido al gran número de estas grietas, los cuerpos mineralizados pueden tener hasta 100 m. de largo y varios de ancho, los cuales se agrupan en distritos mineros. En estos depósitos, la mineralización es bastante irregular.

Los yacimientos que aparecen en el batolito son de formas más regulares, adquiriendo las características de depósitos laminoformes, con corridas hasta de 600 m.

b) *Lazulita*

En la cercanía de Copiapó, se encuentran algunos mantos de areniscas que, en parte, han sido reemplazados por lazulita, formándose bolsones irregulares, de pequeñas dimensiones, con una mineralización errática de lazulita, la cual está acompañada de fierro micáceo.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

c) Guano

Los YACIMIENTOS de guano han sido descritos últimamente por Brüggen (1939).

Las principales aves productoras de guano son los guanayes (Phalacrocorax bougainvillei), los cuales anidan en las costas escarpadas e islotes del Perú y del norte de Chile. También contribuyen a la producción de guano los piqueros y alcatraces.

El guano fresco se denomina guano blanco, y el fosilizado, con edad de pocos siglos a centenares de miles de años, guano rojo. Este último se presenta generalmente estratificado, no presenta ninguna estructura orgánica y tiene poco olor.

En la composición del guano entran las siguientes sustancias: ácido úrico, ácido oxálico, ácidos grasos, resinas, fosfatos de calcio, magnesio, amoníaco y potasio, combinaciones nitrogenadas y sulfatadas.

A medida que avanza la edad del guano, se pierden los compuestos amoniacales por lixiviación, y se transforman en guanos fosfatados; de aquí que sea indispensable para la conservación del guano un clima seco.

En Chile, la mayor parte de los depósitos de guano se hallan en la terraza antepuesta al precipicio de la costa de Tarapacá y Antofagasta o en el precipicio mismo, encontrándose, por lo general, dentro de caletones.

Una situación muy especial tienen las guaneras de Mejillones, las cuales están ubicadas en la base de cerros que se levantan desde una terraza marina solevantada en tiempos muy recientes.

12. *Kieselgur*

Esta sustancia se presenta en formaciones lagunares terciarias o cuaternarias, a veces muy mezclado con arcilla y otras bastante puro, sólo con algunas intercalaciones de arcilla. Los yacimientos más importantes están en Arica, pero hay varios también en el Valle Longitudinal y en la isla de Chiloé.

13. *Mármol y onix*

Como el mármol se origina por el metamorfismo termal de calizas en contacto con rocas intrusivas, son relativamente frecuentes sus yacimientos en el país; pero debido a la circunstancia anotada más arriba, de la impureza de las calizas, los mármoles resultantes son general-

mente de baja categoría, por estar la caliza mezclada con silicatos calcáreos.

Yacimientos de buena calidad, que se asemejan a algunos tipos del mármol de Carrara, son los que existen en la isla Diego de Almagro y en algunas del archipiélago Madre de Dios, pero hasta ahora no han sido explotados, por el aislamiento en que se encuentran.

El ónix es relativamente frecuente en la provincia de Antofagasta, donde aparece en forma de vetas que atraviesan depósitos aluviales terciarios, o en la superficie de los bolsones.

14. *Magnesita y dolomita*

Hasta ahora no se conoce ningún yacimiento de magnesita, pues se han encontrado sólo rodados de ella en las islas de Juan Fernández, provenientes probablemente de la alteración de las lavas basálticas. También aparecen bloques sueltos de esta sustancia en el lecho del río Velásquez (en la península de Comau, Chiloé), los cuales provienen seguramente de la descomposición de serpentina, que aparece en forma de vetas que atraviesan un macizo de peridotita que existe en aquella región.

La dolomita es también muy escasa, y se conoce sólo un yacimiento, al interior de Arica, constituído por un manto intercalado en la formación liparítica. Un manto de pequeña potencia aparece, según Felsch (1915), en los esquistos bituminosos de Lonquimay, y en la Cordillera de los Andes de Talca se han descrito algunos mantos calcáreos ricos en dolomita, los cuales están dentro de la formación porfirítica neocomiana.

15. *Mica*

Hasta ahora sólo se han encontrado en Chile pocos yacimientos de mica económicamente explotables, los que aparecen en filones de pegmatita. Las especies comerciales más corrientes son la muscovita y vermiculita.

16. *Natro-alunita*

De este mineral se conocen sólo dos yacimientos, uno cerca de Salamanca y otro en la Sierra del Salto (al sur de Vallenar). En ambos casos se trata de natro-alunita, que ha reemplazado metasomáticamente las rocas de la formación porfirítica. Verdaderas alunitas potásicas parece que no existen en el país.

17. *Piedras de ornamentación*

a) *Lápiz-lázuli.*—Esta sustancia se encuentra en la cordillera andina de Ovalle, en el contacto de sedimentos mesozoicos con la diorita andina, donde forma manchas lenticulares, junto con mármol. En ellas, la calidad del material es muy variable, pero hay ciertos sectores de buena calidad. Existe otro yacimiento en el cerro Horcón de Piedra (al oeste de la Laguna Aculeo), donde se ha generado por reemplazo metasomático de las porfiritas adyacentes a una veta.

b) *Serpentina.*—En algunos macizos de rocas básicas que atraviesan las pizarras metamórficas en la región de Pitrufquén, se han producido, por alteración hidrotermal, algunas serpentinas de hermoso aspecto, pero hasta ahora no se ha intentado su explotación.

18. *Rutilo*

Aun cuando los minerales titaníferos son muy frecuentes en las rocas de la diorita andina y en las metamorfoseadas por ella, se conoce sólo un yacimiento de rutilo, situado cerca de Serena, donde se presenta en vetas, acompañado de cuarzo y titanita.

19. *Salitre*

Los yacimientos de salitre corresponden a zonas irregulares, cementadas por sales, en los escombros de falda o en rodados y arenas que rellenan las grandes depresiones de la Cordillera de la Costa del Norte Grande, pero se los encuentra también en la pampa y aún al pie de la cordillera andina. Ellos se extienden desde Zápiga hasta el sur de Taltal.

Brüggen (1934) ha hecho un análisis de la situación de los yacimientos salitrales, en relación con la fisiografía, llegando a las siguientes conclusiones:

Donde existe el Valle Longitudinal, entre la latitud de Pisagua y el Toco, los depósitos salitrales aparecen en la falda oriental de la Cordillera de la Costa, ya sea en el mismo pie o en los bolsones escalonados que representan los antiguos niveles de sedimentación, llegando a alturas entre 50 y 100 m. sobre el suelo de la pampa. Ellos aparecen también sobre los cerros-islas que se levantan del Valle Longitudinal, cuya cima corresponde a los escalones antes mencionados. Además, se los encuentra en las laderas de depresiones sin desagüe, alojadas dentro de la Cordillera de la Costa. Estos depósitos se acercan a veces hasta 10 kms. a la costa.

Algunos yacimientos salitrales están situados al pie de la cordillera andina, pero tienen escaso valor comercial.

Esta distribución de los depósitos demuestra la existencia de una capa continua de salitre, desde el pie de la alta cordillera hasta la costa, la cual fué disectada posteriormente por la depositación de sedimentos modernos.

En la región del Toco, la formación liparítica, representada por la coba roja, avanza hacia los cerros de la costa y a los cerros-islas que sobresalen de los sedimentos modernos, como el cerro Joya, que lleva en la parte inferior de su falda depósitos importantes. Igual cosa ocurre con los conos de rodados provenientes de la Cordillera Central.

Entre Antofagasta y Taltal, donde no hay un valle longitudinal importante, los yacimientos se hallan en las cuencas intermedias, pero siempre en los bordes, al pie de la ladera de los cerros.

Hacia el sur de Taltal pierden mucho en importancia, pudiéndose mencionar como término los yacimientos salitrales que se hallan en Pueblo Hundido.

También aparece algo de salitre al pie de los volcanes extinguidos, como el Toro, Azufre y otros, vecinos al salar de Maricunga, de edad cuaternaria a pliocena.

En las grandes zonas salitrales, los yacimientos de importancia económica forman manchas irregulares de mayor o menor extensión, quedando separadas por zonas en las cuales las potencias o leyes del mineral son demasiado bajas para poder explotarlo. En la distribución de las zonas ricas y pobres nó tiene ninguna influencia la composición del subsuelo en que se apoyan los sedimentos. Cuando falta sobre la roca fundamental una capa de sedimentos, el salitre se presenta dentro de grietas, y a veces se llega a formar una verdadera brecha cementada por caliche.

En las regiones salitrales se puede observar una estratificación grosera, que consta de las siguientes capas, en orden descendente: *chuca, costra, caliche, congelo* y *coba*.

La *chuca* es una tierra arenosa, mezclada con piedras, que forma gran parte de la superficie del desierto. Su espesor varía de pocos centímetros hasta 40 cms. En general, es pobre en sales, pero en su parte inferior lleva algo de sulfatos, como thenardita, yeso y bloedita. Es interesante anotar que contiene pequeñas proporciones de P_2O_5.

La *costra* forma con el caliche un solo banco cementado por sales, aumentando el contenido en nitratos hacia abajo. El espesor de todo el banco es de 1 a 4 m., pero la capa explotable tiene sólo 0,5 a 2 m. En este manto se encuentran nitratos de sodio y a veces también algo de potásico, cloruros, sulfatos y yodatos de sodio, sulfatos de magnesia, de potasio y de calcio y cloruro de magnesio. En general, los sul-

fatos predominan en la parte superior y los nitratos y cloruros, en la inferior. Las leyes en nitrato sódico que se explotaban antiguamente variaban entre 30 y 40%, llegando a veces hasta 60%. Las leyes más altas en nitrato potásico llegaban a 7%, pero sólo en pocos yacimientos, pues en la mayoría ellas son muy bajas.

La *coba* es una capa areno-arcillosa de color rojizo, que corresponde a la formación liparítica, pero falta en muchos yacimientos.

Dadas las características tan especiales de los yacimientos de salitre, no es de extrañar que se hayan formulado muchísimas teorías para explicar su origen, sin que hasta ahora se hayan llegado a uniformar las opiniones respecto a este interesante problema. Las diversas teorías se pueden agrupar del siguiente modo:

Meteorización de rocas volcánicas.—En 1920, Whitehead desarrolló la hipótesis, sugerida por Lindgren, de que el nitrato deriva de las rocas volcánicas de la región, especialmente de las lavas y tobas porfiríticas mesozoicas, las cuales llevarían ocluídas pequeñas cantidades de amoníaco y cloruro de amonio, provenientes de la actividad volcánica. Estas sustancias habrían sido liberadas por la meteorización de las rocas, combinándose con el sodio, proveniente de la descomposición de las plagioclasas, para formar nitrato de sodio, el cual se habría concentrado en las partes inferiores de las laderas mediante soluciones y depositaciones sucesivas, efectuadas por las lluvias ocasionales y las neblinas. Esta teoría ha sido rebatida por Brüggen (1934), alegando el hecho de que el salitre se encuentra en cualquier clase de subsuelo, como también que la historia fisiográfica de la región no justifica suponer una concentración de salitre de tales proporciones.

Influencia de los yacimientos de guano de la costa.—Ochsenius formuló una teoría para explicar el origen del salitre, según la cual el nitrógeno proviene de las partículas de guano amoniacal, llevado por el viento desde la costa al interior. Brüggen ha objetado a Ochsenius la falta de fosfatos en los caliches, pues la separación mediante el viento no habría sido tan eficiente como para separar completamente el guano amoniacal del guano fosfatado. Sin embargo, este mismo geólogo acepta que el nitrato del salitre provenga del guano, suponiendo que habría sido arrastrado por el viento en forma de amoníaco desde la costa hacia el interior, cuando toda la zona salitrera era un plano que descendía gradualmente desde los Andes hasta la costa. Este amoníaco habría sido disuelto por las continuas nieblas y llevado al suelo, donde se habría formado nitrato mediante la acción de bacterios nitrificantes, cuando el clima era más húmedo que el actual. Rich (1942) ha objetado la teoría de Brüggen, aduciendo que la larga distancia recorrida por los gases amoniacales debió producir una gran dilución de ellos en la atmósfera y, además, que no existirían pruebas suficientes para demos-

trar que antiguamente reinó un clima más húmedo que permitiera la existencia de bacterios nitrificantes.

Electricidad atmosférica.—Pissis formuló, en 1877, su teoría de que el salitre proviene de las pequeñas cantidades de anhídrido nitroso, anhídrido nítrico y amoníaco que existen en el aire, las cuales llegaron en mayores cantidades al suelo mediante las descargas eléctricas. Sundt, que desarrolló más esta teoría, supone que la reacción de dichas sustancias con los compuestos sódicos del suelo fué acelerada por la porosidad de éste. En cuanto a las sales acompañantes del salitre, especialmente los cloruros y yoduros, los atribuye Sundt a que ellos fueron arrastrados por el viento desde la costa, en forma de polvo finísimo, proveniente de la espuma del mar. En realidad, pudo contribuir a aumentar el contenido en sales el arrastre proveniente de la alta cordillera, donde existen las arenas rojas de San Pedro, que contienen una fuerte proporción de sales.

Agua subterránea.—Miller y Singewald sugirieron en 1916 que los depósitos de nitratos eran el resultado de la acumulación del nitrato arrastrado por las aguas subterráneas desde la Cordillera de los Andes, las cuales, al evaporarse, dejarían eflorescencias de salitre, pero esta teoría no se aviene con la forma en que se presentan los yacimientos salitrales.

Analizando las diversas teorías formuladas, se llega a la conclusión que el nitrato proviene de la fijación en el suelo de los pequeños contenidos de ácido nítrico existentes en la atmósfera, ya sea que provengan de la acción eléctrica o hayan sido arrastrados desde la costa, donde tendrían su origen en el guano. Es interesante anotar a este respecto que el análisis de varias rocas superficiales de la costa de Los Vilos, hecho por Sepúlveda, arroja pequeños contenidos de nitratos, a pesar de tratarse de una región con precipitaciones de cierta importancia. Los yacimientos actuales son el resultado del enriquecimiento secundario de los nitratos originales, mediante la acción de las aguas que escurrían por las faldas, ya sea en forma de lluvias intermitentes, o por condensación de las neblinas.

20. *Sal gema y sales potásicas*

En el norte de Chile abundan los yacimientos de sal gema, algunos de épocas muy modernas y otros terciarios. Estos últimos aparecen en forma de mantos y vetas intercaladas en la formación de areniscas y arcillas rojas de la Formación de San Pedro de Atacama, especialmente en los Cerros de la Sal. Allí la sal se ha enriquecido en las paredes verticales de las quebradas, formándose costras hasta con 0,50 m. de espesor.

Los depósitos modernos aparecen en los salares, que son depresiones sin desagüe, donde se acumula la sal llevada por las aguas superficiales y subterráneas, la cual proviene de la descomposición de las rocas y de la desalificación de los sedimentos. También parece que contribuye la sal llevada desde la costa.

En los salares existe una costra superficial, de pocos centímetros hasta medio metro de espesor, formada generalmente por una combinación de diversas sales, mezclada con mayor o menor cantidad de tierra o arena arrastrada por el viento. Las sales han sido depositadas al evaporarse el agua subterránea que las traía en solución, de modo que en la parte inferior aparecen los compuestos menos solubles, como el yeso, y en la superior los más solubles, como sulfatos y cloruros de sodio y potasio. En la repartición definitiva de las sales influye la acción disolvente del agua de las neblinas, la cual se infiltra en el suelo.

La mayor parte de los salares se encuentra en la Pampa del Tamarugal, donde se han formado por el ascenso del agua subterránea proveniente de la alta cordillera. Uno de los más interesantes es el salar de Pintados, porque allí hay sectores en los cuales la costra tiene leyes de 4 a 12% de sulfato potásico. También el salar de Bella Vista lleva cierto contenido en sales potásicas.

En los salares de Antofagasta, el agua subterránea se encuentra a mayores profundidades que en los de Tarapacá, debido a que no son alcanzados por las avenidas periódicas que bajan de la cordillera.

En la alta cordillera son frecuentes también los salares por la abundancia de depresiones originadas principalmente por el volcanismo moderno. Estos salares se diferencian de los situados más al oeste por sus depósitos de boratos.

Los principales yacimientos de sal gema, según Urízar (1943), están en el Salar Grande de Tarapacá, donde la sal tiene un espesor medio de 60 m. Tres sondajes efectuados en este salar encontraron bancos delgados de sales potásicas, hasta de 42 cms. de espesor, con ley de 9½% de sulfato potásico. En los otros dos sondajes, el manto era de menor importancia. Este salar corresponde, según Brüggen, al antiguo lago Soledad.

21. *Sulfato de sodio*

Esta sustancia se presenta generalmente en los salares, donde forma una capa de pocos centímetros, debajo de la costra de sal, constituída por sulfato de sodio pulverulento, seguida hacia abajo por sulfatos hidratados cristalizados. Los principales yacimientos de este tipo son los de Pintados.

En otros depósitos, como los de Aguas Blancas (Antofagasta), el sulfato de sodio se encuentra en el fondo del Valle Longitudinal y está cubierto por sulfato cálcico. La capa de sulfato sódico es de 20 a 40 cms., y debajo de ella sigue una costra de sal.

Además, se explota el sulfato de sodio de los ripios que deja la elaboración del salitre, y ésta es, indudablemente, la producción más importante.

22. *Sales de aluminio*

Ellas son relativamente abundantes en las regiones áridas del norte, donde a veces han llegado a concentrarse, constituyendo depósitos de relativa importancia, como el de San Salvador, situado 25 kms. al oeste de Calama. Aquí existen pizarras arcillosas fuertemente plegadas, impregnadas con pirita, la cual, al oxidarse, produjo ácido sulfúrico, que reaccionó con la arcilla, formando sulfato de aluminio, que aparece en vetillas y guías irregulares dentro de la pizarra, o formando una capa superficial. Casi siempre los sulfatos de aluminio van acompañados por sulfatos de fierro, de magnesia o de sodio. Los minerales de aluminio que se presentan en estos yacimientos, corresponden al sulfato de aluminio (keramohalita), alunógeno y alumbres, o sea, sulfatos dobles de aluminio y magnesio, como la pickeringita, o de aluminio y sodio (tamarugita).

23. *Talco*

Sus depósitos están en posición geológica análoga a los de asbesto, y consisten generalmente en pizarras talcosas, en contacto con serpentina. Los yacimientos principales están en las regiones de Constitución y Corral.

24. *Yeso*

Este mineral se encuentra en grandes yacimientos dentro de las capas del jurásico superior, con potencias hasta de 100 m., las cuales son explotadas en la Cordillera de los Andes de Santiago. También existen en la región de Petorca tobas de yeso superficiales.

IX. *Los yacimientos de combustibles*

1. *Carbón*

En Chile se encuentran yacimientos carboníferos en el triásico, jurásico-cretáceo y terciario, pero sólo estos últimos tienen importancia económica. Como al tratar de la geología general, hemos descrito las formaciones geológicas que encierran los mantos, nos limitaremos aquí a enumerar sus características más importantes.

a) Carbones triásicos

Estos carbones se conocen desde muy antiguo en las capas continentales triásicas de la Ternera (provincia de Atacama), Quilacoya (en la de Concepción) y Nielol-Huimpil (en la de Arauco). Todos ellos se han atribuído al rético, pero podrían ser también algo más antiguos. En ninguno de los yacimientos citados existen mantos de potencias importantes, y casi siempre se trata de pizarras carbonosas, con guías de carbón antracitoso. Además, presentan el inconveniente de estar fuertemente tectonizados y, en algunos casos, atravesados por filones de rocas eruptivas, lo que restringe considerablemente las áreas carboníferas.

b) Carbones jurásico-cretáceos

Ellos se encuentran siempre dentro de la formación porfirítica de la Cordillera de los Andes, entre Aconcagua y Talca, y constituyen mantitos lenticulares, ya sea entre pizarras intercaladas, o en tobas porfiríticas, pero su extensión es sumamente reducida, de modo que hasta ahora no se ha llegado a formalizar ninguna faena.

c) Carbones terciarios

Los yacimientos carboníferos de edad terciaria tienen una amplia propagación desde Santiago hasta Magallanes y desde la costa hasta el pie de la cordillera andina, pero a pesar de la gran extensión de la zona en que están distribuídos, sus áreas individuales son, por lo general, bastante reducidas.

Los diversos yacimientos los podemos agrupar del modo siguiente, bajo el punto de vista de la edad geológica:

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

A. *Yacimientos eoterciarios*

a) Cuencas parálicas de las provincias de Concepción y Arauco.
1. Cuenca oriental de la bahía de Talcahuano.
2. » oriental del golfo de Arauco.
3. » meridional del golfo de Arauco.
4. » oriental de la provincia de Arauco.
5. » occidental de la provincia de Arauco.

b) Provincia de Magallanes.

B. *Yacimientos neoterciarios*

a) Cuencas límnicas de la Frontera.
b) » parálicas de la Frontera.

Esta clasificación según la edad geológica, no guarda relación con la que pudiera hacerse según la calidad del carbón, pero sí con la magnitud de los yacimientos, ya que, sin excepción, los más importantes son los eoterciarios.

Describiremos a continuación los rasgos generales de estas diversas cuencas.

Cuenca oriental de la bahía de Talcahuano.—Como hemos visto más arriba, en esta región el perfil del Terciario es mucho menos potente que más al sur. El yacimiento más importante es el de Lirquén, donde existe un sólo manto explotable, de 0,90 m. de potencia. Más al sur, en Cosmito, aparecen dos mantos, con 1,20 y 0,60 m. de potencia, respectivamente. Hacia el norte, en la región de Tomé, las potencias de los mantos disminuyen considerablemente.

Los carbones de esta cuenca son lignitos, con un poder calorífico de 6.300 cal.

Cuenca oriental del golfo de Arauco.—Esta es la cuenca más importante del país, y sus yacimientos, con las minas de Lota y Schwager, abastecen el 85% del consumo nacional. En estos depósitos se explotan dos o tres mantos intercalados en el Horizonte de Lota, con potencias variables entre 1,00 y 1,80 m., pero hay muchos otros con potencias menores. Como la orilla oriental del campo se encuentra muy cerca de la costa, casi la totalidad del yacimiento es submarino, y las labores se han extendido ya hasta más o menos 6 kms. de la ribera. Por tal motivo, no se sabe hasta dónde conservarán los mantos sus potencias explotables hacia el poniente, ya que en esta dirección pasarán las

formaciones continentales a marinas, de modo que los mantos deben desaparecer paulatinamente, como parece muy probable, a juzgar por el resultado de las exploraciones efectuadas al sur del golfo de Arauco, las cuales abren buenas posibilidades para la prolongación de los yacimientos hacia el sur. En cambio, la prolongación hacia el norte de Schwager es una incógnita absoluta.

Cuenca meridional del golfo de Arauco.—En este campo, recién se ha iniciado la exploración, y los únicos datos concretos que tenemos son los proporcionados por los sondajes de Arauco y El Huacho. El primero, ubicado en las cercanías de la ciudad de Arauco, cortó dos mantos de carbón, con potencias de 1,20 m., en los horizontes de Colico y Lota, respectivamente, a las profundidades de 460 y 606 mts., fuera de otros de potencias menores. El sondaje El Huacho, situado 14 kms. al sur del anterior, cortó un manto de 0,80 m. en el Horizonte de Lota, a 635 m. de profundidad. Considerando que estos mantos, seguramente, han de mejorar sus calidades hacia el oriente, pues en este sentido las formaciones continentales deben adquirir un mayor desarrollo, este campo presenta espectativas ampliamente favorables.

Cuenca oriental de la provincia de Arauco.—Este campo se extiende desde Peumo hasta Antihuala, y en él están ubicadas las minas de Peumo, Colico Norte, Colico Sur, Curanilahue, Pilpilco, Araucana y Antihuala. En todas ellas, se han explotado solamente los mantos del Horizonte de Colico, donde se presentan uno o dos mantos, con potencias entre 0,60 y 1,00 m. Los mantos del Horizonte de Lota son insignificantes. En toda esta cuenca, la propagación de los mantos hacia el poniente es relativamente restringida, de modo que las reservas no son de consideración, pues la parte oriental, que es de fácil acceso, está explotada en gran parte.

Cuenca occidental de la provincia de Arauco.—A esta cuenca pertenecen los carbones que afloran a lo largo de la zona costanera de la provincia de Arauco, entre Lebu y Punta Lavapié, todos ellos pertenecientes al Horizonte de Trihueco. Pero solamente en los alrededores de Lebu existen yacimientos de importancia, pues en los restantes las potencias son relativamente reducidas, lo cual, unido a una fuerte tectonización y a condiciones de transporte muy desfavorables, hace que sean inexplotables. En Lebu se conocen varios mantos en el perfil, de los cuales hay tres con potencias que fluctúan entre 1,00 y 1,60 m., las cuales no se conservan en toda el área. Aquí también los yacimientos están fuertemente dislocados, lo que restringe considerablemente las áreas aprovechables.

Todos los carbones de las cuatro últimas cuencas descritas se los designa vulgarmente con el nombre de carbones pesados, por contener una proporción pequeña de humedad y un poder calorífico superior a 7.000 calorías. Técnicamente, se los puede clasificar entre hullas y lignitos, pues participan de las propiedades de unas y otros.

Provincia de Magallanes.—En esta provincia abundan los yacimientos de carbón en el Piso de Loreto, que, según hemos visto en la parte estratigráfica, corresponde a la sección superior del eoterciario. Dentro de este piso existen varios mantos, los cuales afloran y han sido explotados parcialmente en las siguientes regiones: Natales, costa N y S del seno Skyring, costa S de la isla Riesco, región NW y NE de la península Brunswick y valle del río del Oro en Tierra del Fuego.

La potencia de los mantos es considerable, alcanzando muchos de ellos a 4 m. y aún a 8 m., en casos excepcionales. En algunos de los perfiles conocidos, aparecen hasta 10 mantos diferentes, con potencias variables entre 1 y 4 m., con un total de 20 m. de carbón.

No intentaremos hacer una clasificación de las diversas cuencas, porque hay todavía muy pocos antecedentes acerca de sus particularidades, y los únicos que poseemos provienen de explotaciones mineras, generalmente rudimentarias, y de la prospección petrolera.

Los carbones de Magallanes son lignitos, con poder calorífico que varía de 4.500 a 5.500 calorías, pudiendo observarse, en general, que la calidad es mejor donde los plegamientos han sido más intensos, como ocurre en la isla Riesco.

Según Wenzel, la extensión que cuenta con probabilidades carboníferas se estima en 400 km^2., lo cual daría una reserva de 500 millones de toneladas, pero hay también posibilidades en 10.000 km^2. más.

Cuencas límnicas de la Frontera.—Estas se encuentran en la Cordillera de la Costa y en el Valle Longitudinal de las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue, siendo las más importantes las de Máfil, (en Valdivia), Huilma (en Osorno) y Las Ortigas (en Llanquihue). En ellas, los mantos están encerrados entre potentes capas arcillosas, con fósiles de agua dulce. Las potencias a veces llegan a 4 m., pero llevan casi siempre intercalaciones estériles. Estas cuencas son generalmente de extensiones reducidas. Los carbones son lignitos de más o menos 4.500 calorías.

Cuencas parálicas de la Frontera.—Englobamos bajo esta denominación algunos yacimientos carboníferos, cuyos mantos están dentro de formaciones marinas terciarias, posiblemente correspondientes al Piso de Navidad, que han escapado a la erosión, gracias a que se encuentran

en bloques hundidos entre las fallas pliocénicas. A este tipo pertenecen los yacimientos de Catamutún y Pupumahue (provincia de Valdivia) y los de Traiguén (en la de Malleco). También en la Cordillera de la Costa, entre las provincias de Santiago y Ñuble, hay algunos yacimientos insignificantes de esta categoría. Los únicos que tienen importancia son los de Valdivia, cuyo carbón es lignito, con más o menos 5.000 calorías.

Un yacimiento, cuya posición es dudosa, es el de Parga, situado en la costa de la provincia de Llanquihue, al cual le atribuye Brüggen (1934) edad eocena, en vista de la fuerte tectonización de las capas que lo encierran.

En la Isla Grande de Chiloé existen también algunos mantos de carbón sin importancia, que posiblemente corresponden al Piso de Navidad.

d) Reservas de carbón

MEDIANTE un análisis de los diversos datos publicados, podemos hacer la siguiente estimación de las reservas de carbón de Chile:

Reservas de carbón (en toneladas)

YACIMIENTOS	A LA VISTA	PROBABLE	POSIBLE
	Carbón pesado		
Golfo de Arauco	50.000.000	25.000.000	100.000.000
Prov. de Arauco	5.000.000	10.000.000	100.000.000
Total	55.000.000	35.000.000	200.000.000
	Carbón liviano		
Bahía Talcahuano	1.000.000	1.000.000	?
Frontera	500.000	1.000.000	?
Magallanes	5.000.000	400.000.000	?
Total	6.500.000	402.000.000	

No hemos hecho ninguna estimación de las reservas posibles de los carbonas livianos, porque los antecedentes respecto a su existencia son muy vagos, de modo que no se pueden traducir en cifras.

Calidad de los carbones

En el siguiente cuadro damos algunos análisis característicos de los diversos tipos de carbones chilenos:

Caracteres de los carbones

	HUMEDAD %	CENIZA %	CARBONO FIJO %	MATERIAS VOLÁTILES %	CARBONO PURO %	MAT. VOL. DEL CARBÓN PURO %	PODER CAL. SUP. DEL CARBÓN PURO CALORÍAS	PESO ESPECÍFICO
Carbones pesados								
Schwager	2,77	4,41	52,3	40,4	92,7	43,6	8.370	1,285
Lota	2,38	5,06	51,1	41,5	92,6	44,8	8.010	1,270
Manto Grande	5,00	4,50	46,9	43,6	90,5	48,2	8.200	...
Lebu	1,71	7,17	50,4	40,7	91,1	44,7	7.820	1,023
Carbones livianos								
Lirquén	13,25	10,25	40,7	35,8	96,5	46,8	7.730	1,026
Máfil	11,6	10,7	39,3	39,0	78,3	50,2	7.140	...
Magallanes	17,64	9,91	30,3	41,7	72,0	57,8	6.400	...

2. *La turba*

En Chile se conocen yacimientos de turba en algunos valles de los ríos de la zona central, como en el del Aconcagua, cerca de Panquehue, pero debido a que allí está por debajo de suelos de alto valor agrícola, no se puede extraer. Mayores extensiones tiene la turba en la región magallánica, especialmente en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Como en Chile no se han realizado estudios acerca de estos yacimientos, nos referiremos a las informaciones obtenidas por Guiñazú (1) en los de Tierra del Fuego argentina, los cuales tienen características análogas a los chilenos.

Estas turberas se encuentran, por lo general, en los fondos de los valles, donde el drenaje es insignificante, y corresponden muchas veces a los márgenes de lagunas que ocupan las depresiones. Las plantas que han contribuído a la formación de la turba son: *Cyperacaea* del género *Carex*, musgos del género *Sphagnum*, gramíneas, juncos y plan-

(1).— J. Román Guiñazú.— Los depósitos de turba de Tierra del Fuego (Boletín de Informaciones Petrolíferas. Buenos Aires).

tas de bañados, como *Caltha appendiculata*, y pequeños arbustos, como el *Empetrum rubrum* y *Pernethya pumila;* además, se encuentran algas y líquenes en la superficie de la turbera. Según el predominio de uno u otro tipo de vegetación, se distinguen: turberas de musgo (*Sphagnum*) y turberas de *Carex* y gramíneas.

Las condiciones climáticas más favorables para la formación de turba en la región magallánica, están al sur del paralelo 51°. Más al norte y hasta los 42°, ellas existen en la falda occidental de la cordillera patagónica.

Un análisis de la turba de Cabo Domingo, efectuado por el Dr. H. Alvarez, en la Dirección General de Minas y Geología de la República Argentina, ha dado los siguientes resultados:

Materia volátil	51,64%
Carbón fijo	19,18 »
Azufre total	1,69 »
Humedad	15,43 »
Ceniza	13,75 »
Coke	32,93 »
Calorías	4060

El análisis anterior se refiere a turba negra de *Carex*, bien humoficada. Existe también otro tipo de turba de *Carex*, más porosa que la anterior, cuyo poder calorífico es de 3.700 calorías, aproximadamente, pero la más abundante es la de *Sphagnum*, que se encuentra en la región boscosa, y cuyo poder calorífico oscila entre 3.200 y 4.600 calorías.

3. *Esquistos bituminosos*

Los YACIMIENTOS de esquistos bituminosos del país se encuentran en la zona cordillerana de las provincias de Malleco, Bío-Bío y Antofagasta.

Al hablar del Terciario continental, nos hemos referido a los yacimientos de Queuco (en Bío-Bío) y Lonquimay (en Malleco). De los datos consignados allí se deduce que las leyes mayores en Lonquimay son de 80-100 litros de petróleo por tonelada, en mantos de 0,45 m. de espesor, lo que es actualmente inexplotable bajo el punto de vista económico. En Queuco, las condiciones son aún más desfavorables.

En Antofagasta existen depósitos de esquistos bituminosos en Pular, a más o menos 4.000 m. s. n. m. El espesor total de los sedimentos que contienen los esquistos es de 500 m., pero sólo hay cinco man-

tos, con potencias variables entre 0,25 y 0,42 m., cuyas leyes oscilan entre 80 y 140 litros por tonelada.

En vista de estos antecedentes, se deduce que los yacimientos de esquistos bituminosos carecen, por ahora, de importancia económica.

4. *Petróleo*

En distintos lugares del territorio nacional se ha señalado la existencia de manifestaciones de petróleo, pero hasta ahora la única región donde la incógnita petrolífera ha salido del terreno de las posibilidades y entrado al de las realidades, es Magallanes. Enumeraremos estas regiones, en sentido de norte a sur.

a) Geosinclinal andino

En la cordillera de la provincia de Tarapacá se han mencionado en varias ocasiones indicios petrolíferos que deben provenir de los sedimentos mesozoicos, los cuales llevan potentes tramos de calizas y pizarras algo bituminosas. Tanto los perfiles estratigráficos, como las condiciones tectónicas no justifican, sin embargo, una exploración detenida.

En la cordillera de la provincia de Antofagasta hay indicios más concretos en el lugar denominado Siglia, situado cerca del límite internacional, 100 kms. al SE de Toconao. Allí, según Brüggen (1942), existe una ventana geológica, constituída por sedimentos eocretáceos, rodeados por la formación liparítica. Estos sedimentos consisten en pizarras, arcillas, areniscas calcáreas y brechas margosas, siendo estas últimas las más importantes. Esta serie está afectada por un plegamiento muy complejo, con numerosos pliegues estrechos y corrimientos. Las manifestaciones petrolíferas las describe el autor citado del modo siguiente: «Los indicios de petróleo de Siglia consisten en vertientes de « gas y filtraciones de petróleo. El indicio más importante que vi, se « halla en un pozo derrumbado, del cual salen gases con olor a bencina, « que puede percibirse hasta 50 m. de distancia, cuando no corre viento « muy fuerte. El pozo se halla en el límite de una intrusión granodio- « rítica con arcillas abigarradas. Otro indicio sería un pequeño cono « de barro en el salar de Siglia. Cada minuto salen pequeñas burbujas « de gas; no se nota olor, tampoco pude observar telas irisadas».

Según estos antecedentes, las posibilidades de encontrar yacimientos petrolíferos explotables en esta región son muy inciertas.

En el salar de Pedernales, de la cordillera andina de Atacama, se conocen, desde hace mucho tiempo, algunas manifestaciones petrolí-

feras, que consisten en la formación de una capa de petróleo muy densa en la superficie del agua de algunos pozos excavados en el salar. Estas manifestaciones aparecen en una faja de 300 m. de largo por 30 m. de ancho. Según Wenzel (1938), los sedimentos que forman los cerros situados al poniente del salar consisten principalmente en calizas y margas del lías y dogger, los cuales están intruídos por granitos, pero parece que existe también un granito más antiguo que esos sedimentos. Bajo el punto de vista tectónico, existen sectores monoclinales, alternados con otros que exhiben un plegamiento muy intenso. Hasta ahora no se sabe con relativa certeza el origen de estas manifestaciones, pero es muy probable que ellas provengan de los sedimentos mesozoicos, que en otras partes de la cordillera andina han dado también indicios de petróleo. Sin embargo, la composición petrográfica del perfil, la tectónica intensa y la repetición de numerosas épocas eruptivas, hacen que esta región presente muy pocas espectativas petrolíferas, a pesar de la intensidad de las manifestaciones.

También existen algunas informaciones respecto a la existencia de manifestaciones petrolíferas en la cordillera de las provincias de Coquimbo y Talca, pero no hay datos concretos referentes a ellas.

En general, se puede decir que todas las formaciones mesozoicas del geosinclinal andino tienen condiciones muy poco favorables para la existencia de yacimientos petrolíferos, tanto por su desarrollo estratigráfico, como por la intensa actividad eruptiva que se ha desarrollado al través de toda su historia. Es cierto que en el triásico existen algunos tramos que reúnen las condiciones adecuadas para ser un complejo petrolífero, pero ellos, después de aflorar en la costa, se hunden por debajo de la formación porfirítica, que tiene muchos miles de metros de espesor.

b) Provincia de Arauco

CONDICIONES un poco menos desfavorables encontramos en la provincia de Arauco, dentro del Terciario, ya que allí los horizontes carboníferos de la orilla oriental de la cuenca pasan hacia el poniente a areniscas marinas, encerradas dentro de potentes arcillas arenosas, pero la tectónica imperante no permite fijar un criterio para ubicar trampas tectónicas adecuadas, de modo que la exploración tendría que hacerse casi enteramente al azar. En esta región, que, estratigráficamente, corresponde a la zona petrolífera del Perú, se han obtenido hasta ahora sólo indicaciones de escasa importancia en las perforaciones destinadas a la exploración carbonífera.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

c) Provincias de Llanquihue y Chiloé

En el río Petrohué, que desagua el lago Todos los Santos, se han observado algunas gotitas de petróleo que salen del límite entre la diorita andina y las lavas del volcán Osorno. Como esta región está ubicada dentro del área en la cual, posiblemente, el mar de Navidad se extendió por toda la Cordillera de los Andes, no sería extraño que dichas manifestaciones provengan de las capas terciarias. La exploración por métodos geológicos es imposible, sin embargo, debido a que toda esta zona está cubierta por los sedimentos glaciales y lavas cuaternarias.

En las vecindades del canal de Chacao, tanto en la provincia de Llanquihue como en la de Chiloé, se conocen algunas manifestaciones petrolíferas, que consisten en emanaciones de gases, pero parece que ellas provienen de la descomposición de sustancias orgánicas encerradas en sedimentos modernos, pues algunos sondajes perforados hasta 800 m. no encontraron ningún indicio en las capas terciarias atravesadas por ellos.

d) Provincia de Magallanes

Esta es la única región de Chile donde se han encontrado yacimientos de petróleo que son económicamente explotables y que entrarán en producción en 1950.

Al describir el geosinclinal de Magallanes, hemos dado la columna estratigráfica de los sedimentos que se encuentran en la parte nor-oriental de la provincia, cuyo espesor fluctúa entre 3.500 y 12.000 m., correspondiendo la potencia mayor a la región occidental de la cuenca.

Las principales manifestaciones petrolíferas de Magallanes, conocidas desde hace más de 50 años, consisten principalmente en afloramientos de gases, con fuerte olor a bencina, los cuales están casi siempre en las capas arcillosas, especialmente en la formación denominada Arcillas de Skyring o de Boquerón. Los indicios de petróleo líquido son sumamente escasos y se han encontrado en las Areniscas de Loreto y en las Areniscas de Rocallosa, pero areniscas con olor a gasolina son relativamente frecuentes en todos los tramos del perfil correspondiente al cretáceo y Terciario.

Los indicios petrolíferos se conocen solamente en la parte occidental del geosinclinal, pues la oriental está en territorio argentino.

Debido a esta circunstancia y al hecho que la investigación por métodos geológicos era factible solamente en la región occidental, donde se encuentran los afloramientos de las diversas formaciones,

hasta hace poco tiempo todos los trabajos de exploración se limitaron a esta zona.

El primer objetivo lo constituyó la Arenisca de Tres Brazos, en la cual se encontraron indicios importantes, en un sondaje perforado en un anticlinal de poco cierre, ubicado en el valle del río Tres Puentes. Allí apareció, entre los 390 y 580 m. de profundidad, una arenisca muy dura, fuertemente cementada con carbonato cálcico, que produjo, en una erupción, más o menos 4 toneladas de petróleo y gases, a la presión de 75 atmósferas, pero después de la erupción el gasto bajó a 30 litros diarios. Posiblemente, este petróleo provenía de algunos pequeños lentes ubicados en la cercanía del sondaje, que habrían escapado a la fuerte cementación. Otras perforaciones, ubicadas en el río Patos y en Pecket, hechas para explorar este horizonte, encontraron solamente indicios de petróleo.

El segundo objetivo de interés es la Arenisca Rocallosa, pero hasta ahora no ha sido atravesada por ninguna perforación, y se espera cortarla con una ubicada en el anticlinal de río Grande, en la costa occidental de la península Brunswick.

El tercer objetivo es la Arenisca Rosa, la cual fué atravesada por un sondaje ubicado en Punta Prat, en la costa occidental de la península Brunswick, sobre el eje de un braquianticlinal bastante abrupto. Este sondaje, hasta los 761 m. atravesó las Arcillas de Fuentes, que contenían algunos rastros de petróleo. El resto del perfil, hasta la profundidad de 1.516 m., presenta intercalaciones potentes de areniscas con rastros de petróleo. Entre 1.312 y 1.516 m., dos de estas capas llevaban gases en cantidad apreciable, pero con agua surgente. Es preciso hacer notar que este sondaje está ubicado 700 m. por debajo de la parte alta de la estructura. Se proyecta explorar nuevamente este horizonte petrolífero mediante las perforaciones ubicadas en Cerro Prat, Cerro Canelos e isla Englefield, las dos primeras en la costa occidental de Brunswick, la tercera en el seno Otway. Todas ellas están en anticlinales abruptos.

En Tierra del Fuego, mediante estudios geofísicos, se han ubicado dos estructuras anticlinales, una en Manantiales, en la costa sur del Estrecho de Magallanes, y otra en San Sebastián, en la parte central de Tierra del Fuego, cerca de la frontera argentina. Ellas se diferencian considerablemente de las existentes en la región occidental, porque las inclinaciones de las alas de los anticlimales son muy suaves, de modo que se pueden considerar como ligeras ondulaciones que interrumpen la inclinación general.

En Manantiales, el primer pozo perforado encontró, el 29 de Diciembre de 1945, una arena saturada con petróleo, a la profundidad de 2.243 m. debajo del nivel del mar. Ella ha sido denominada Arena de

Manantiales, porque no se sabe a cuál de los horizontes corresponde, pero es probable que se trate de la discordancia sobre la Serie Porfírica. Hasta el momento se han perforado varios pozos productores de petróleo o de gases ricos en gasolina.

Según los datos de la Corporación de Fomento, el horizonte productor es una arenisca de grano medio, con 10 a 30 m. de potencia, constituída por granos de cuarzo, cementados por arcilla blanca y material cristalizado fino. Su porosidad es de 20 a 25%. La presión en el fondo, calculada, varía de 3.200 a 3.500 libras por pulgada cuadrada. La producción diaria, por orificio de ¼", asciende a 1.000 barriles de petróleo por pozo. Existe una relación estimada de gas-petróleo, de 1.000 pies cúbicos por barril.

El petróleo es de base parafínica, de 40° A.PI, y da por destilación directa:

Nafta gasolina	27%
Kerosén	25%
Aceite Diesel	28%
Crudo reducido	20%

El resultado obtenido en la estructura de Manantiales abre amplias posibilidades para la parte central de Tierra del Fuego, donde seguramente deben existir otras estructuras análogas. Respecto a la región occidental de la cuenca, todavía no hay nada concreto, pues aunque los indicios de petróleo son favorables, el metamorfismo ocasionado por la tectónica intensa podría ser un factor contrario.

X. *Aguas minerales y termales*

En Chile son abundantes las fuentes de aguas minerales, las cuales están relacionadas íntimamente con la tectónica y el volcanismo modernos. Ellas han sido descritas recientemente por Brüggen (1947) y Contreras y Rodríguez (1945).

La mayor parte de las vertientes minerales se hallan en la Cordillera de los Andes, especialmente cerca de su borde occidental, y su origen puede ser volcánico, vadoso o mixto. Las vertientes vadosas son especialmente abundantes en las fosas tectónicas que han experimentado un fuerte relleno con sedimentos modernos, como ocurre en la cuenca de Santiago, pero en muchos de estos casos no queda excluído un origen juvenil, especialmente en las vertientes ubicadas en la vecindad de la falla que constituye el borde occidental de la Cordillera de los Andes, siendo las más conocidas las existentes entre Colina y

Catillo. Como, por lo general, dichas vertientes están algo alejadas de la falla mencionada, se debe suponer que el agua de origen profundo ha ascendido por grietas abiertas en el pendiente de la falla, y después continuaron su camino al través del material de relleno, mezclándose muchas veces con las aguas vadosas que circulaban por éste.

Hacia el sur de Chillán, la mayor parte de las vertientes minerales están relacionadas con el volcanismo moderno, como son las de Chillán, Copahue, Tolhuaca, Palguín, Manzanar, Río Blanco y Puyehue.

En vista de la dificultad que existe para clasificar las diversas vertientes minerales de acuerdo con su posición geológica, damos a continuación la clasificación basada en sus características químicas, hecha por Rodríguez (1945):

I. *Aguas sulfurosas*

	Temperatura °C.		Temperatura °C.
Chillán	62 - 96	Turi (Antofagasta)	22
Mamiña	45 - 57	Longaví	68 - 95
Tolhuaca	80 - 95	Los Peucos (Ñuble)	...
Río Blanco	80 - 95	Chusmiza (Tarapacá)	48
Manzanar	49 - 52	Copahue	32 - 96
Menetué	25 - 60	Ojos de Ascotán	21 - 32
Palguín	35 - 40		

II. *Aguas cloruradas-sódicas*

A. *Arsenicadas:*

El Toro (Elqui)	46 - 52	Los Bañitos (O'Higgins)	80 - 90
Soco	26,8	Sotomó (Llanquihue)	22 - 41
El Flaco (Tinguiririca)	53 - 89	Cochamó (Llanquihue)	15 - 28
El Saladillo (Aconcagua)	...		

B. *Aguas cloruradas sódicas fuertes:*

Quebrada de Morales (Santiago)	26

C. *Aguas cloruradas sódicas-cálcicas:*

Vilucura o San Lorenzo (Bío-Bío)	...	Petrohué	...

C. *Aguas cloruradas cálcicas:*

	Temperatura °C.		Temperatura °C.
Apoquindo	18 - 23	Cauquenes	43 - 48

E. *Aguas cloruradas-sulfatadas sódicas:*

Colina	30 - 32	Puyehue	60 - 75
Meulín o Carvajal (Colina)	24	Tanhuao (Talca)	17 - 18
Panimávida	32 - 33	Rupanco	91,8
Catillo	31 - 33½	Auco (Aconcagua)	16 - 30
		Catapilco	19

III *Aguas bicarbonatadas*

Puritama (Antofagasta)	32,5 - 34	El Gas (Curicó)	26,8
Rari (Linares)	18 - 22	Chile Chico (Aysén)	...

IV. *Aguas sulfatadas-férricas*

La Maravillosa (Tiltil)	...	Talcahuano	fría
El Planchón	fría hasta 43°	Agua de la Vida (Yumbel)	...

V. *Aguas sulfatadas-sódicas-magnesianas*

Trapatrapa (Laja). ...

Los geysires

En las provincias de Tarapacá y Antofagasta se encuentran algunas regiones con geysires, entre las cuales la más importante es la de Tatio, situada en el nacimiento del río Salado, afluente principal del Loa (Brüggen, 1943). Allí existe un extenso llano, encajado entre cerros de la formación liparítica, y las vertientes están concentradas en la parte septentrional de la llanura, dentro de una faja de 100 m. de ancho por 500 de largo, que acompaña el pie del cerro. Los geysires son pequeños hoyos, de 5 a 15 cms. de diámetro, embudos de 0,50 a 1 m., o conos de sílice, con formas muy variadas, por los cuales sale intermitentemente cierta cantidad de agua hirviente, acompañada de vapor. Según Brüggen, la mayor cantidad de vapor proviene de un pequeño sondaje de 50 m. de profundidad, perforado el año 1923.

Allí el vapor sale junto con un chorro de agua hirviente, que se eleva hasta la altura de 10 - 12 m. La temperatura del chorro es de 85° C., ia que corresponde al punto de ebullición.

Según el autor citado, la cantidad de vapor y agua que sale de estos geysires es escasa, para pensar en su aprovechamiento industrial, pero no excluye la posibilidad de que, mediante sondajes más profundos, se puedan obtener cantidades de vapor más importantes.

Respecto a los geysires de la provincia de Tarapacá, no hay informaciones detalladas, siendo el más importante el de Puchuldiza.

XI. *Sismología*

1. *Generalidades*

CHILE es un país de alta sismicidad, tanto bajo el punto de vista de la intensidad de los movimientos sísmicos, como de su frecuencia. A pesar de la amplia distribución de los volcanes a lo largo de la mayor parte del territorio, la casi totalidad de los temblores caen bajo la categoría de temblores tectónicos (*).

Los temblores que tienen su origen en el volcanismo extrusivo, aunque muy intensos en la vecindad del foco, afectan áreas bastante reducidas.

La gran actividad sísmica de carácter tectónico se explica porque estas fuerzas han actuado intensamente durante los últimos tiempos geológicos, y probablemente aún se mantienen en actividad, como lo demuestra el hecho que el relieve actual del país está determinado, en gran parte, por ellas. Esto no significa, sin embargo, que todos los temblores tengan su origen directamente en movimientos ocurridos a lo largo de fallas activas, pues, considerando que las profundidades de los focos de la mayor parte de los temblores chilenos es, probablemente, del orden de 100 kms., ellos se generarían en la astenósfera y, como consecuencia, podrían entrar en movimiento algunas fallas.

Brüggen (1944) recalca el hecho que la mayor sismicidad se encuentra frente a las grandes fosas submarinas, que él considera producidas por fallas, análogas a las que bordean las grandes depresiones tectónicas; pero Gun Bayer (1942) opina que la sismicidad en tales fosas es sumamente reducida. Este hecho parecería demostrar que las fosas referidas no son depresiones entre fallas, sino más bien, como lo ha sugerido Griggs (1939), zonas de compresión provocadas por corrientes de convección, las cuales habrían producido tensiones y, por lo tanto, fallas en la parte continental.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

(*) Probablemente es preciso incluir en esta categoría muchos temblores plutónicos, pero no hay datos concretos respecto a la profundidad de los focos sísmicos.

No obstante, de todos modos, no se puede negar que la frecuencia de los temblores es mucho mayor en la zona situada al N de Valparaíso, y disminuye gradualmente hacia el sur. Esto no significa que en esta última zona no se hayan producido sismos catastróficos, como ocurre en la región de Chillán-Concepción, que ha sido azotada en repetidas ocasiones por terremotos que figuran entre los más destructores que registra la historia sísmica del país.

Aunque en los temblores chilenos no se puede hablar propiamente de un punto epicentral, sino más bien de una zona epicentral, la cual tiene generalmente forma alargada, es indudable que hay ciertos focos bien definidos, cuya posición y características tectónicas no se conocen, sin embargo, con suficiente detalle. E. Donoso, mediante un análisis de la historia sísmica, ha dado la siguiente lista de los focos y temblores (semi-terremotos, terremotos o desastres) que en ellos se han originado y acerca de los cuales hay noticias históricas:

Lista de terremotos chilenos y sus posibles focos de origen

Foco de Arica: 18° 2′ S.	1582 - 1582 - 1604 - 1642 - 1681 - 1715 - 1716 1725 - 1784 - 1787 - 1821 - 1831 - 1833 - 1845 1860 - 1862 - 1868 - 1869 - 1871 - 1883 - 1892 1896 - 1904 - 1908. Total, 25.
Foco de Iquique: 20° 20 ′ S.	1543 - 1615 - 1768 - 1869 - 1869 - 1871 - 1876 1878 - 1911 - 1915 - 1921 - 1934. Tot. 12
Foco de Antofagasta: 23° 18′ S.	1870 - 1877 - 1878 - 1929. Total, 4.
Foco de Taltal:	1819 - 1822 - 1874 - 1859 - 1908 - 1909 - 1912 1913 - 1918 - 1919 - 1922 - 1925 - 1936. Total, 13. - Tal vez 1851.
Foco de Vallenar: 29° 8′ S.	1604 - 1639 - 1648 - 1796 - 1833 - 1847 - 1849 1864 - 1877 - 1890 - 1903 - 1904 - 1909 - 1918 1920 - 1922 - 1923 - 1924 Total, 18.
Foco de Illapel: 31° 6′ S.	1792 - 1801 - 1843 - 1847 - 1854 - 1876 - 1880 Total, 7.
Foco de La Ligua: 32° 10′ S.	1575 - 1643 - 1647 - 1687 - 1724 - 1730 - 1822 1829 - 1847 - 1850 - 1851 - 1871 - 1873 - 1896 1906 - 1906 - 1910 - 1910 - 1911 - 1913 - 1915 1927 - 1930. Total, 23.

Foco del Maule: 35° 20′ S.	1911 - 1914 - 1928 Total, 3.
Foco de Concepción:	1570 - 1657 - 1709 - 1751 - 1832 - 1835 - 1898 1922. Total, 8.
Foco de Angol: 37° 40′ S.	1790 - 1799 - 1922. Total, 3.
Foco de Temuco: 39° 8′ S.	1575 - 1737 - 1837 - 1907 - 1920. Total, 5.
Foco de Guayanecos: 47° 44′ S.	1742 - 1787 - 1832 - 1918 - 1927. Total, 5.

La ubicación de los focos que aparece en la lista anterior no corresponde exactamente a la realidad, pues siempre se trata de zonas focales más o menos extensas y que seguramente corresponden a cruzamientos de líneas de fallas modernas, como ocurre, por ejemplo, en la región de Longotoma, vecina a La Ligua (Muñoz Cristi, 1938).

Fuera de los focos o zonas focales mencionados, hay muchas otras que podríamos llamar de segundo orden, en las cuales las intensidades de los temblores son siempre mayores que en puntos situados a menores distancias del foco principal, pero este recrudecimiento de intensidad se debe, en la mayoría de los casos, a factores litológicos.

Para dar una idea de la frecuencia de los temblores en Chile, transcribimos a continuación un cuadro compilado por Greve (1947).

La escala de intensidades es la empleada por el Instituto Sismológico de la Universidad de Chile, que considera seis grados, cuya intensidad se determina según la siguiente pauta:

Grado I°. Sensible sólo para personas en reposo o en estado perceptivo.

Grado II°. Sensible para la generalidad de las personas; ruido en ventanas y puertas.

Grado III°. Provoca alarma en la población; se estremecen las casas; los péndulos se detienen y las lámparas oscilan apreciablemente.

Grado IV°. Provoca pánico general; suenan las campanas, caen algunos objetos sueltos y muros mal construídos, se producen grietas en algunos edificios.

Grado V°. Se destruyen parcial o totalmente algunas chimeneas, murallas y otras partes del edificio; caen algunas casas.

Lista de sismos sentidos por el hombre en los años 1942 a 1946, ordenados por intensidad y latitud geográfica de su epicentro:

ZONA	LATITUD	INTENSIDAD EN GRADOS					
		I°	II°	III°	IV°	V°	TOTAL
		—	1	—	—	—	1
Arica		46	73	4	—	—	123
	20°	24	24	6	—	—	54
Iquique		51	56	7	1	—	115
		1	2	—	—	—	3
		62	23	2	—	—	87
Antofagasta		15	9	1	—	—	25
	25°	1	8	2	1	—	12
		5	6	1	—	—	12
		5	9	—	—	1	15
Copiapó		301	143	16	—	—	460
Vallenar		88	108	6	1	—	203
La Serena		55	49	7	—	—	111
	30°						
Ovalle		55	74	14	—	—	143
Illapel		175	180	18	1	—	374
Quillota		175	180	18	1	—	374
Santiago		56	26	6	1	—	89
	35°	29	36	5	1	—	71
		19	15	4	—	—	38
Chillán		41	69	10	2	1	122
Los Angeles		13	18	11	1	—	43
		28	10	5	—	—	43
Valdivia		39	20	1	—	—	60
	40°	9	4	1	—	—	14
Pto. Montt		7	9	1	—	—	17
		2	10	—	—	—	12
		—	—	—	—	—	0
	45°	2	1	—	—	—	3
		1	—	—	—	—	1
		1.190	1.070	149	10	2	2.421

NOTA.—Cada línea corresponde a un determinado punto de observación en la respectiva zona, ordenados de norte a sur.

GRADO VI°. Desastre general; caen la mayoría de las casas y se producen grietas en el terreno.

El autor citado deduce que durante los años 1942-46, la zona que ha tenido mayor sismicidad fué la de Copiapó (27 a 28° S), siguiendo la de Quillota (32 a 33°) y después Iquique, Vallenar, Ovalle y Chillán. Para dicho lapso aparecen dos zonas de sismicidad muy reducida, que están entre Antofagasta y Copiapó (24 a 27° S) y de Valdivia al sur. Se puede observar también que no hay una relación directa entre la frecuencia de los temblores y su intensidad, pues algunas zonas con baja frecuencia han experimentado grandes catástrofes.

En la publicación citada se establece que el total de sismos sentidos por el hombre en Chile, en los años 1942 a 1946, es de 2.421, lo que da un término medio diario de 1,38.

A fin de definir las características sísmicas de algunas regiones del país, describiremos las modalidades de tres terremotos: *a*) el de Tarapacá de 1877; *b*) el de Valparaíso de 1906, y *c*) el de Chillán en 1939. Para los primeros, utilizaremos los detalles dados por Brüggen (1944), quien hizo en la obra citada un análisis de las informaciones consignadas por Montessus de Ballore en su Historia Sísmica de los Andes Meridionales. Para el terremoto de Chillán aprovecharemos nuestras observaciones personales. Para las intensidades nos referimos a la escala Mercalli-Sieberg.

2. *El terremoto de Tarapacá de 1877*

SE PRODUJO el 9 de Mayo, a las 20.30 hrs., y durante el temblor estuvieron en actividad las diferentes líneas sísmicas que bordean las dos cordilleras. Varias poblaciones situadas al pie de la falla de la cordillera andina fueron destruídas, como Calama, Chiuchíu, Pica, Tarapacá. En la Cordillera de la Costa, el terremoto afectó principalmente los lugares inmediatos a fallas transversales (posiblemente en cruzamientos con fallas longitudinales), como el pueblo de La Noria y la oficina salitrera San Pedro. La Pampa del Tamarugal fué fuertemente conmovida, lo mismo que la zona de la costa (Iquique, Antofagasta, Cobija).

En los lugares más afectados, la intensidad llegó al grado X° a XI°, y el área donde tuvo caracteres de terremoto abarcaba por el sur hasta Paposo (grado VII°) y por el norte hasta Tacna. El temblor fué sensible desde Concepción hasta Santa (8° 58'), de modo que el área macrosísmica tuvo una longitud de 3.200 kms.

Considerando las modalidades descritas, este terremoto no se

puede atribuir directamente a las fallas, ya que parece que todas las de la región entraron a actuar, de modo que debe tratarse de una conmoción profunda.

3. *El terremoto de Valparaíso de 1906*

Este terremoto, que se produjo el 16 de Agosto de 1906, destruyó la mayor parte de Valparaíso, y según Brüggen (1944), tuvo las siguientes características:

Las longitud del área macrosísmica, es decir, donde se sintió el temblor sin instrumentos, abarca desde Tacna hasta Ancud, o sea, una longitud de 2.800 kms. Hacia el E se sintió con cierta intensidad en Mendoza, Tucumán y Santiago del Estero; estas dos últimas ciudades quedan en la vecindad de las sierras pampeanas, que son bloques levantados muy recientemente. Respecto a la extensión del área macrosísmica hacia el oeste, hay noticias contradictorias, afirmando algunas que fué sensible en Juan Fernández.

Durante este temblor entraron en actividad varias líneas epicentrales, aunque no simultáneamente. En general, se puede hablar de dos centros separados, los cuales produjeron sacudimientos independientes, con una pausa de 20 a 45 segundos, siendo la duración total de 4 minutos, pero los datos sobre los cuales se basa la apreciación de dos centros son bastante inseguros y a veces contradictorios.

La repartición de la intensidad parece que fué muy irregular, lo cual se puede explicar, en parte, por las diversas condiciones geológicas (tectónicas y petrográficas) en los distintos puntos, pero es preciso tomar en cuenta que la fijación de los grados en las distintas localidades fué hecha por Montessus de Ballore mucho después de producido el terremoto y a base de antecedentes especialmente de carácter económico, es decir, del monto de las destrucciones, lo cual no siempre corresponde a la destrucción física.

Un ejemplo bien claro de la influencia del subsuelo sobre las destrucciones lo tenemos en el mismo puerto de Valparaíso, donde la intensidad del terremoto en los cerros fué del grado VII° a VIII°, mientras que, en el plano, ella llegó al grado X°, pues la destrucción fué casi completa.

Según Brüggen (1944), el centro de mayor sacudimiento debió estar al norte de Quintero, y la zona epicentral correspondería a la zona costanera. Más al interior se produjeron también otras líneas epicentrales, correspondientes a zonas de fallas, como en La Ligua, Petorca, Valle del Aconcagua, etc.

Hacia el sur de Valparaíso disminuye la intensidad en la costa, para aumentar considerablemente entre los ríos Rapel y Maule, donde

la destrucción fué intensa y también se produjeron grietas en los terrenos blandos y cráteres de arena. En todo el sector abarcado por la Cordillera de la Costa, entre los ríos Quilimarí y Maule, hay numerosas localidades en las cuales la intensidad alcanzó el grado IX°, y en algunas hasta el X°, pero no se pueden trazar las curvas isosísticas regulares, pues parece que ellas están determinadas por las características del subsuelo y por las fallas, especialmente el sistema de rumbo NNW, a que hemos hecho referencia más arriba, y que se puede observar desde el río Maipo hacia el sur.

En el valle del río Aconcagua hay también numerosos lugares donde la intensidad alcanzó los grados VIII° y IX° y aún X°, todos ellos ligados a fallas modernas que han producido numerosas fosas tectónicas.

En el Valle Longitudinal, que se extiende desde la cuesta de Chacabuco hacia el sur, las intensidades generalmente no pasaron del grado VIII°, salvo casos excepcionales. Es interesante anotar que aquí no se observa una mayor intensidad para las localidades situadas en las vecindades de la falla NNW que separa el Valle Longitudinal de la Cordillera de la Costa, pues ellas son análogas a las observadas en el centro de dicho valle.

En la cordillera andina, las intensidades disminuyen considerablemente.

4. *El terremoto de Chillán de 1939*

El terremoto de Chillán se produjo el 24 de Enero de 1939, más o menos a las 23 horas 30 minutos, y la Comisión Gubernativa que estudió los efectos de este terremoto, clasificó las intensidades, en grados Sieberg, precisados de acuerdo con la siguiente escala:

Edificios destruídos	0 - 5 %	grado	VII
» »	5 - 10%	»	VII,5
» »	10 - 20%	»	VIII
» »	20 - 30%	»	VIII,5
» »	30 - 40%	»	IX
» »	40 - 50%	»	IX,5
» »	50 - 60%	»	X

Esta clasificación de las destrucciones se justifica, porque la gran mayoría de los edificios de la zona afectada por el terremoto eran de adobe o de ladrillos sin refuerzos. Las casas de construcción asísmica, como ser, de concreto o de ladrillos con refuerzos de concreto, repre-

sentaban un porcentaje pequeño del total. Lo mismo se puede decir de las casas de madera.

Como dato ilustrativo, consignamos a continuación el cuadro de las destrucciones en la ciudad de Chillán.

Destrucción de la ciudad de Chillán

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	EN BUEN ESTADO		DETERIORADAS		SEMI DESTRUÍDAS		DERRUMBADAS		TOTAL
	N.°	%	N.°	%	N.°	%	N.°	%	N.°
Casas de adobes ...	—	—	764	35	177	8	1.240	59	2.181
Casas de ladrillo ...	—	—	364	43	109	13	371	44	844
Casas de madera ...	4	4	92	88	8	8	—	—	104
Casas con cadena concreto	83	53	49	31	8	5	18	11	158
Ranchos de paja....	—	—	12	80	3	20	—	—	15
Casas de hormigón armado.....	4	80	—	—	1	20	—	—	5
Casas de tabique ...	—	—	163	86	16	8	11	6	190
Galpones de madera	—	—	3	100	—	—	—	—	3
Galpones de adobe de techo liviano.	—	—	3	100	—	—	—	—	3
Galpones de adobe de techo pesado.	—	—	3	100	—	—	—	—	3
Galpones de ladrillo	—	—	4	100	—	—	—	—	4
Iglesias de ladrillo.	1	9	3	27	3	27	4	37	11
Iglesias de hormigón reforzado.....	1	34	2	66	—	—	—	—	3
Casas ladrillo de techo liviano.....	—	—	1	100	—	—	—	—	1
Teatros.....	—	—	—	—	—	—	1	100	1
	93		1.465		325		1.645		3.526

La región donde el temblor tuvo caracteres de terremoto o semiterremoto se extiende entre el río Maule, por el norte; el límite de las provincias de Malleco y Bío-Bío, por el sur; el pie de la cordillera andina, por el este; y la costa del Pacífico. Ella abarca una superficie de 45.000 kms.^{2}, aproximadamente.

A pesar de que la destrucción fué considerable y las pérdidas de vida cuantiosas (se las ha estimado en 15.000 a 20.000 personas), no se produjeron efectos geológicos perceptibles a la simple vista, salvo en terrenos blandos o en las vegas de los ríos, donde se abrieron algunas grietas marginales, que, en el caso del río Itata, frente a Ñipas, alcan-

zaron a varios cientos de metros de longitud y que constituyeron una serie de fallas discordantes, con desplazamientos hasta de 4 m., pero ellas no afectan a las rocas fundamentales que bordean el valle.

Un fenómeno más interesante es la deformación gradual que experimentó la superficie terrestre, al cual nos referiremos más adelante.

Dentro de la zona ya mencionada, donde el temblor alcanzó los caracteres de terremoto o semi-terremoto, las mayores intensidades correspondieron a Chillán (IX,5°) y Quirihue (X°); la primera ciudad ubicada en el eje del Valle Longitudinal y la segunda, en el eje de la Cordillera de la Costa. Pero a lo largo del eje de la primera estructura mencionada no se mantiene la misma intensidad en una distancia apreciable, pues ella disminuye hacia el N de Chillán al grado VIII° y VIII,5°, para subir nuevamente al IX° en Parral. Este hecho se explica fácilmente, si consideramos la constitución geológica del valle. En efecto, Chillán y Parral están ubicados sobre las arcillas tobíferas que forman la mayor parte del subsuelo desde Molina hasta el río Itata; en cambio, la mayoría de las poblaciones intermedias entre las ciudades mencionadas se encuentran sobre los conos de rodados de los ríos que atraviesan transversalmente el Valle Longitudinal.

En la Cordillera de la Costa, el área incluída por la isosista IX° es una elipse, con su eje mayor orientada al NNE y con una longitud de más o menos 60 kms. De estos antecedentes no se deduce una relación clara entre las áreas donde el temblor alcanzó las mayores intensidades y las fallas que limitan las diversas estructuras geológicas. Sin embargo, Brüggen (1944), basándose en los resultados de la renivelación efectuada entre Talcahuano-Chillán-Parral-Cauquenes, opina que las mayores discontinuidades en los desplazamientos relativos están a lo largo de las fallas. Pero si bien es cierto que entre un punto situado a poca distancia al poniente de Quillón, o sea, cerca del borde de la Cordillera de la Costa y el Valle Longitudinal, hay una diferencia considerable entre los desniveles anteriores y posteriores al terremoto, no ocurre lo mismo entre Parral y los lugares cercanos a Cauquenes, tramo que también atraviesa del centro del Valle Longitudinal al centro de la Cordillera de la Costa. Sería menester contar con mayores antecedentes, para sacar alguna conclusión bien fundada.

El gráfico de la Figura 14 muestra las diferencias de cotas entre los años 1935 y 1939, de las cuales se puede deducir que las vegas formadas por acarreos modernos en la zona de Concepción descendieron en más o menos 60 cms. La Cordillera de la Costa, entre Concepción y Quillón, ascendió en cantidades que fluctúan entre 0,50 y 1,00 m. El Valle Central ascendió más o menos en 2,00 m, pero hay algunas partes entre Chillán y San Carlos, donde el ascenso sube a 2,51 m., y entre Parral y la estación Quella, en que alcanza a 2,60 m.

El ascenso de la parte oriental de la Cordillera de la Costa, entre la estación Quella y Cauquenes fué de 2,40 m., aproximadamente, o sea, análogo al del Valle Longitudinal.

La profundidad del foco de este terremoto fué de 70 Km. (Gutenberg and Richter: «Seismicity of the Earth» Sp. Paper, N.° 34. Geol. Society of America.

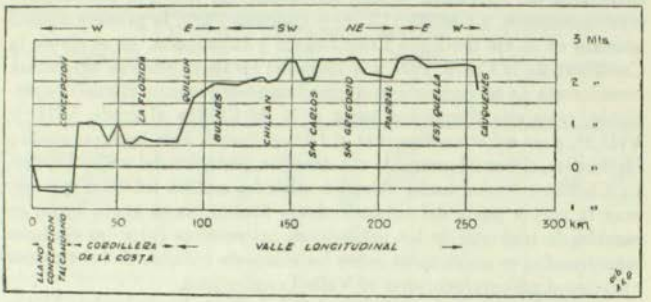


Fig. 14.—Diferencias de alturas entre las nivelaciones efectuadas por el Instituto Geográfico Militar, antes y después del terremoto de Chillán (1939).

Es interesante anotar que la región afectada por el terremoto del 24 de Enero de 1939 ha sido azotada por cinco grandes terremotos durante los 400 años pasados. Transcribimos a continuación una reseña de ellos, compilada por Enrique Donoso, ex-director del Instituto Sismológico:

«Durante los cuatrocientos años de historia que tenemos en Chile,
« son seis los grandes temblores que se han producido con epicentro
« en las vecindades del paralelo 37° de Lat. S.

«El primero de ellos ocurrió el 8 de Febrero de 1570, a las 9 de la
« mañana, y vino acompañado de maremoto destructor. Destruyó la
« ciudad de Concepción (Penco); se produjeron grandes agrietamientos
« en el suelo en dicha región, y las réplicas del fenómeno siguieron por
« espacio de cinco meses. Los datos de este terremoto son muy escasos.

«El segundo de ellos se produjo el 15 de Marzo de 1657 y tuvo
« las mismas características que el anterior. Los datos son también
« muy escasos, y se puede decir, con respecto a los efectos en las po-
« blaciones y a la desazón que produjo, que ha tenido que ser consi-
« derable, pues todos los pobladores de esa zona, descontando la ciu-
« dad de Concepción, se replegaron al N del río Maule, y se ubicaron
« especialmente a sus orillas, o sea, en Duao.

«El tercero de estos fenómenos se produjo el 25 de Mayo de 1751, « y ha sido tal vez el terremoto más importante de los producidos en « territorio chileno. Tuvo también las mismas características que los « anteriores, es decir, vino acompañado de maremoto destructor. La « importancia de ambos fenómenos (maremoto y terremoto) puede « apreciarse si se consideran sus áreas de grandes destrucciones y la « extensión de sus perjuicios. En efecto, el área de grandes destruccio- « nes de este temblor alcanzó hasta un poco al N de Curicó, y derrum- « bó iglesias en Santiago y Valparaíso, produciendo también en ambas « ciudades numerosas destrucciones en casas habitaciones y edificios « públicos. El maremoto que lo acompañó tuvo intensidad suficiente « para hundir un barco al ancla en las islas de Juan Fernández.

«El cuarto de los grandes temblores allí ocurridos fué el del 20 « de Febrero de 1835, a las 11½ de la mañana, el que también tuvo las « mismas características que los anteriores, y alcanzó sólo un poco « menos intensidad que el de 1751.

«El quinto de estos fenómenos fué el del día 23 de Julio de 1898, « a las 22 horas. Este terremoto tuvo un área de mayores daños res- « tringida y no vino acompañada de maremoto, como los anteriores.

«El sexto terremoto de los ocurridos con epicentro en las vecin- « dades del paralelo 37° de Lat. S, fué el del 24 de Enero del presente « año 1939, a las 23 horas y media; como el anterior, tampoco vino « acompañado de maremoto destructor, y el área de mayores daños « fué mucho más restringida que en los cuatro primeros. Sin embargo, « los prejuicios por él ocasionados y las víctimas que produjo, lo colo- « can como el más desastroso de los terremotos históricos chilenos».

5. *Movimientos de la corteza*

Maremotos y erupciones submarinas

Varios de los grandes terremotos chilenos han sido acompañados de maremotos, y a veces de erupciones submarinas, a cierta distancia de la costa. Una de ellas tuvo lugar en Juan Fernández, sincrónicamente con el gran terremoto de Concepción, en 1835. Según informes de esa época, se produjo primero una salida de mar, que cubrió el muelle de Cumberland; en seguida el mar retrocedió, quedando en seco la mayor parte de la bahía, y al mismo tiempo se sintieron fuertes temblores y una fuerte explosión. En seguida, el mar volvió a avanzar, inundando toda la población, para retroceder después, repitiéndose los avances y retrocesos cuatro veces consecutivas. Durante este lapso, se produjeron varias erupciones de gases.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Brüggen (1944) supone que la erupción fué precedida por un descenso de la isla, el cual fué seguido de un ascenso violento.

Durante este mismo terremoto, se produjeron erupciones submarinas en la bahía de San Vicente, de donde salieron grandes nubes de humo.

También se tienen noticias, aunque vagas, de erupciones submarinas producidas en la isla San Félix, durante el terremoto de Vallenar de 1923.

En cuanto a las erupciones terrestres, parece que ellas no guardan relación con los movimientos sísmicos.

Por efecto de los terremotos que tienen su origen en el continente, se han producido algunas veces salidas del mar que ha invadido las islas vecinas. Así, durante el terremoto de Tarapacá, de 1877, el mar efectuó varios movimientos, pero no sincrónicos en todos los puntos de la costa, pues en algunos el movimiento fué de avance y en otros de retroceso, lo cual está indicando ascensos y descensos de la zona costanera en los distintos sectores afectados, pero también podría explicarse, considerando que el centro del tsunami estuvo cerca de la región donde se produjo el avance, y por la inclinación que tomó la superficie del mar, tuvo lugar el retroceso en las regiones más alejadas. En seguida se estableció un movimiento de vaivén, debido a la inercia de las masas de agua.

Durante el terremoto de Concepción, del 20 de Febrero de 1835, que ha sido uno de los más catastróficos que han asolado al país, se produjeron movimientos importantes en la zona de la costa, de los cuales tenemos una narración bastante precisa hecha por Fitz Roy, el capitán del «Beagle». Anotamos los siguientes datos compilados por Brüggen (1944):

El solevantamiento más importante parece que se produjo en la isla Santa María, encontrándose los siguientes valores: el extremo sur se solevantó en 2,4 m.; el centro, en 2,7 m.; y el norte, en 3,0 m. En el continente, en Tubul, se comprobó un solevantamiento de 1,8 m. En cambio, en la bahía de Talcahuano el solevantamiento fué casi imperceptible, o hubo un pequeño hundimiento poco antes del terremoto. Parece que el solevantamiento ya mencionado tuvo lugar durante el terremoto mismo, y que después se fué atenuando, para llegar a restablecerse, al cabo de cierto tiempo, las condiciones normales.

El terremoto de Valparaíso, de 1906, también provocó levantamientos en algunos puntos de la costa, como en la laguna de Cahuil, al sur de Pichilemu, cuyo fondo se levantó, quedando la laguna transformada en un río; pero poco después, mediante los movimientos acusados por las réplicas, la laguna volvió a su posición normal. El solevan-

tamiento de la costa, a consecuencia de este terremoto, fué perceptible desde Iloca hasta Matanzas, y también entre Valparaíso y los Vilos.

Ya nos hemos referido a los movimientos de la corteza ocurridos durante el terremoto de Chillán, de 1939, durante el cual se hundió la planicie situada entre Talcahuano y Concepción y se levantó la Cordillera de la Costa y el Valle Longitudinal.

X. *La Antártida* (*)

EL TERRITORIO antártico, en la parte que está situada frente a la América del Sur, tanto en su sector continental (Tierra de O'Higgins), como en las islas con las cuales se prolonga hacia el norte, tiene una estructura geológica muy análoga a la de la parte austral del continente suramericano.

Las formaciones más antiguas que aparecen en lugares esporádicos de la costa occidental y oriental son rocas metamórficas, que varían de pizarras bien clivadas, a neises y micacitas. Ellas afloran especialmente a lo largo de la costa de Weddel, desde los 68 S a los 69° 30′ S. También se presentan en las cercanías de Base del Este (Expedición Byrd, 1939-1941). Estas rocas están siempre en la vecindad del batolito andino, motivo por el cual no se puede asegurar si ellas corresponden a formaciones precámbricas o sedimentos más modernos, metamorfoseados por el batolito, y es posible que participen, en el conjunto, estas dos categorías.

La casi totalidad de la península Tierra de O'Higgins (Tierra de Graham) está constituída por las rocas del batolito andino, según se puede observar tanto en la costa oriental y occidental de la península, como también la Cadena Eternidad que está en el centro-sur de ella. Knowles clasifica los tipos petrográficos que integran este batolito, en la siguiente forma:

A.—Plutónicas:
1.—Granitos de hornblenda, granitos de biotita y granitos gráficos.
2.—Granodioritas de biotita.
3.—Dioritas cuarcíferas.
4.—Sienitas de nefelina.
5.—Gabros.
6.—Monzonitas de apatita.
B.—Rocas de diques:
1.—Pegmatitas.

(*) Los datos que consignamos a continuación son extractados de la publicación de P. H. KNOWLES, «Geology of Southern Palmer Península Antarctica». — Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. 89, N.° 1, 1945.

2.—Minetas.
3.—Diabasas.
4.—Diabasas de hiperstena.
5.—Basaltos de augita.
6.—Doleritas de olivina.
7.—Aplitas.
8.—Basaltos de enstatita.

Indudablemente, se han incluído entre las rocas de diques algunos miembros que no pertenecen al batolito, sino más bien a eruptivos terciarios y cuaternarios.

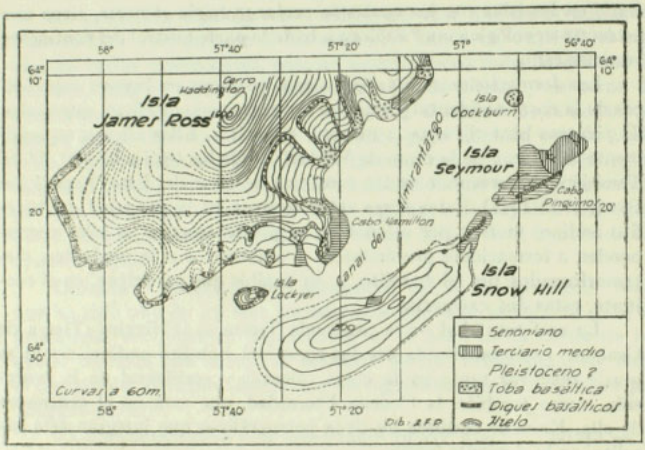


FIG. 15.—Croquis geológico de la isla Snow Hill y alrededores (según Nordensjöld).

En Tierra de O'Higgins, descansan sobre el basamento antiguo algunas capas mesozoicas plegadas, principalmente con rumbo NW, y ellas llevan en Bahía Hope (63° 15' S) una rica flora jurásica. Dichas capas consisten en conglomerados, areniscas con estratificación cruzada y pizarras lacustres. Formaciones análogas se encuentran en la costa S y SE de la isla Alejandro I, donde muestran inclinación escasa. Tal vez podría establecerse una correlación entre estas capas continentales jurásicas y las de Bahía Tekenika, al sur de Tierra del Fuego. De todos modos, ellas nos indican que prevaleció un régimen continental en la región antártica, a lo menos hasta el jurásico, y un clima medio con corrientes oceánicas relativamente cálidas.

En la isla Snow Hill aparecen, según Nordenskjöld, abundantes sedimentos fosilíferos cretáceos, y en Seymour ellos llevan una fauna terciaria inferior, que hace suponer condiciones algo cálidas.

A juzgar por estos datos, se encuentran en este sector las mismas formaciones que en el geosinclinal de Magallanes.

En la isla Lockburn, cerca de Snow Hill, Anderson encontró un conglomerado de 160 m. de espesor, que lo atribuye al plioceno.

El volcanismo moderno ha sido relativamente activo, especialmente en la isla Decepción, donde aparecen lavas de carácter neutro y ácido, como ser, basaltos de andesina, santorinita de tridimita, etc.

Bajo el punto de vista de la geología económica, en el territorio antártico no se ha encontrado hasta ahora nada de valor, pero no faltan las manifestaciones de minerales metálicos. La zona de mayor mineralización conocida está en el extremo SE de la isla Stonington, donde existe una zona piritosa brechizada, de 2,50 m. de potencia. La pirita lleva contenidos insignificantes de oro y plata. En las cercanías hay algunas venillas de molibdenita, de 6 mm. de espesor.

En cabo Eielson hay algo de calcopirita y oxidaciones de cobre en hornblendita. El hallazgo más importante realizado hasta ahora, es, sin embargo, el de un trozo de regulares dimensiones, constituído por malaquita y azurita, que se encontró en los rodados de la playa al pie del ventisquero cerca de Puerto Lockroy, en el canal Neumayer. En una morrena lateral se hallaron rodados de magnetita.

BIBLIOGRAFIA

BAYLE et COQUAND.—*Mémoire sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par M. Domeyko et sur les terrains auxquels ils appartiennent.* Mem. Soc. Geol., Sep. 2. 4, París, 1851-1852.

BAILEY WILLIS.—*Earthquake Conditions in Chili.* Carnegie Institution of Washington, 1929.

BIESE, A.—*La Distribución del Cretáceo Inferior al S. de Copiapó.* An. 1er. Congr. Pan. Ing. Min. y Geol., Santiago, 1942. T. II.

BRÜGGEN, J. *El Cretáceo de Algarrobo.* Anal. Univ. Chile. 1915. T. 136, p. 429-41.

BRÜGGEN, J.—*Grundzüge der Geologie und Lagerstättenkunde Chiles.* Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse der Heidelberger Akademic der Wissenschaften, 1934.

BRÜGGEN, J.—*Geología de las Guaneras de Chile.* Revista Chilena de Historia y Geografía. T. LXXXV, N.° 93, pág. 172, Santiago, 1939.

BRÜGGEN, J.—*Geología de la Puna de San Pedro de Atacama y sus formaciones de areniscas y arcillas rojas.* An. 1er. Cong. Pan. Ing. Min. y Geol., Santiago de Chile, 1942. T. II.

BRÜGGEN, J.—Los geisers de los volcanes del Tatio. Rev. Ch. Hist. y Geogr. Santiago, 1943.

BRÜGGEN, J.—*Contribución a la Geología Sísmica de Chile.* Santiago, 1944.

BRÜGGEN, J.—*El origen de las Aguas Minerales en Chile.* Revista Chilena de Historia y Geografía, Santiago, 1947.

BURCKHARDT, C.—*Profils geologiques transverseaux de la Cordillère Argentino-Chilena.* Anales Museo La Plata, II, 1900 (La Cordillera entre 34° y 36° L. S.).

BURCKHARDT, C.—*Coupe Géologique de la Cordillère entre Las Lajas et Curacautín.* Anal. Museo La Plata, III, 1900.

CALDENIUS, C.—*Las Glaciaciones Cuaternarias en la Patagonia y Tierra del*

Fuego. Dir. Gen. Min., Publ. N.° 95, Buenos Aires, 1932.

COMISIÓN GUBERNATIVA.—*Informe sobre los efectos del terremoto de 1939*. Anal. Inst. Ing. Ch. 1940. pgs. 376-95 y 434-46.

CONTRERAS, M. y RODRÍGUEZ, O.—*Termas de Chile*. Suplemento Revista En Viaje. Santiago, 1945.

DARWIN, CHARLES.—*Geología de la América Meridional*. Trad. Escuti Orrego. Santiago, 1906.

DOUGLAS, J. A.—*Geological Sections through the Andes of Perú and Bolivia*. The Quarterly Journal of the Geol. Soc. of London. Vol. LXX, N.° 277, Abr. 1914.

DUNBAR, C. and NEWELL, N. D.—*Early Permian Rocks of Southern Perú and Bolivia*. Am. Journ. Sci. 243, p. 218, 1945.

FELSCH, J.—*Informe Provisorio sobre las exploraciones geológicas de los alrededores de Carelmapu y de la Isla de Chiloé*. Bol. Soc. Nac. Min. Santiago, 1913. p. 97-103.

FELSCH, J.—*Las Pizarras Bituminosas de Lonquimay*. Bol. Soc. Nac. Min. 1915, Santiago, p. 498-509.

FELSCH, J.—*Informe Preliminar sobre los Reconocimientos Geológicos de los Yacimientos Petroleros en la Cordillera de la Provincia de Antofagasta*. Bol. Min. y Petr., T. III, N.° 29. Santiago, 1933.

FENNER, R. y VOGEL, E.—*Informe sobre los Yacimientos de Esquistos bituminosos de El Pular y Lonquimay*. Bol. Min. y Petróleo, T. V., N.° 53, Santiago, 1935.

FERUGLIO, E.—*Estudios geológicos y glaciológicos en la región del Lago Argentino*. Bol. Acad. Nac. de Ciencias., T. XXXVII, Entrega 1.ª, Córdoba (Rep. Arg.), 1944.

FLORES WILLIAMS, H.—*Geología de los yacimientos de Cobre y Oro de Chile*. An. 1er. Congr. Pan. Ing. y Geol., T. III, P. 1145. Santiago, 1942.

FLORES WILLIAMS, H.—*Antecedentes Geológicos sobre Minerales en Chile*. 3.ª Convención Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. Santiago, 1948.

FRITSCHE, C. H.—*La Geología de la Región comprendida entre los ríos Cautín, Cholchol y Quillén en la Prov. de Cautín*. Bol. Soc. Nac. Min. Santiago, 1921. p. 595-626.

FUENZALIDA VILLEGAS, H.—*Informe sobre fósiles de la zona Carbonífera*. Bol. Min. y Petr., T. VIII, N.° 79. Santiago, 1938.

FUENZALIDA VILLEGAS H.—*Algunos afloramientos paleozoicos de la desembocadura del Choapa*. Bol. Mus. Ha. Nat., T. XVIII., Santiago, 1940.

FUENZALIDA VILLEGAS, H.—*El Cerro Azul y el Volcán Quizapu*. Bol. Museo Nacional, T. XXI, Santiago, 1943.

FUENZALIDA VILLEGAS, H.—*Informe Geológico sobre la región del Río Puelo*. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, T. XXIII, 1946-1947. Santiago, 1947.

GERTH, E.—*La Estructura Geológica de la Cordillera Argentina entre el Río Grande y el Río Diamante, en el Sud de la Provincia de Mendoza*. Actas de la Acad. Nac. de Ciencias, T. X. p. 123 y sig., Buenos Aires, 1931.

GERTH.—*Geologie Süd-Amerikas*. Berlin, 1935.

GREVE, F.—*Sismicidad de Chile, durante los años 1942, 43, 44, 45 y 46*. Instituto Sismológico de la Universidad de Chile, Santiago, 1947.

GRIGGS, D. A.—*Theory of Mountain Building*. American Journal Sci., Vol. 237, N.° 9, 1939.

GROEBER, P.—*Líneas Fundamentales de la Geol. del Neuquén*. Bol. Dir. Gen. Min. Rep. Arg., Buenos Aires, 1929.

GUN-BAYER, F.—*Problemas de la Sismología*. Revista Universitaria. Publicaciones del Observatorio San Cristóbal, N.° 3, 1942, Santiago, p. 15-84.

GUTENBERG, B.—*Internal Constitution of the Earth*. New York, 1939.

HARRINGTON, H.—*Algunas consideraciones sobre el Sector Argentino del Geosinclinal de Samfrau*. Anales 1er. Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, T. II, Santiago, 1942.

HAUSEN, H.—*Zur Kenntnis der Magmengesteine der Chilenischen Atacama-Wüste, N*. Jahrh. Min. etc., B. 73-A. Berlín, 1937.

HEIM, A.—*Geological Observations in the Patagonian Cordillera*. Ecoglae Geological Helvetiae. Bol. 33, N.° 1, 1940.

HEMMER, A.—*Informe Geológico sobre el Terciario con esquistos bituminosos del Río Queuco, Prov. Bío-Bío*. Bol. Min. y Petr., T. V, N.° 48, Santiago, Julio de 1935.

HEMMER, A.—*Geología de los Terrenos Petrolíferos de Magallanes y las Exploraciones Realizadas*. Bol. Soc. Nac. Min. Santiago, 1935.

HEMMER, A. y BIANCHI, E.—*Informe Geológico-Minero de las minas de la Sociedad Aurífera de Ocoa*. Bol. de Minas y Petróleo, Enero de 1935, Santiago, T. V., N.° 42.

HOLLISTER.—*Geología de Magallanes*. Informe inédito, Santiago, 1944.

KRANCK, E. H.—*Geological Investigations in the Cordillera of Tierra del Fuego.* Acta Geographica 4, N.° 2, Helsinski, 1932.

LEANZA, A. F.—*Ammonites coralianos en el Jurásico de Chile.* Rev. Soc. Geol. Argentina. T. II. N.° 4. pg. 285. Buenos Aires, 1947.

LEANZA, A. F.—*Nota sobre la geología del Neuquén.* Notas del Museo de La Plata. T. XII, Geol. N.° 47, 1947.

MÖRICKE UND STEINMANN.—*Versteinerungen des Lias und Unter-Oolith von Chile.* N. Jahrb. für Min, etc., B. 9, Berlín. 1894.

MUÑOZ CRISTI, J.—*El distrito minero de Salamanca.* Bol. Min. y Petr., T. VI, N.° 62, Santiago, 1936.

MUÑOZ CRISTI, J.—*Observaciones petrográficas y mineralógicas en el distrito minero de Pichidegua.* Bol. Min. y Petr., T. VI, N.° 62, Santiago, 1936.

MUÑOZ CRISTI, J.—*Geología de la Región de Longotoma y Huaquén, en la provincia de Aconcagua.* Bol. Min. y Petr., T. VIII, N.° 81, Santiago, 1938.

MUÑOZ CRISTI, J.—*Rasgos Generales de la Constitución Geológica de la Cordillera de la Costa, especialmente en la Prov. de Coquimbo.* An. 1er. Congr. Pan. Ing. Min. y Geol., T. II, Santiago, 1942.

MUÑOZ CRISTI, J.—*Algunos problemas de la Geología Chilena.* An. 2.° Congr. Pan. Ing. Minas y Geología, Río Janeiro (En prensa).

MUÑOZ CRISTI, J.—*Estado Actual del Conocimiento Geológico de la Prov. de Arauco.* An. Fac. Ciencias Fís. y Mat. de la Univ. de Chile, Vol. 3, Santiago, 1946.

QUENSEL, P. D.—*Geologisch-Petrographische Studien in der Patagonischen Cordillera.* Bull. Geol. Inst. of Upsala, 1912.

QUENSEL, P. D.—*Die Geologie der Juan Fernandezinseln.* Bull, Geol. Inst. Upsala, XXX, Vol. II, 1912, p. 283.

RODRÍGUEZ M. y MUÑOZ CRISTI.—*Estudio Geológico-Económico de los Esquistos Betuminosos de Lonquimay.* Bol. Sociedad Nacional de Minería, Santiago, 1931.

RICH, J. L.—*Physiographic setting of the nitrate deposits of Tarapacá, Chile.* Econ. Geol. Vol. 37. N.° 3. 1942.

RECCIUS, J.—*Reservas carboníferas del país.* Bol. Soc. Min. N.° 543. Julio, 1945.

RUIZ, C.—*Posibilidades Mineras de Aysén.* Bol. Soc. de Ha. y Geografía. Santiago, 1946.

SEPÚLVEDA, C.—*Resultados de la nivelación de precisión de 1939.* Memorial Técnico Ejército de Chile. 1941. pg. 297.

SOLMSLAUBACH, H. u. STEINMANN, G.—*Das Auftreten una die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera, Chile.* N. Jahrb. Min., etc., B. B. 12., Berlín, 1899.

STEINMANN, DECKE und MÖRICKE.—*Das Alter und die Fauna der Quiriquina-Schichten.* N. Jahrb. Min., etc., B. B. 10, Berlín, 1896.

STEINMANN-MÖRICKE. — *Die Tertiärbildung des Nördlichen Chile und ihre Fauna.* N. Jahrb. Min., etc., B. B. X, Berlín, 1896.

STEINMANN und STEHN.—*Beiträge zur Kenntnis des Bathonien und Callorien in Süd-Amerika, ib.* B. B. 49. Berlín, 1923.

STEINMANN, G.—*Rhätische Floren und Landverbindungen auf der Südhalbkugel.* Geol. Rundschau, Bd. XI, 1921.

STONE e INGERSON.—*Algunos Volcanes del Sur de Chile.* Bol. Min. y Petr., 1934. Trad. de An. Journ. Sci., Octubre, 1934.

SYLVESTER.—*Estudio de la Mina Lirquén.* Memoria de Prueba inédita. Santiago, 1944.

TAVERA, J.—*Contribución al Estudio de la Estratigrafía y Paleontología de Arauco.* An. 1er. Congr. Pan. Ing. Min. y Geol., T. II, Santiago, 1942.

URÍZAR, A.—*Yacimientos de Sal Gema en la Provincia de Tarapacá.* Primer Congreso de Economía de Tarapacá y Antofagasta, 1943.

VILA, T.—*Recursos Minerales no-metálicos de Chile.* Santiago. 1936.

VILA, T.—*El Borato en Chile.* Santiago, 1937.

VILA, T.—*La Industria del Azufre en Chile.* Santiago, 1939.

VILA, T.—*La Industria Chilena de Fertilizantes.* Santiago. 1942.

WENZEL, O.—*Informe sobre las manifestaciones petrolíferas en la región de Pedernales.* Bol. Min. y Petr., N.os 86 y 87, Santiago, 1938.

WETZEL.—*Zur Erdgeschichte der mittleren Atacama.* N. Jahrb. Min., etc., B. B. 58, Berlín, 1927.

WILCKENS, O.—*Revision der Fauna der Quiriquina-Schichten.* N. Jahrb. f. Min., etc., B. B. 18, 1904.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

RESUMEN

Geología general

En la estructura geológica del territorio chileno participan formaciones, cuya edad va desde el precámbrico hasta el Cuaternario.

Las rocas más antiguas se suponen *precámbricas*, y se encuentran en una faja vecina a la costa, la cual es muy estrecha y discontinua en la región situada al N de Santiago, pero hacia el sur aumenta gradualmente en anchura, de modo que en la provincia de Valdivia llega hasta el pie de la cordillera andina. Ella termina en el golfo de Penas. Este complejo está constituído principalmente por micacitas y filitas, con algunas intercalaciones de rocas verdes actinolíticas.

El *Paleozoico* aparece solamente en la costa de la provincia de Coquimbo, con una repartición areal muy restringida, y está integrado por sedimentos marinos que, en su parte superior, pasan a continentales. Se pueden distinguir dos grupos, separados por una discordancia tectónica de gran importancia: uno inferior, fuertemente plegado, cuya edad va posiblemente desde el devónico al carbonífero, y otro superior, en posición monoclinal, de edad pérmica. Este último lleva en su base algunas camadas de tilita. Los sedimentos paleozoicos se depositaron probablemente en el geosinclinal que separaba las antiguas masas continentales de Brasilia y Patagonia, cuya existencia termina a fines del Paleozoico, por los movimientos tectónicos que dan origen al continente de Gondwana.

Durante el *triásico* inferior a medio, se produjeron importantes efusiones de queratófiros, cuyos restos se encuentran en algunas partes de la provincia de Atacama; y a comienzos del triásico superior, el mar invade nuevamente el continente, rellenando un amplio golfo, cuya costa oriental estaba al pie oriental de la cordillera andina, y la austral, posiblemente un poco más al sur de Concepción. Esta cuenca de sedimentación se denomina *Geosinclinal Andino*. Los materiales depositados en ellas se caracterizan por la abundancia de productos volcánicos, ya sean lavas o materiales piroclásticos, los cuales alternan con los sedimentos normales y provienen posiblemente de erupciones que tuvieron lugar en islas volcánicas antepuestas al continente, ya que las rocas volcánicas son mucho más abundantes en los perfiles correspondientes a la parte occidental.

En esta cuenca tuvieron lugar diversos avances y retrocesos del mar, provocados por movimientos tectónicos o por el relleno de ciertas áreas marinas con los materiales volcánicos. El retroceso definitivo se produjo durante el *cretáceo* medio, cuando se comienza a formar la *cordillera andina*.

En la parte austral, en *Magallanes*, tuvo lugar también una incursión del mar mesozoico, en la cuenca denominada *Geosinclinal de Magallanes*. Aquí, lo mismo que en el Geosinclinal Andino, ella fué precedida por el derrame de lavas ácidas, pero después sigue una sedimentación de arcillas y areniscas, que abarca desde el *jurásico* superior hasta el *oligoceno*, totalmente exentas de materias volcánicas. En el oligoceno, toda la cuenca pasa a ser un área positiva, por la formación de la *cordillera patagónica*, pero durante la vida de esta cuenca, se produjeron también otras fases de plegamientos, que avanzaban del poniente al oriente.

A consecuencia de los movimientos orogenéticos ocurridos durante el cretáceo medio, tanto en el centro de Chile como en la Patagonia, se produce la intrusión del *batolito andino*, el cual lleva tipos petrográficos muy diversos, que van desde granitos a gabros. A este batolito le hemos dado el nombre de diorita andina.

La masa continental, formada a consecuencia de movimientos que originan la cordillera andina, fué invadida por el mar repetidas veces desde el senoniano al eoceno, llegando hasta lugares cercanos a la ubicación de la costa actual, en el tramo comprendido entre las provincias de Valparaíso y Arauco. En el *mioceno*, el avance es aún mayor, y en ciertos momentos se establecieron conexiones marinas del Pacífico al Atlántico en la zona de Aysén. Pero durante el *plioceno* tienen lugar movimientos orogénicos muy importantes, que expulsan a las aguas a lugares cercanos a la costa actual y sueldan los diversos fragmentos de la cordillera andina, la cual toma desde entonces un carácter unitario. En esta misma época comienza a diseñarse la configuración orográfica del territorio chileno, la cual se acentúa durante el cuaternario.

En el *mioceno* existió una actividad volcánica intensa en el Norte Grande, y sus productos se engloban bajo el nombre de *formación liparítica*, la cual encierra lavas y piroclásticos de características petrográficas variables, entre traquidacitas y liparitas. Probablemente, en esta misma época ocurrieron en el centro de Chile efusiones de andesitas y basaltos.

El *volcanismo* iniciado en el mioceno se continúa, casi sin interrupción, hasta el Cuaternario, época en la cual se produce una intensa glaciación, repartida en dos o tres épocas, y la separación definitiva de la cordillera andina y la Cordillera de la Costa en algunas partes del territorio.

Yacimientos metalíferos

Probablemente debido a la intensa actividad eruptiva que ha persistido durante la mayor parte de la historia geológica del país, el territorio chileno encierra abundantes reservas de minerales metálicos, los cuales, bajo el punto de vista genético, están relacionados principalmente con la intrusión del batolito andino y con las intrusiones hipabisales de la formación liparítica.

Pero la repartición de los yacimientos no es uniforme a lo largo de todo el país, pues ellos se encuentran, en su casi totalidad, de Linares al norte, y especialmente entre las provincias de Rancagua y Antofagasta.

Un factor que ha contribuído poderosamente a determinar la explotabilidad de las minas es el clima árido, que favoreció los enriquecimientos secundarios en las partes superficiales de los depósitos.

El metal más abundante es el *cobre*, que se presenta en yacimientos porfíricos, vetas o mantos impregnados. Entre ellos, los más importantes, bajo el punto de vista de las reservas que encierran, son los primeros, como la mina de Chuquicamata; pero los más numerosos son las vetas, que siempre contienen cantidades de minerales relativamente modestas.

El *oro* se presenta en yacimientos in situ o en placeres. Los primeros, en la mayoría de los casos, son explotables solamente en las partes superficiales, gracias al enriquecimiento provocado por los agentes meteorizantes.

El *fierro* aparece en depósitos irregulares, que a veces alcanzan cubos de varias decenas de millones de toneladas, pero la mayoría de los yacimientos conocidos son de proporciones más modestas. Todos ellos están relacionados más o menos íntimamente con la intrusión del batolito andino.

La *plata* aparece casi siempre en depósitos ligados a algunos mantos sedimentarios de la formación porfirítica, generalmente a gran distancia del contacto con el

batolito. En ellos, lo mismo que en el cobre y oro, han desempeñado un papel muy importante los procesos de enriquecimiento secundario, de modo que la zona primaria es, por lo general, inexplotable.

De menor importancia son los depósitos de *manganeso, plomo, zinc, mercurio.* En cuanto a los demás metales comunes, salvo el estaño, aparecen todos, pero hasta ahora no se ha encontrado ningún yacimiento de importancia.

Los yacimientos no-metálicos

Entre estos yacimientos, los más importantes son los de *salitre,* que están repartidos en la Cordillera de la Costa y el Valle Central del Norte Grande, desde Zapiga hasta Taltal. Ellos se han originado por la cementación de materiales poco consolidados, como escombros de falda, arenas o rodados, con diversas sales, entre las cuales la más importante es el nitrato de sodio. Para explicar el origen de estas sales, se han formulado muchas teorías, pero hasta ahora ninguna goza de aceptación general.

Los depósitos de *azufre* son muy frecuentes en los volcanes modernos del Norte Grande, donde se los encuentra al estado nativo, impregnando tobas o rellenando grietas. Las cantidades existentes en estos yacimientos son considerables, pero su explotación se encuentra dificultada por las características petrográficas, que impiden una alta recuperación en los procesos mineralúrgicos, y por la distancia a la costa.

Los *boratos* aparecen en yacimientos muy abundantes en el Norte Grande, de preferencia en los salares o antiguos lagos de la alta cordillera. El mineral principal es la boronatro-calcita, que está mezclada con sal gema y yeso. Su origen estaría ligado a las vertientes termales.

Los depósitos de *fosfatos* son de dos clases: magmáticos y organogénicos. A los primeros pertenecen las *apatitas,* que se presentan en vetas y bolsones, generalmente en la cercanía de los yacimientos de fierro. Los segundos están representados por los *guanos,* que se clasifican en rojos y blancos, según su composición química, la cual depende de la edad geológica.

Las *calizas* son frecuentes en forma de mantos intercalados entre las capas de la formación porfirítica, desde Talca al norte, lo mismo que el yeso. Hacia el sur, los únicos depósitos importantes conocidos son los que existen en las islas de Diego de Almagro y algunas del archipiélago Madre de Dios, situadas en la Patagonia, al norte del Estrecho de Magallanes. Estas últimas aventajan por mucho a las anteriores, tanto por la cantidad, como por la calidad del material. Gran parte de estas calizas están transformadas en mármol.

La *sal gema* aparece en algunos yacimientos muy importantes en el Norte Grande, los cuales muchas veces contienen cantidades apreciables de sales potásicas.

De menor importancia que los anteriormente nombrados son los depósitos de *arcillas, cuarzo, pedernal, kieselgur, dolomita, asbesto, talco, sulfato de sodio, feldespato* y *grafito.*

Los yacimientos de combustibles

Entre éstos, los más importantes son los de carbón, pero las exploraciones petroleras están demostrando que hay espectativas bien fundadas para que este combustible adquiera una importancia considerable en el futuro.

Los principales mantos de *carbón* están ubicados dentro de las formaciones eocenas de las provincias de Arauco y Concepción. Los del resto del país tienen una importancia muy subordinada. En los campos carboníferos se encuentran generalmente uno a tres mantos explotables, con potencias que oscilan entre 0,60 y 1,60 m.

Hasta ahora, el único *yacimiento petrolífero* reconocido es el de Manantiales, en la parte oriental de Tierra del Fuego, donde el petróleo está dentro de areniscas pertenecientes al cretáceo inferior, a la profundidad de más o menos 2.200 metros. Como esta formación tiene una amplia propagación en dicha isla, es probable que se encuentren otros yacimientos análogos. Otras áreas de posibilidades petrolíferas en el territorio de Magallanes son: península Brunswick, isla Riesco y la parte continental de la Patagonia extra-andina.

Se conocen indicios petrolíferos en otras partes del país, pero sus condiciones estratigráficas y tectónicas son poco favorables.

Esquistos bituminosos de baja calidad se encuentran en la cordillera andina de las provincias de Cautín y Antofagasta.

Aguas minerales

En Chile abundan las aguas minerales, especialmente en la cordillera andina y en su pie occidental. Ellas están relacionadas, genéticamente, con la tectónica y el volcanismo modernos.

Sismología

Chile es un país de alta sismicidad, tanto bajo el punto de vista de la frecuencia de los temblores, como de su intensidad, pues en varias ocasiones el país se ha visto asolado por terremotos altamente destructores, que han provocado la muerte de millares de personas. No existe, sin embargo, una relación marcada entre la frecuencia y la intensidad de los terremotos. Entre 1942 y 1946, el total de sismos sentidos por el hombre llegó a 2.421, lo que da un promedio de 1,38 diarios.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

CAPÍTULO IV

CLIMA

La posición y el modelado son los dos hechos esenciales que explican las características climáticas de nuestro país. Como se ha tenido oportunidad de verlo en los capítulos precedentes, ambos factores son muy variados para Chile, y, en consecuencia, en él debiéramos encontrar una gran variedad de climas. Esto es verdad en cierto modo, pero la gama climática se ve restringida por las influencias atemperantes del mar, en primer lugar, pues en todas partes no deja de estar cerca aún de los sitios más interiores del país; por la existencia de una corriente fría que recorre el litoral, produciendo un enfriamiento desde los 40° de Lat. S. hacia el norte; y por la acción moderadora de los vientos, que, a lo largo del territorio, se conjugan convenientemente para dulcificar las características térmicas de los extremos. Por otra parte, se encuentra en abierta oposición a esta influencia moderadora del mar, la extraordinaria variación que ofrecen las precipitaciones.

En lo referente a las temperaturas, es instructivo citar las siguientes observaciones de Elías Almeyda, que son interesantes: «A pesar de su enorme longitud, en nuestro país hay poca diferencia entre las temperaturas (1) de los extremos. Esto se debe a que al N de Valdivia dominan los vientos frescos del SW, que producen en la mitad norte de Chile un clima mucho más templado que el de otros países situados a igual distancia del Ecuador; Iquique, por ejemplo, está más al norte que Río de Janeiro, y jamás tiene, ni en verano, ni en invierno, los calores de ella. Por el contrario, en el S dominan los vientos del W, y en invierno abundan los tibios del NW, de modo que, mientras los primeros no pueden bajar la temperatura, por venir de regiones de igual calor, los últimos la elevan, haciendo los inviernos menos fríos de lo que debieran

(1) Almeyda dice aquí «el clima», pero, evidentemente, se refiere solamente a las temperaturas.

ser. En Punta Arenas, única ciudad de Chile en donde es común la nieve, hace tanto frío como en París o en Londres y mucho menos que en Berlín o Nueva York».

Por su posición, Chile se extiende entre los 17° y los 56° de Lat. S, si por el momento no consideramos la Antártida, y en este desarrollo latitudinal debiéramos encontrar desde los climas subecuatoriales hasta los climas fríos. En realidad, los primeros están burlados por el desarrollo del desierto, impuesto en esta parte del mundo, en primer lugar, por un hecho cósmico, y en segundo, por la presencia de la corriente fría, de Humboldt o del Perú, que hace a la atmósfera directamente en contacto con las aguas, muy poco capaz de humedad atmosférica. Por otra parte, en estas regiones septentrionales existe una evidente inversión de las temperaturas, de tal modo que el aire, al penetrar al interior, muchas veces, en vez de enfriarse, se calienta y, en consecuencia, se aleja de su punto de saturación.

Tiene importancia también el hecho de que nuestro país se desarrolle en la vertiente occidental del continente. Las costas occidentales, en general, son mucho más frescas que las orientales en las bajas latitudes y más calientes en las altas.

Si estos factores trabajan para amenguar las oposiciones térmicas que es posible advertir en el territorio chileno, el relieve trabaja para diversificarlas. De Santiago al norte, como tendremos ocasión de observarlo, el papel del relieve como agente provocador de contrastes se ve atenuado por la inversión térmica de que hemos hablado anteriormente y la cual estudiaremos con alguna extensión más adelante.

En todo caso, puede aceptarse, como una observación general, el atemperamiento de los valores termométricos. La acción combinada de los vientos y de la corriente de Humboldt, y la influencia del mar, trabajan de consuno para provocar este resultado. Las temperaturas del norte son más bajas de lo que les correspondiera por su latitud; y las del sur, más elevadas, debido a que el mar, desde Valdivia al norte, en un ancho variable, presenta temperaturas excepcionalmente bajas. (Véase el cuadro que sigue).

De esta manera, para comprender bien el clima de Chile, es indispensable dar previamente algunas ideas sobre la corriente fría de Humboldt, que es el agente principal de esta acción térmica moderadora.

Aguas frías, con relación al océano vecino, dotadas de un movimiento de sur a norte, se observan a lo largo de la costa suramericana, solamente desde los 40° de Lat. hacia el ecuador. La fuente de estas aguas es, incuestionablemente, la corriente antártica, que se origina por el movimiento general de los vientos del oeste en las altas latitudes. Este movimiento de aguas corresponde, pues, a un efecto de arrastre

Temperaturas medias de los paralelos en el Hemisferio Sur, comparadas con las temperaturas de estaciones chilenas.

N.°	HEM. SUR ° LAT.	TEMPERATURA DEL PARALELO	TEMP. DE LA ESTACIÓN	ESTACIONES	LAT. DE LAS ESTACIONES	ANOMALÍA TÉRMICA
	Ecuador	26,3°	—			
	10°	25,5°	19,0°	Lima	12°	—6,5°
			19,3°	Arica	18° 28′	
1	20°	23°	18,2°	Iquique	20° 12′	— 4,8°
			17,0°	Antofagasta	23° 39′	
			17,4°	Taltal	25° 26′	
			16,1°	Caldera	27° 03′	
2	30°	18,4°	14,7°	Pta. Tortuga	29° 55′	— 3,7°
			14,1°	Zapallar	32° 22′	
			12,8°	Pta. Carranza	35° 36′	
			13,4°	Pta. Lavapié	37° 08′	
3	40°	11,9°	11,7°	Valdivia	39° 48′	— 0,2°
			11,5°	Pta. Galera	40° 01′	
			8,0°	Cabo Raper	46° 30′	
4	50°	5,4°	6,5°	Islas Evangelistas	52° 24′	+ 1,1°
			6,1°	Cabo San Isidro	53° 47′	
5	60°	— 3,2°	—			
6	70°	— 12,0°	—			
7	80°	— 20,6°	—			
8	90°	— 25,0°	—			

Anomalías térmicas negativas.

Anomalías térmicas positivas.

Las temperaturas de los paralelos se han tomado de Hahn u. Suring: Leipzig 1926.

ocasionado por los vientos de travesía, como los llama nuestro pueblo, los «bravos vientos del oeste» (westerlies, de los autores de lengua inglesa), el cual, al chocar con el continente suramericano, sufre una desviación hacia el norte, y empieza a moverse junto al litoral como corriente organizada de sur a norte. Es a partir de los 40° de Lat. solamente, cuando la diferencia en la temperatura de las aguas y la temperatura que corresponde por la latitud empieza a manifestarse, produciendo modificaciones en el clima litoráneo. Murphy considera que este papel sólo puede reconocerse a partir de la isla Mocha. Desde este punto hacia al norte, también la pérdida de fuerza y frecuencia de los vientos del oeste permite reconocer claramente el movimiento de las aguas, en tanto que hacia el sur éste se ve enmascarado por la deriva superficial determinada por la constante acción de los vientos dominantes.

Las modificaciones climáticas van siendo cada vez más efectivas a medida que se avanza hacia las latitudes más bajas. Mientras Lima tiene una temperatura inferior en 6,5° a la que, teóricamente, le correspondería por su latitud, la diferencia es en Iquique de sólo 4,8° y en Coquimbo de 1,5°. Esta acción refrigerante, según varios autores, especialmente Murphy, corresponde más a movimientos ascendentes de agua profunda y, en consecuencia, fría, que al transporte de aguas de latitudes elevadas. Este mismo autor llama la atención al hecho de que, en este caso, entiende por corriente de Humboldt, las aguas anormalmente frías que se encuentran en la vecindad inmediata del continente, sin hacer hincapié en las que se encuentran a mayor distancia de la costa, y las cuales, posiblemente, corresponden al movimiento de aguas transportadas. Estas últimas tienen un rol geofísico muy inferior al de las primeras. La causa que determina este movimiento ascendente de aguas frías y profundas no se ve con claridad hasta el momento. Schott, haciendo extensivo a la corriente de Humboldt lo que había observado en la de Benguela, supone que son los vientos del S y del SE (alisios) los culpables de la surgencia. Sin embargo, Almeyda Arroyo ha probado que estos vientos no existen en la costa chilena. Es muy posible, pues, que tengamos que buscar otros hechos para dar cuenta satisfactoria de un fenómeno de tanta trascendencia (1).

No conocemos bien las características de la corriente frente a la costa chilena, pues no ha sido estudiada con detención entre nosotros. Es muy probable, sin embargo, que su velocidad no sea superior a 2 o 3 millas por hora y su ancho no superior a unas 200 millas. Lo que importa recordar es su papel moderador de las temperaturas y su acción inhibitoria respecto de las lluvias.

A la corriente de Humboldt, pues, debemos atribuir un papel muy importante en la explicación de las características climáticas de Chile. Por una parte, inhibe las precipitaciones, según el mecanismo que reseñamos oportunamente, y, por otra, atempera los valores del termómetro en los extremos del país. Gracias a esto, todo Chile, en lo que se refiere a sus temperaturas, no escapa a los márgenes de los climas templados. En su extremo norte, Arica ofrece un promedio térmico de 19,5° y en su extremo sur, Punta Arenas, todavía tiene 6,6°, como promedios térmicos anuales. Tiene Chile, pues, una clara homogeneidad térmica. Escapan a estos márgenes sólo algunas islas del extremo sur y las cumbres de las altas montañas, en donde encontramos climas polares, por el descenso de la temperatura con la altura.

La misma corriente de Humboldt, que es causa principal en los hechos que hemos reseñado anteriormente, es la culpable, en cambio,

(1) En el capítulo sobre recursos del mar, se aborda esta materia con mayores detalles, y el lector encontrará en él informaciones más completas acerca de este problema.

de que las lluvias presenten oposiciones de considerable amplitud. Ellas hacen de nuestro país, un ejemplo de extrema variabilidad en este sentido. Mientras en el norte las precipitaciones son prácticamente inexistentes, al sur de 40° de Lat. encontramos los máximos de pluviosidad que conocemos en las costas al nivel del mar en la zona templada: más de dos metros de precipitaciones, como promedio anual. En las laderas andinas ellas suben, probablemente, en muchas partes, a 8 ó 10 metros.

Según como se presenten las temperaturas, el modo como se conjuguen con los valores pluviométricos, con la humedad relativa, con la evaporación, con la luminosidad, etc. se presentarán cuadros climáticos diferentes, que impiden hablar para nuestro territorio de *un clima*. Desde el clima de desierto, con su gran sequedad atmosférica, su carencia absoluta de lluvias, sus excesos térmicos; hasta el clima frío, homogéneo y lluvioso, de las islas del sur, hay una amplia gama, numerosos de cuyos representantes los encontraremos desarrollados en nuestro país.

En el estudio que se va a hacer a continuación se abordarán los diferentes temas conforme al siguiente orden:

I.—Los elementos del clima:

1.—Las temperaturas: valores y distribución.

2.—Las presiones y los vientos: valores y distribución; centros de acción atmosférica; masas de aire; frentes, frontogénesis.

3.—Las precipitaciones: valores y distribución; regímenes pluviométricos.

II.—Climatología descriptiva: clasificación, descripcion de los diferentes climas que es posible reconocer en el territorio.

I.—*Los elementos del clima*

1. *La temperatura.*—Gracias a los factores mencionados anteriormente, Chile es un país bastante homogéneo en lo que se refiere a sus temperaturas. En un mapa de isotermas anuales (1), puede advertirse cómo las curvas de igual temperatura sufren una profunda inflexión hacia el ecuador en el continente suramericano, al avecinarse a la costa del Pacífico, desde los 45° Lat. hacia el norte; de esta manera, la isoterma de 20° no corta la costa chilena en ninguna parte, sino que ella penetra al Pacífico por el norte del Perú En este sencillo hecho se pone de manifiesto la influencia preponderante de la corriente de Humboldt, que, como se ha explicado anteriormente, re-

(1) Las temperaturas señaladas en los mapas que se acompañan están reducidas al nivel del mar, o sea, se ha descartado la influencia de la altitud.

baja notablemente la temperatura de todo este sector del continente, con relación a la latitud. Las isotermas que es posible trazar en el extremo terminal del continente, en cambio, presentan una inflexión notablemente atenuada, y aun inversa.

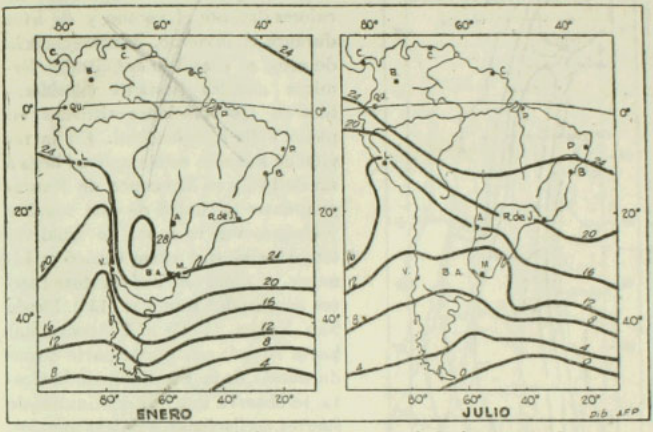


FIG. 16.—Isotermas de los meses extremos de la América del Sur.

Almeyda ha dibujado un mapa de isotermas anuales para el extremo norte de nuestro país. En él pueden verse magnificados los hechos a que nos hemos referido. Se advierte que por el litoral es posible trazar una isoterma de 17°, la cual corre sensiblemente paralela al trazado de la costa, abriéndose suavemente hacia el Pacífico desde Chañaral hasta la península de Mejillones. La de 18°, que pasa al interior de Copiapó, por el sur, sale cerca de Iquique al Pacífico, y la de 19°, sensiblemente paralela a la anterior, sale al océano al sur de Arica, es decir, casi en el extremo terminal de nuestro territorio. La existencia del desierto y de la masa terrestre desnuda que existe al interior, explica el trazado de la isoterma de 20°, que aparece demarcando exactamente el área interior desértica.

Mucho más interesante que las isotermas anuales son las trazadas para los meses extremos: Enero y Julio. Isotermas de esta clase han sido dibujadas también por el autor mencionado. En estos mapas se advierte que a lo largo del territorio las isotermas corren orientadas de norte a sur, de tal manera que el aumento de la latitud tiene modesta trascendencia para el descenso de la temperatura. Fuera de este he-

cho, se advierte que la masa terrestre de la Cordillera de la Costa, tiene una importancia geofísica considerable, puesto que impide una propagación más efectiva de la influencia del mar hacia el interior del país.

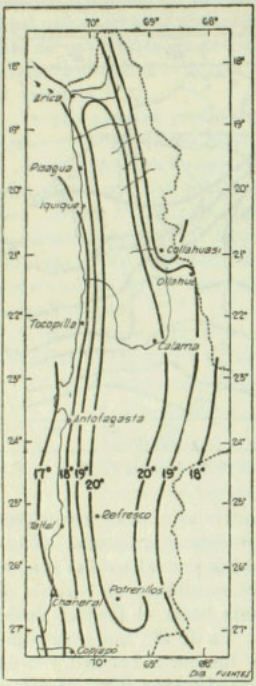


FIG. 17.—Isotermas anuales en el Norte Grande (según Almeyda Arroyo).

Así se observa en la Fig. 18 que el Valle Longitudinal es una zona de calores durante el verano y de fríos durante el invierno. A consecuencia de esto, se observan amplitudes térmicas anuales bastante considerables en las estaciones situadas en pleno Valle Longitudinal. En la región de Batuco, esta amplitud llega a ser de 14°, y en la cuenca de Rancagua, entre la ciudad de este nombre y Rengo, vuelve a ser de igual valor. Más al sur, entre Curicó y Linares, se observan nuevamente fuertes amplitudes térmicas (13°). Desde San Felipe (Valle del Aconcagua) hasta Angol, así, por la parte situada detrás de la Cordillera de la Costa, se observa una faja continuada de fuertes oscilaciones térmicas anuales.

Es en esta parte de Chile donde se observa una concentración de vida más notable, y oportunamente tendremos que tener muy presente en el espíritu este hecho físico, si deseamos entender bien nuestro país. Más al sur (véase la Fig. 19), el papel de biombo de la Cordillera de la Costa disminuye notablemente, debido a la atenuación de su importancia como relieve maestro y a que, continuamente, se abre hacia el mar, para dejar salida a los ríos. Por estas depresiones penetra la influencia marina hacia el interior. Solamente entre San José de la Mariquina y Osorno vuelven a presentarse hechos de la misma categoría.

El papel que al norte juega la Cordillera de la Costa, lo hace más al sur la Cordillera de los Andes para las regiones trasandinas. De este modo, mientras toda la vertiente occidental de la montaña recibe directamente la influencia del mar y domina en ella una gran homogeneidad térmica, las pendientes orientales y las regiones subandinas vecinas

presentan oposiciones enérgicas entre el invierno y el verano. Cuando Chile logra extenderse sobre estas regiones trascordilleranas, pues, vamos a observar fuertes oposiciones y amplitudes térmicas considerables. Coyhaique nos procura un ejemplo a este respecto, cuyo clima

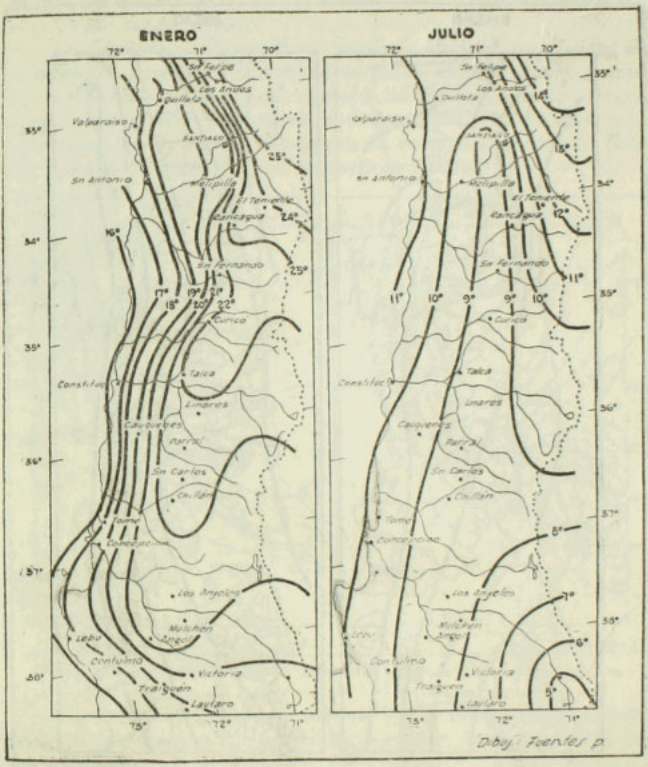


FIG. 18. — Isotermas de Enero y Julio en el Valle Central y en la Araucanía (según Almeyda Arroyo).

conocemos gracias a las observaciones, proseguidas durante diez años por A. Schadebrodt (en Coyhaique Bajo). Por ellas se advierte que la oposición térmica entre Enero y Julio sube a valores semejantes a los señalados anteriormente (13°). A estas amplitudes fuertes debemos

agregar oposiciones absolutas considerables. Coyhaique tiene un máximum absoluto de 34° y un mínimum de — 19°, es decir, hay una oscilación absoluta del termómetro de 53° centígrados. En el departamento de Ultima Esperanza, hacia Río Zamora, se observan suguramente

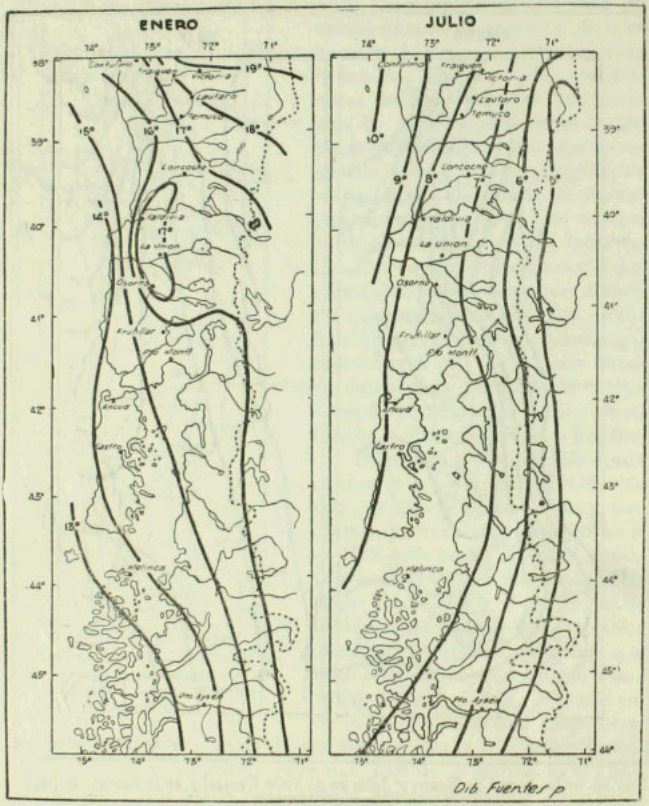


FIG. 19.—Isotermas de Enero y Julio en la parte austral del Valle Longitudinal (según Almeyda).

hechos semejantes. Para este sector, en un mapa de isotermas debido a Almeyda, resultan curvas de isoamplitud de 17° (Fig. 20).

Los hechos revisados anteriormente se pueden resumir en las siguientes observaciones generales:

1.—Chile es un país de considerable homogeneidad térmica, a pesar de su extraordinario desarrollo en latitud. Entre Arica y el cabo de Hornos hay una diferencia de 15°, aunque ambas estaciones quedan separadas por 38° de latitud;

2.—Gracias a su angostura, en ninguna parte la continentalidad se manifiesta con rigor, a pesar de que en las depresiones situadas detrás de los relieves que dificultan el acceso de las influencias marinas, logra acusarse con nitidez. En la única parte donde ésta adquiere caracteres apreciables, es en algunos sectores de la Patagonia trasandina, pero allí Chile alcanza sólo un débil desarrollo territorial;

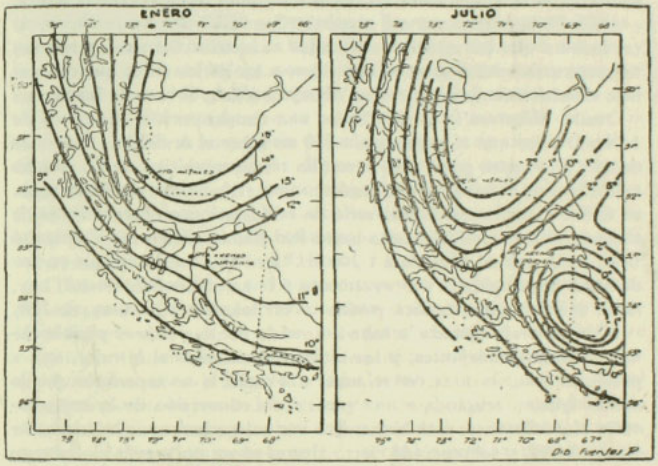


FIG. 20.—Isotermas de Enero y Julio en Magallanes (según Almeyda).

3.—Gracias a la influencia del mar y a la disposición del relieve, las isotermas se orientan en sentido norte-sur, haciendo posible los hechos anotados en el N.° 1;

4.—La presencia de una corriente fría costera y la influencia conjugada de los vientos, hacen posible que la costa chilena, en general, tenga temperaturas inferiores a las que le corresponden por su latitud; y

5.— La orientación de los relieves en el sentido longitudinal, por su parte, hace posible el desarrollo de amplitudes térmicas anuales que, sin ser excesivas, le dan carácter al clima del interior.

Fuera de las isotermas al nivel del mar de que hemos hablado anteriormente, pueden trazarse isotermas reales, que van a dar cuenta de la efectiva distribución de las temperaturas sobre la superficie del país. Isotermas de esta naturaleza no han sido trazadas para Chile, a pesar de su innegable interés para la agricultura.

Es sabido que la temperatura disminuye con la altura a razón de 0,56° C. por cada 100 m. (1° por cada 180 m., como prefieren decir otros autores). Este valor de la disminución de la temperatura con la altura es el que se usa sistemáticamente para corregir los datos del termómetro en el trazado de los mapas de isotermas; pero es sabido que el gradiente térmico no es igual para todos los puntos de la tierra, por lo menos en las capas inferiores de la atmósfera, y aún que hay puntos en los cuales la temperatura, en vez de disminuir, aumenta con la altura.

En Chile parece que así sucede en los valles del Norte Chico, de tal manera que las estaciones situadas al interior del país, presentan temperaturas medias anuales superiores a las de los sitios que conocemos climáticamente en la costa. Almeyda señala el caso de La Serena y Ovalle. Mientras la primera tiene una temperatura media anual de 14,4°, Ovalle, que se encuentra a 250 m. sobre el n. del m., tiene más de 15°. Hay aquí, pues, una anomalía térmica positiva de 2°. Mucho más claro se observaría este fenómeno en el valle del río Aconcagua, en donde disponemos de una serie de estaciones con observaciones de temperatura, desde Valparaíso hasta Río Blanco. Mientras Valparaíso tiene 14,5°, Jahuel, situada a 1.200 m., tiene 15,7°, esto es, que en vez de haber disminuído la temperatura en 6,7° ha aumentado en 1,2; hay, pues, una anomalía térmica positiva, con relación a la costa, de 7,9°.

En general, en toda la mitad norte de nuestro país es posible observar hechos semejantes, y las estaciones situadas al interior, van a presentar temperaturas, con relación a la costa, si no superiores, por lo menos iguales, acusándose una generalizada inversión de la temperatura. Naturalmente, este hecho está limitado a las capas inferiores de la atmósfera, y sobrepasada cierta altura, se va a observar el descenso normal de la temperatura con la altura.

Posiblemente tengamos que atribuir este hecho a la influencia de la corriente de Humboldt. Según Almeyda, en la parte baja de la atmósfera se produce una capa de aire frío, por contacto con aguas anormalmente frías (corriente de Humboldt). Esta capa de aire adquiere una estabilidad relativa, puesto que se enfría por abajo, y, al mismo tiempo, un estado higrométrico que la acerca a la saturación. Debido a su estabilidad, no favorece los fenómenos de turbulencia, permanece estancada y no se mezcla con el aire del oeste, el cual prácticamente se desliza sobre ella. La capa fría inferior presenta numerosas nieblas, que provocan un mayor enfriamiento por irradiación, en tanto que la capa

superior aparece transparente. El espesor de esta capa estancada es muy considerable hacia el norte y disminuye hacia el sur. En consecuencia, podremos concebir así la inversión fuerte de temperatura que encontramos en las regiones meridionales del Norte Chico y la menor inversión de las partes septentrionales.

En el resto del país, la disminución de la temperatura con la altura se realiza sin anormalidades, y observaremos que el promedio de las estaciones de la costa es superior, en relación con el promedio de las del interior del país.

Desde el punto de vista térmico, la otra observación general importante que debemos hacer, es la existencia de una fuerte amplitud diaria en muchos sitios del país. Es muy natural que esta amplitud sea grande en el norte, en donde un clima de desierto deja libre juego a la irradiación y a la insolación, provocando fuertes temperaturas diarias y temperaturas nocturnas muy bajas. La extrema sequedad del aire y la limpidez de la atmósfera, son factores que explican suficientemente este hecho. Pero, indudablemente, es una curiosidad encontrar fluctuaciones fuertes del termómetro en localidades situadas a 33° de Lat. S, en donde el desierto ha perdido ya todo su vigor y domina, en cambio, un clima de tipo mediterráneo. Ellas se presentan con caracteres más marcados en el valle del Aconcagua, entre Llay-Llay y Los Andes. En el verano, la amplitud diaria tiene valores superiores a 20°; y en invierno, superiores a 14°. En Santiago, esta oscilación es de 18°, es decir, muy poco inferior a la de San Felipe.

Esta amplitud de la oscilación diaria, que impide la existencia de períodos prolongados de calor o frío, debe explicarse por la influencia de la cordillera andina. Casi todos los puntos en que se acusa bien, se encuentran situados en las depresiones intermedias del país, hasta donde tiene libre acceso el aire de la alta montaña. En el curso del día, el recalentamiento mayor de los cerros crea movimientos ascendentes de aire, que originan hermosas nubes sobre la cordillera durante los meses caniculares. En el curso de la noche, su rápido enfriamiento hace que corrientes descendentes bajen de la montaña al valle. Estos movimientos descendentes de masas de aire montañesas, combinados con períodos de enfriamiento, disuelve las nubes en las primeras horas de la anochecida y trae el aire fresco de la montaña a la depresión intermedia.

Las heladas.—Si prescindimos de las cordilleras, donde, a partir de cierta altitud, las heladas ocurren diariamente e impiden los cultivos, estas suelen presentarse en las partes centrales del país; pero sólo en la región austral se hacen sentir también en la costa. Santiago tiene, en promedio, 11 días con heladas al año; Curicó, 20; Temuco, 19. Las de invierno suelen producir escasos daños, pero

no así las de primavera. En la región de Santiago, por ejemplo, se considera como fecha más temprana para realizar ciertos cultivos, el 1.° de Noviembre, pues antes de esta fecha el agricultor corre el riesgo de perder la cosecha, debido a su influencia. Con todo, los perjuicios que ocasionan en Chile son muy inferiores a los conocidos en otros países, pero excepcionalmente suelen afectar regiones extensas, en forma grave. El campesino suele reducir sus daños, regando con profusión y produciendo neblinas artificiales, mediante humazones, para impedir el fuerte enfriamiento nocturno y el rápido recalentamiento matinal.

2. *Las presiones y los vientos.*—Debido a su gran longitud, encontramos que nuestro país presenta una notable oposición bárica entre su extremo norte y su extremo sur. Miguel Wittaker ha estudiado la distribución de las presiones en Chile a lo largo de un meridiano, en los diversos meses del año, y ha puesto de manifiesto el juego que resulta del desplazamiento de las latitudes de Ross. Como es sabido, ellas se mueven entre los 30 y los 40 grados de latitud. Estas latitudes (Horse - Latitudes de otros autores) representan altas subtropicales. En el Océano Pacífico aparecen como una faja contínua, emplazada entre los 30 y los 40° de Lat., pero ellas se interrumpen a cierta distancia del continente suramericano, y las isóbaras se organizan tangencialmente, en relación a él. Esas altas presiones dan origen a los vientos del W, del SW y del NW, según sea el punto de la costa que consideremos, todos los cuales afectan al clima.

En los gráficos de la Fig. 21 puede advertirse la distribución meridional de las presiones en Chile, durante los meses extremos del año.

Las altas subtropicales se combinan con las bajas subpolares, que se emplazan más o menos a los 60° de Lat. Es el juego de la faja de altas presiones con el de la de bajas que acabamos de mencionar, el que determina la oposición bárica que se mencionó al principio. Al contrario de la primera, esta última aparece como una faja continua, puesto que en esas latitudes no existe la influencia del continente.

Este sencillo esquema de la distribución de las presiones se complica por la existencia de una baja accesoria y temporal que se instala sobre el continente en los meses del verano al otro lado de la Cordillera de los Andes. Ocasionalmente puede invadir nuestro territorio. Recibe el nombre de Baja Térmica Estacional. (Fig. 22).

Desde el punto de vista del tiempo, no hay duda que el hecho más importante es la influencia que tiene para nuestro país, el juego del frente polar. El aire cálido de origen intertropical choca aquí con el aire frío de origen polar, produciéndose una zona de conflicto, en la cual las precipitaciones son muy abundantes, al mismo tiempo que se generan perturbaciones atmosféricas que tienden a desplazarse hacia

el E, acarreando modificaciones en el estado del tiempo. Los mapas de la Fig. 23 muestran la posición de esos frentes en los meses extremos del año. Los centros de bajas, o áreas ciclonales, se mueven con una dirección general noroeste-sureste. La posición del frente varía en el

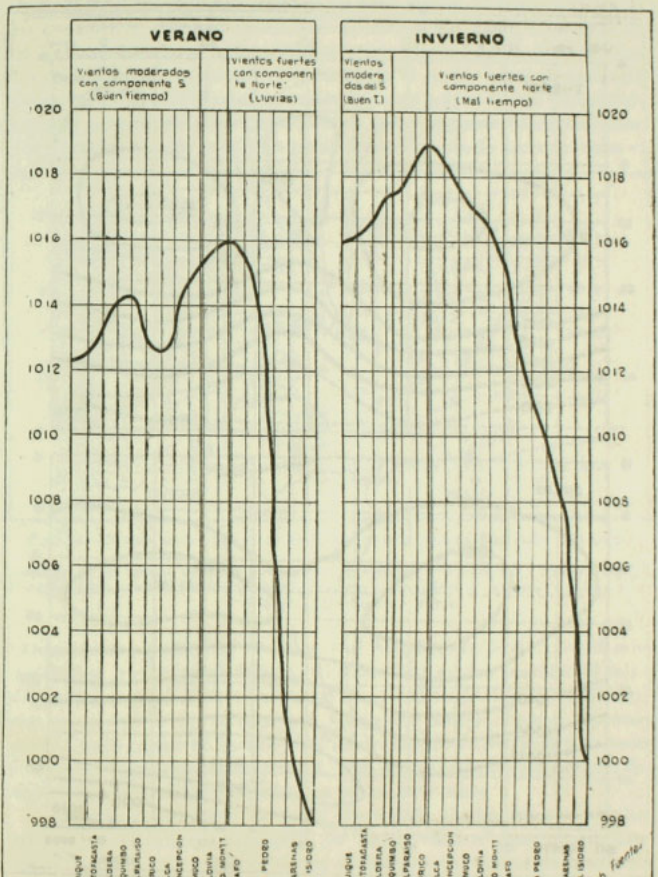


FIG. 21.—Distribución meridional de las presiones, en milibares (según Wittaker).

curso del año, desplazándose levemente hacia el norte o hacia el sur. En todo caso, viene a apoyarse sobre el continente suramericano más o menos en la latitud del golfo del Corcovado. Durante el invierno se desarrolla con una dirección sureste-noroeste y durante los meses de

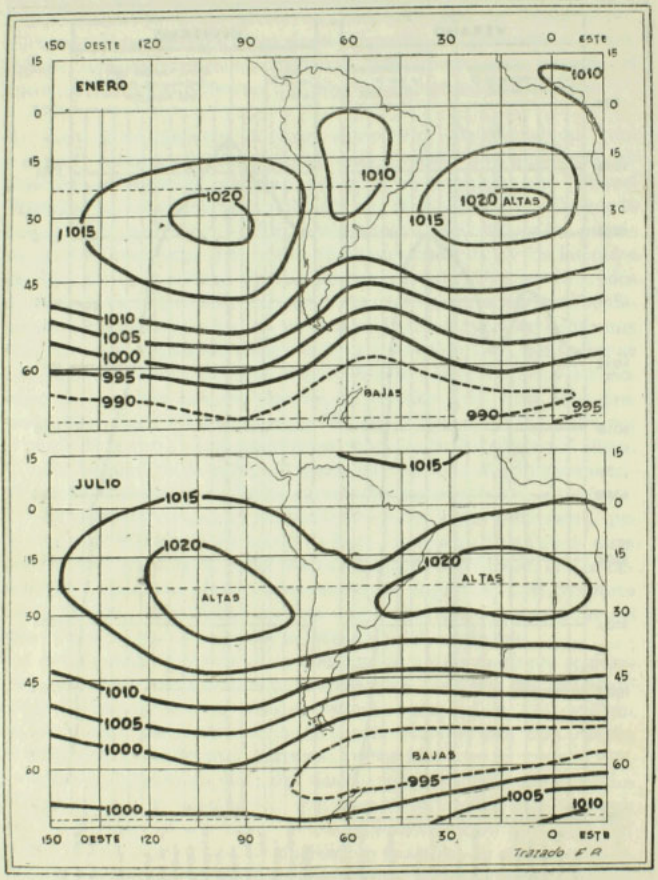


FIG. 22.—Isóbaras del hemisferio austral en Enero y Julio, en milibares (según Haurwitz y Austin)

verano con una dirección este-oeste. Al parecer, después de pasar varias depresiones barométricas, que van a sufrir oclusión final en las regiones del mar de Weddel, se presenta un centro anticiclonal, que se desplaza, en cambio, desde el sur hacia el norte. Estas altas barométricas tienen dos caminos posibles: o bien siguen la costa occidental del continente, creando invasiones de aire polar, hasta disolverse en las regiones intertropicales; o bien avanzan por las llanuras orientales, desarrollando su trayectoria a lo largo de la costa, hasta desaparecer en las vecindades del Ecuador, en donde crean golpes de frío (friagems). Estos dos caminos principales pueden sufrir algunas modificaciones. Por ejemplo, el aire marítimo polar inestable, puede recorrer todo el

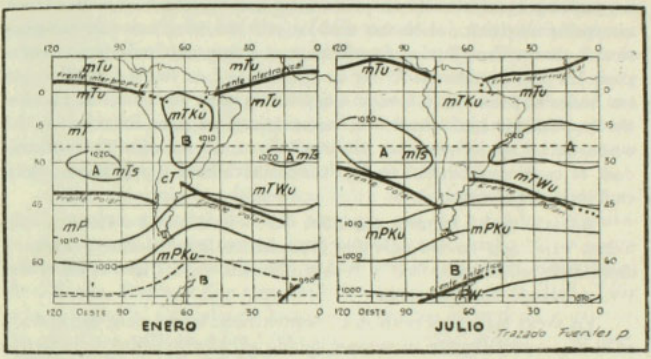


FIG. 23.—Masas aéreas y frentes en Enero y Julio (según Haurwitz y Austin.)

Símbolos de las masas de aire: T = tropical; P = polar; m = marítimo; c = continental; W = más cálido que la superficie; K = más frío que la superficie; s = estable; u = inestable; A = altas; B = bajas.

litoral chileno y penetrar finalmente al Altiplano de Bolivia, en donde desaparece por contaminación y oclusión. Esta es una posibilidad relativamente rara. Por otra parte, las áreas anticiclonales del Atlántico, pueden desviarse de la ruta que reseñamos anteriormente, penetrar por el Chaco argentino hacia el interior del Brasil, en donde se disuelven en la gran baja estacional térmica, que allí se instala como centro de acción semipermanente durante los meses de verano.

El juego combinado de estos centros de acción fijos y móviles origina las condiciones climáticas que caracterizan a nuestro país. Las perturbaciones atmosféricas en las vecindades del frente de conflicto polar son muy frecuentes y, en consecuencia, las lluvias abarcan allí casi todo el año, en tanto que los centros de alta de las latitudes inter-

medias explican la falta de lluvias en la parte norte de Chile. Desprendido del frente polar, pero en el Pacífico, de vez en cuando un centro de baja se acerca al territorio chileno, lo invade, y en la ruta que recorre se producen perturbaciones del tiempo que ocasionan las escasas lluvias que caracterizan el clima de Chile de los 27 a los 35° de Lat. S. Del mismo modo, entre los 40 y los 20°, los vientos, fuera de los flujos continentales, están determinados por la posición de los centros permanentes de acción y ocasionalmente por la existencia de las perturbaciones móviles. En el extremo sur dominan los «Bravos del Oeste» durante todo el año, y con ocasión de las perturbaciones se advierte una modificación en su dirección. Estos vientos, gracias al efecto de coriolis, suelen presentarse con dirección sur y aun sureste. Como ellos traen aire polar marítimo, al chocar con los relieves del continente suramericano, desarrollan lluvias de relieve, que hacen particularmente enérgicas las precipitaciones. Al sur de los 46° de Lat. S., la Cordillera de los Andes se presenta lo bastante deprimida para no constituir un obstáculo para las perturbaciones barométricas, ni para los vientos del oeste, de tal modo que estos últimos cubren, sin solución de continuidad, el continente, tanto en la Patagonia chilena y argentina, como en Tierra del Fuego.

Además de los factores generales que determinan los vientos, que hemos explicado en los párrafos precedentes, cabe destacar algunos especiales, relacionados con el recalentamiento de las tierras en el día y su enfriamiento en la noche.

En todas las costas centrales y septentrionales del país, se produce en el día, especialmente en verano, debido al calentamiento de la tierra, una fuerte brisa del mar. Suele presentarse poco antes de mediodía y calmarse al atardecer. Un fenómeno similar se produce en las montañas, cuya pendiente actúa en forma semejante a una chimenea.

En la noche, debido a que la tierra se enfría más que el océano, se presenta el viento llamado terral, que sopla desde la tierra. En los primeros decenios después de la conquista del país, los españoles lo empleaban para navegar de norte a sur, avanzando con gran lentitud (1).

Según la ubicación de los centros de altas y bajas, se producen también intercambios de aire a través de la Cordillera de los Andes. Al parecer, a este fenómeno obedece en el norte el llamado viento blanco, que es muy temido, pues sopla con gran violencia desde el W., hace descender mucho las temperaturas y disipa la nieve en pequeñas partículas. La desgracia que sufrió la expedición de Diego de Almagro, en su viaje

(1) La navegación en este sentido sólo fué mejorada, cuando Juan Fernández tuvo la ocurrencia de cruzar desde el Perú en el sentido SSW., para en seguida cruzar hacia Valparaíso, descubriendo en uno de estos viajes las islas que llevan su nombre.

de descubrimiento de Chile, a través de las cordilleras ubicadas al NE de Copiapó, obedeció a un temporal de esta naturaleza.

En la región de la Frontera es muy temido el viento llamado puelche, que, al parecer, cruza la cordillera desde Argentina, ocasionando grandes tempestades en invierno y desecando el aire en verano. Es posible que los grandes incendios de selvas estén relacionados con él. En el valle del Maipo existe otro viento de este tipo, denominado «el raco».

3. *Las precipitaciones.*—Por toda la homogeneidad que presenta nuestro país, en lo que se refiere a las temperaturas, las precipitaciones son extraordinariamente variables. Concurren para esto los factores que hemos mencionado al principio del capítulo: la gran longitud del territorio y lo accidentado del relieve. Las precipitaciones no son variables solamente en el sentido de que los valores medios de las precipitaciones de los distintos puntos del territorio varían entre cifras que no tienen ninguna relación entre sí, sino también para una misma estación, en que no existe una relación definida entre las precipitaciones de los años secos y lluviosos. Esto es lo que estudiaremos bajo el nombre de índice de variabilidad de la lluvia.

Las oposiciones pluviométricas entre los distintos puntos del territorio pueden sumarizarse, si se recuerda que en Arica las precipitaciones son casi absolutamente inexistentes: un promedio de las observaciones proseguidas entre 1911 y 1945 arroja una suma media anual de 0,8 mm. Frente a este caso, es útil citar el ejemplo de Bahía Félix a la entrada del Estrecho de Magallanes, que, en un período semejante, arroja cifras vecinas a los 5.000 mm. Las precipitaciones en las pendientes de los Andes patagónicos deben presentar cifras muy superiores a ésta, si se considera el papel que tiene el relieve como mecanismo provocador de las lluvias y se tiene presente que Bahía Félix se encuentra situada a cierta distancia de la Cordillera de los Andes, en una ubicación donde el relieve no tiene todavía el valor que presenta más al interior.

Es incuestionable que en esta oposición de los extremos del país, tiene mucha importancia el avance en latitud. Para poner de manifiesto este hecho, se ha confeccionado la Fig. 24, en la cual se ofrece una distribución meridional de las lluvias. Para confeccionarlo, se han tomado espacios iguales, medidos en la horizontal, que corresponden a los grados latitud, de dos en dos. En la vertical se ha expresado el agua caída dentro del área correspondiente, tomando en consideración solamente las cantidades medidas en la costa, para eliminar, en lo posible, la influencia de los relieves interiores.

El gráfico da, pues, una idea del incremento de las precipitaciones con el aumento de la latitud. Sobre él, y con línea de puntos, se ha su-

perpuesto el valor normal correspondiente, según Haurwitz y Austin, a las latitudes que cubre nuestro país. Este último expresa la distribución zonal normal de las precipitaciones en espacios de 10 en 10 grados, para todo el hemisferio sur, y, en consecuencia, comparándolo con los valores chilenos, se obtiene una idea de las deficiencias o excesos de precipitaciones que caracterizan a los puntos de nuestra costa. Se advierte claramente que la costa chilena presenta deficiencias de precipitaciones entre los 18 y los 34° de Lat., pero que de allí hacia el sur

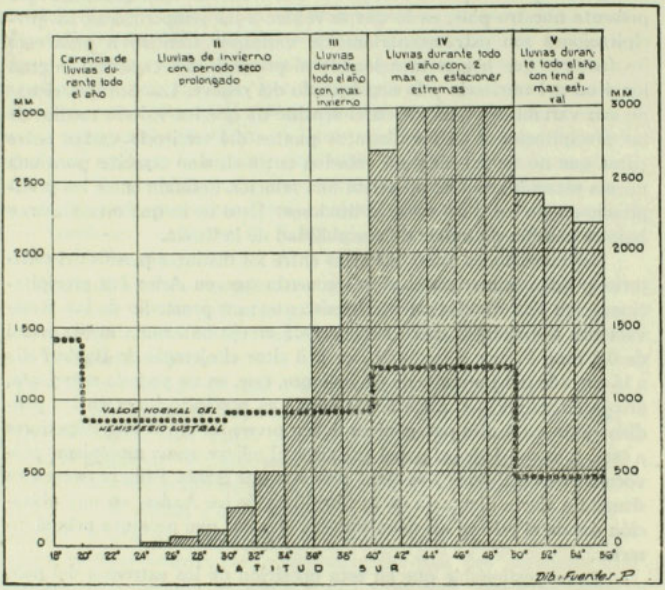


FIG. 24.—Distribución meridional de las lluvias en Chile, comparada con el valor normal en el hemisferio austral.

las precipitaciones que recibe nuestro país son notablemente mayores que las que le corresponden.

Fuera de la influencia de la latitud, es el relieve el principal modificador de la cantidad de las aguas caídas. En este sentido, las precipitaciones en Chile sufren modificaciones notables en el reducido ancho del territorio. La Cordillera de la Costa, con sus relieves modestos, actúa desde los 30° de Lat. hacia el sur, como un dispositivo provocador

de las lluvias. Las regiones situadas inmediatamente detrás de ella, en cambio, presentan precipitaciones sensiblemente disminuídas.

Combinando los factores mencionados, y tomando en consideración la alta sensibilidad del aire marino para despojarse de su humedad, cuando intervienen factores favorables a este fenómeno, se puede concebir perfectamente la gran variabilidad de las precipitaciones medidas en nuestro país.

El Mapa2 reproduce el mapa de precipitaciones anuales de Almeyda, que revela claramente el valor y la variación de las precipitaciones a lo largo de todo Chile.

Este mismo autor ha hecho un estudio de la variabilidad de las lluvias en nuestro territorio, en que examina la relación que existe entre la cantidad de agua caída durante el año más lluvioso y el más seco. Se advierte allí que los índices de variabilidad de las lluvias en Chile, son normales desde Concepción hasta el extremo sur. Desde esa localidad hacia el norte, en cambio, ellos crecen de tal manera, que no se puede tener ninguna seguridad respecto de la cantidad de agua caída para un año cualquiera. Como corresponde a la degradación desértica que se observa desde los 33° hacia el norte, los índices crecen a medida que se ganan latitudes más bajas, hasta ser infinito desde La Serena al norte para un gran número de localidades. La inseguridad de la lluvia es, pues, un hecho normal en esas regiones del país. (1)

A lo largo de gran parte del país, si descontamos las partes altas de las montañas, las precipitaciones son predominantemente líquidas. En el norte de Chile, de preferencia en la costa, el movimiento ascendente de aire por un plano de discontinuidad, crea numerosas camanchacas, que confieren un carácter bien definido al clima del sector litoral, desde los 33° de Lat. hacia el norte. Aquí el aire frío y tranquilo creado por las aguas de la corriente de Humboldt, se adosa a los relieves de la costa. Un enfriamiento anormal por irradiación puede llevar a producir nieblas muy densas, las cuales van a ser típicas de la capa de aire inferior, en tanto que las superiores aparecen perfectamente transparentes. La condensación puede ser tan abundante, que dé origen a nieblas muy densas y mojadoras, pero rara vez a lluvia (Fig. 25).

Es así que La Serena, por ejemplo, tiene solamente 93 días completamente despejados al año, mientras que Curicó tiene 144. En la

(1) Cabe tener presente, aun, que para fines agrícolas no interesa solamente el monto absoluto de las precipitaciones, sino también su reparto en los diversos meses. Donde se realizan cultivos de secano (denominados en Chile de rulo), como ser, en la región central y en el Norte Chico, el campesino espera todos los años los tres aguaceros clásicos, que necesita para poder arar y sembrar, para que germine bien la semilla y para que, finalmente, la planta se desarrolle convenientemente. Si no se producen estos dos últimos, perderá la cosecha. Puede haber, por consiguiente, años con una suma relativamente alta de lluvias, que resultan perjudiciales por su mal reparto, en comparación con otros de pequeñas precipitaciones, pero bien repartidas. Es por eso que no se puede calificar un año como favorable o desfavorable, desde el punto de vista agrícola, tomando en consideración solamente el monto de las lluvias, sino que hay que apreciar también su reparto.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

primera de estas ciudades caen solamente 114 mm. de lluvias, mientras que en la segunda su monto asciende a 727 mm.

Por el interior de estas mismas latitudes, y hasta los 20° de Lat. S, el aire alto sufre movimientos convectivos muy enérgicos, por efecto del recalentamiento diario. Gracias a estos movimientos, se producen precipitaciones en las pendientes de la Cordillera de los Andes y en el Altiplano. El monto de estas precipitaciones es muy variable, siendo su promedio anual de 276 mm. en estaciones ubicadas sobre 4.000 m. de altitud, en el extremo NE de la provincia de Tarapacá, donde crean la faja de pastizales y la vegetación esteparia de la Cordillera de los Andes. En las cumbres de los cerros ellas se producen en forma de nieve. En la alta cordillera de Antofagasta, estas precipitaciones ya no exceden de 50 mm.

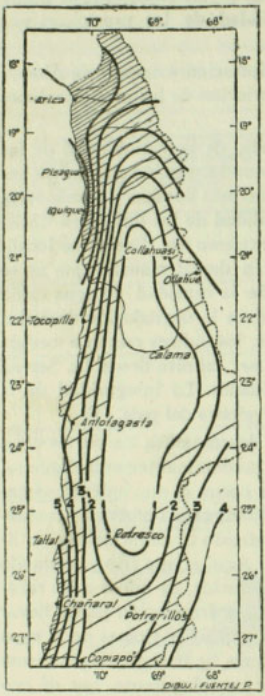


FIG. 25.—Nubosidad media anual en el Norte Grande (décimos de cielo cubierto, según Almeyda).

Más al sur, las lluvias ciclonales (frontales) son más abundantes, en la medida en que la influencia de la corriente de Humboldt tiende a desaparecer y en que, al mismo tiempo, las perturbaciones atmosféricas visitan más a menudo el país. Sólo en la Cordillera de los Andes son precipitaciones sólidas. A lo largo de Chile, la nieve es un fenómeno raro, a pesar de que permanentemente la tenemos ante la vista en los picachos andinos. Sólo al interior de Aysén y Magallanes ella se conserva en invierno.

Los regímenes pluviométricos.—Las lluvias que se producen en Chile se distribuyen conforme a regímenes variados. Pueden observarse a lo largo del país los siguientes:

a) Régimen tropical de lluvias estivales.—Se observan lluvias acumuladas durante los meses de temperaturas más elevadas en la Cordillera de los Andes, al interior de las provincias de Tarapacá y

parte de la de Antofagasta. Las precipitaciones se producen aquí por el simple fenómeno de las acciones convectivas, las cuales acarrean estas lluvias, que pueden presentarse en forma de tormentas. En la Fig. 26 los

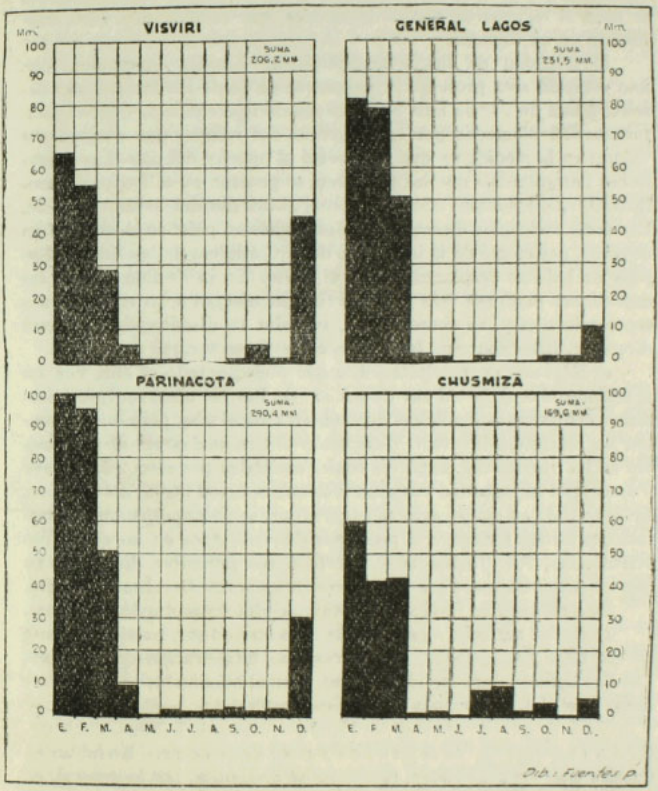


FIG. 26.—Precipitaciones medias en la alta cordillera de Arica y Pisagua.

gráficos corresponden a cuatro estaciones situadas en estas condiciones. Los mejores ejemplos los procuran General Lagos y Parinacota, en donde se observa claramente una acumulación de las lluvias durante los meses de Diciembre a Marzo, esto es, en verano. En la medida en

que se avanza hacia el sur, se observa que las lluvias empiezan a presentarse también en los meses de invierno. Chusmiza es un ejemplo, pero mucho mejor se presenta el caso en Potrerillos, en donde lluvias esporádicas se observan durante todo el año. Mediante esta transición, se pasa al régimen de lluvias invernales, que encontramos bien establecido ya en Copiapó.

b) Régimen de lluvia mediterránea.—Lluvias invernales, con una estación seca prolongada, encontramos desde los linderos del desierto hasta los 38° de Lat. S. Ellas son de tipo ciclonal, y se ven, naturalmente, afectadas por la influencia del relieve, que exagera sus valores en la medida en que se penetra al interior del país. Las depresiones barométricas que las producen, se generan en el frente de conflicto de que hablamos oportunamente, al interior del Océano Pacífico. Las áreas ciclonales logran llegar hasta nuestro país, en donde sufren oclusión, por efecto de la influencia de la Cordillera de los Andes, después de haberse desplazado hacia el norte. En la medida en que las depresiones perduren más o menos tiempo, afectan a las regiones más septentrionales y, en consecuencia, su valor va disminuyendo en esta dirección. Ellas son muy frecuentes en invierno y raras en verano.

c) Régimen de precipitaciones que abarcan todo el año, con un máximum invernal.—Al sur de los 38° de Lat. se observan precipitaciones continuadas y macizas que cubren todo el año, pero que presentan un máximum invernal. Ellas están determinadas por el predominio de los vientos del oeste, los cuales ascienden por efecto del relieve y descargan su humedad con gran violencia sobre el litoral del Pacífico. En la medida en que se avanza hacia el sur, se observa que las precipitaciones tienen tendencia a presentar dos descansos en las estaciones intermedias. Así, Coyhaique y Puerto Aysén presentan dos meses en que las precipitaciones son relativamente menores: Octubre y Febrero.

Este régimen de lluvias presenta precipitaciones muy abundantes.

d) En las regiones más externas del extremo sur, particularmente en las Islas Evangelistas, se observa una modificación del régimen. Las lluvias caen durante todo el año, pero el máximum, en vez de ser ahora invernal, se presenta en los meses estivales.

Granizadas y tempestades eléctricas.—No faltan en nuestro país las granizadas, pero ellas se presentan, por lo general, en forma muy moderada, sin ocasionar los perjuicios tan frecuentes de muchas regiones de Europa y en Argentina.

De la misma manera, las tempestades eléctricas representan fenómenos muy raros y que ocasionan escasos daños. No obstante, en la alta cordillera de la región central y septentrional, suelen ocurrir tempestades eléctricas de enormes proporciones. En la Puna del Norte

Grande, la tensión eléctrica existente en la atmósfera, es casi siempre muy considerable.

4. *La densidad del aire.*—En un país como el nuestro, que incluye en su territorio elevadas cordilleras, la densidad del aire es un factor que no debe ser descuidado. Como se sabe, ella desciende, a los 5.513 m. de altitud, a la mitad de la que tiene al nivel del mar. Esta rarefacción produce la enfermedad llamada puna (el soroche de los bolivianos), que se caracteriza por dolores de la cabeza, pérdida de sangre por las narices, oídos, etc., debilitamiento y malestar general. El fenómeno, al parecer, no está relacionado únicamente con la altitud, pues se produce a veces a altitudes relativamente bajas, mientras que parajes ubicados más altos están libres de él. En todo caso, para poder explotar los minerales ubicados en la alta cordillera (azufre, cobre, bórax, etc.), se requiere adaptación especial, y aún es necesario disponer de personal nacido en esas regiones, pues la puna hace penoso el trabajo a personas oriundas de las tierras bajas.

II. *Climatología descriptiva*

Clasificación de los climas.—Hemos preferido estudiar los climas de acuerdo con la clasificación de Köppen, que en la actualidad es la más usada por los geógrafos. Propuesta hace ya más de treinta años por primera vez, ha sido continuamente revisada por su autor, tanto por constante preocupación de perfeccionarla, como obedeciendo a críticas que se le formularon desde el momento de su aparición. Si ella ha sido objeto de reparos, ha sido también punto de partida de numerosas otras clasificaciones, de las cuales la del norteamericano Thornwaite es la que ha tenido más éxito. En todo caso, ninguna de las otras clasificaciones que se han propuesto goza de la difusión y el empleo generalizado de la de Köppen. Su base cuantitativa—la parte más retocada por el autor—ofrece un criterio seguro para establecer los límites de los distintos climas, eliminando, en lo posible, el factor subjetivo. Es cierto que los hechos biogeográficos que Köppen ha querido cubrir con esa base cuantitativa, no están totalmente explicados con los factores numéricos que hace intervenir. Pero, incuestionablemente, es Köppen quien ha considerado el mayor número de las modalidades susceptibles de presentarse en el mundo y, en consecuencia, su clasificación es la única que puede aplicarse con criterio probado a cualquiera parte del planeta. La complejidad de los fenómenos geográficos hace, sin embargo, que cada vez que se aplica con cierta fineza a nuevas porciones del mundo, sea necesario hacerle algunas adaptaciones. Teniendo cuidado de que ellas se deriven lógica-

mente del sistema de Köppen, se llegará siempre a conceptos fácilmente comprensibles para las personas que la usan.

Como se ha dicho, ninguna de las numerosas otras clasificaciones que se han propuesto goza de la difusión de la de Köppen. Es, pues, hoy día muy difícil hacer un estudio climático regional sin tener que incidir en ella, si pretendemos que nuestras entidades climáticas sean comparables con las del resto del mundo. Esto tiene, desde luego, sus ventajas, puesto que el uso generalizado de ella hace que las comparaciones se hagan sobre una base cuantitativa idéntica, cosa que no se consiguiera si se procede a hacer una descripción climática sobre una clasificación poco usada. Así sucede en la actualidad con la clasificación de Thornwaite—la cual, por lo demás, emplea fórmulas, cuya aplicación fuera de Norteamérica es enteramente injustificada—, con la de Hettner, y con la de De Martonne, que, con tener cada una de ellas incuestionables ventajas, no permiten, por el uso restringido que se hace en la literatura especializada, tener cuadros satisfactorios para juzgar de la similitud o diferencia de los climas que se pretende comparar.

La clasificación de Köppen tiene aún la ventaja de ser una determinación de los climas, en la cual los valores fundamentales han sido escogidos apreciando sus efectos biológicos. En este sentido, fuera de ofrecer tipos definidos, se identifica, en sus rasgos generales, con la distribución de la vegetación y de la vida. Aún más, ella ha tratado de dar cuenta, a través de sus grandes líneas, de las modificaciones de la vegetación en la superficie de la tierra, y ha considerado estos efectos, como la piedra de toque de sus valores.

Debemos advertir que la clasificación de Köppen no es genética, sino, por el contrario, juzga objetivamente a los climas según su efecto. Esto, que, incuestionablemente, es un defecto desde el punto de vista geográfico, tiene la ventaja de permitir reconocer los climas en su esencia, en sus rasgos físicos verdaderos, que es lo que importa desde el punto de vista económico, y poder juzgar de sus virtualidades con relación a cultivos, aclimatación de animales, etc., cualesquiera que fueren las condiciones genéticas de los diferentes tipos.

La clasificación de Köppen reconoce cinco grandes divisiones en los climas del mundo: climas húmedos y cálidos (A), climas áridos (B), climas cálido-templados con lluvia suficiente (C), climas templado-fríos con nieve perdurable (D) y climas polares (E). Estos términos principales se subdividen según presenten o no período seco, según cuando lo presenten y, finalmente, según el grado de sequedad o de frío. Un esquema que permite reconocer los principales términos de la clasificación lo ofrece el cuadro siguiente:

Principales tipos de clima (1)

(Según Köppen)

		PERÍODO SECO	GRADO DE SEQUEDAD Y DE FRÍO
Climas intertropicales lluviosos...	A	f (s) w	
Climas áridos.....	B	.....	S W
Climas cálido-templados con lluvia	C	f (s) w	
Climas templado-fríos con nieve ..	D	f (s) w	
Climas polares.....	E	.....	T F

No es ésta la oportunidad para dar una información más o menos detallada de los elementos de juicio que sirven para establecer las divisiones anteriores, ni las divisiones de inferior categoría que propugna Köppen en su clasificación. Para esta materia, se ruega al lector consultar las obras especializadas sobre la materia. Digamos solamente que en nuestro país, fuera de los climas de tipo A y D, se encuentran representantes de todos los otros. En realidad, en la isla de Pascua tenemos un clima que es muy vecino de los intertropicales lluviosos, pero debido a que la temperatura durante los cuatro meses más fríos baja por debajo de los 18° C., no cabe exactamente dentro de la categoría de los climas cálido-lluviosos.

Para la descripción de los climas, procederemos por orden sistemático, de acuerdo con la tabla anterior. En el Mapa 3 que se acompaña, se puede ver la distribución de los distintos climas, en parte según Köppen, particularmente para las superficies oceánicas, y, en parte, según el estudio cuantitativo que hemos hecho, aplicando las fórmulas de ese autor, a los datos que el Instituto Meteorológico de Chile tuvo la gentileza de proporcionarnos. Para esta última parte, la clasificación de Köppen ha sido tomada como fué presentada en: Köppen-Geiger, Lehrbuch der Klimakunde, Leipzig, 1936.

Para la debida comprensión de las provincias climáticas que se describirán a continuación, debe tenerse presente que se trata de climas regionales. Se han utilizado los climas locales en la parte descriptiva, para procurar al lector los puntos de apoyo necesarios a una comprensión intuitiva de la región. Debido a la extraordinaria variabilidad del

(1) En la clasificación de Koppen, todos los climas tienen una notación con letras mayúsculas o minúsculas. Estas letras se han desprendido casi siempre del idioma alemán, pero tienen uso internacional, de tal manera que no se las puede cambiar: f = fehlen (falta), s = sommer (verano), w = winter (invierno); S = Steppe (estepa); W = Wüste (desierto); T = Tundra (tundra), F = Frost (congelado).

Las distintas letras se combinan, y un clima recibirá la notación de Af, por ejemplo, lo cual quiere decir que es un clima intertropical lluvioso todo el año, con muy débil oscilación térmica anual (isotérmico).

relieve en Chile, se producirán así, dentro de cada una de las regiones, variantes que tienen importancia desde el punto de vista económico, porque explican cultivos localizados, pero habría sido imposible, dentro de los márgenes de este libro, revisar todas estas peculiaridades.

1. *Climas áridos sub-tropicales* (B)

En Chile, desde los 33° de Lat. S hacia el norte, se observa una progresiva aridez, que caracteriza sustancialmente a las regiones correspondientes. La vegetación espontánea está compuesta por plantas xerófilas: espinos, jarillas, tebos, quiscos, opuncias, etc., y una pradera efímera de gramíneas. En las partes de las serranías orientadas con exposición al aire marino se observa, en el mejor de los casos, una vegetación mesófila: boldo, litre, quillay, peumo. Esta vegetación se hace cada vez más monótona y rala, en la medida en que se avanza hacia el norte. La aridez, pues, es el rasgo dominante de los climas que se presentan en Chile desde esa latitud hacia el norte. Este conjunto de climas lo vamos a estudiar con el nombre genérico de climas áridos. Ellos comienzan por el norte con el desierto absoluto y terminan por el sur con el clima templado con lluvias invernales bien desarrolladas, que es conocido generalmente con el nombre de clima mediterráneo (o etesio, de otros autores). Estos climas epónimos, sin embargo, presentan numerosas variaciones, que permiten distinguir tipos de menor envergadura, o derivados, susceptibles de sistematizarse. Ellos pueden estudiarse siguiendo su orden sistemático, o bien en el orden de su sucesión geográfica. Nos ha parecido más cómodo hacer la exposición de ellos ateniéndonos a este segundo orden, ya que, en líneas generales, coincide con el primero, y así se tiene una comprensión más adecuada de su distribución.

Por desgracia, el número de estaciones meteorológicas que existe en esta parte de Chile es muy modesto, y hemos debido recurrir muy a menudo a interpolaciones, suposiciones y derivaciones, para establecer las líneas que los separan. Los errores que pueden resultar de este hecho son inevitables, pero no son tan graves, si se considera que las áreas climáticas degradan paulatinamente desde una hacia otra y que, en consecuencia, las líneas divisorias son siempre artificiales. De todas maneras, es lamentable la ausencia de una red más densa de estaciones, particularmente en el Norte Chico. Esto nos ha impedido llegar a cierta fineza en el trazado de las áreas, como hubiera sido nuestro deseo. De esta manera, un buen número de particularidades de la producción agrícola de algunos sectores de esta parte del país, han escapado a las divisiones climáticas, y hemos tenido que contentarnos con dibujar trazos generalizados, que, en todo caso, establecen más

divisiones que las que tradicionalmente se usan para el estudio de nuestros climas. (1)

1. *Clima desértico con nublados abundantes.* (BWn).—Todo el primer sector de nuestro país se encuentra bajo la influencia del anticiclón del Pacífico. Como las isóbaras se disponen tangencialmente a la dirección de la costa, los vientos tienden a observarse con una dirección paralela al continente. Consecuencialmente, puesto que se trata de masas de aire tranquilo y no hay movimientos ascensionales por influencias orográficas, queda explicada la falta de precipitaciones que se observa en ese sector. Las precipitaciones que se observan en Bolivia, y las que alcanzan a presentarse en el interior de la Cordillera de los Andes, en las provincias de Tarapacá y Antofagasta, parecen corresponder a movimientos ascensionales del aire, debidos al recalentamiento diurno estival, como lo indica el momento en que se producen: lluvias de verano.

En la parte norte y en la faja ceñida a la costa, se observan numerosas nieblas (camanchacas), al mismo tiempo que una abundante nebulosidad. Ellas dan carácter a este clima. *Iquique*, por ejemplo, presenta, en término medio, 110 días totalmente cubiertos al año y sólo 60 días completamente despejados. Los meses con mayor nubosidad son los de Mayo a Agosto, en los cuales 14,4, 16,9, 17,2 y 17,0 días presentan nubes. En estos mismos meses, la nubosidad media representa los valores 7,3, 7,8, 7,8 y 7,9 (escala de 0-10). Nubosidades tan altas sólo encontramos en Chile en la región austral (Fig. 27).

Al mismo tiempo que observamos esta alta nubosidad, es una característica para la faja costera, una humedad relativa elevada. En término medio, ella es de un 80%, y en el curso de los distintos meses del año fluctúa muy poco: es mayor en Mayo, en que alcanza 84%, y menor en Diciembre, con 78% (Iquique).

Tenemos, pues, aquí un clima curioso, en el cual, al mismo tiempo que faltan las precipitaciones enteramente, existe una alta nubosidad y humedad relativa. Conviene diferenciar este clima del desierto interior con sus cielos limpios, su gran sequedad atmosférica y sus fuertes oscilaciones diarias de la temperatura. De Martonne propuso designarlo con el nombre de clima de desierto oceánico. En la notación de Köppen le corresponde el símbolo BWn.

Los hechos que hemos señalado anteriormente se manifiestan en las características de la temperatura. Ellas son relativamente bajas y homogéneas. *Iquique* presenta un promedio de 18,3°, *Antofagasta* uno de 16,4 y *Taltal* uno de 17,7°. En *Iquique*, el mes más cálido es Enero,

(1) Como complemento de las estaciones que se describen a continuación, véase el cuadro climatérico al final de este capítulo.

con 21,3°, y el más frío, Julio, con 15,6°. La amplitud de la oscilación térmica anual es sólo de 5,7°, cifra que no es despreciable, si consideramos la latitud, y que, por otra parte, es enteramente paradojal para un desierto. La amplitud de la oscilación diaria, que debería ser muy grande, es también muy modesta. Su valor medio para el año es de 7,4°, pero en Febrero alcanza a 8,7°, para descender a 6,0 en Julio y Agosto.

Con rasgos semejantes, encontramos este clima en Arica por el Norte y por el sur hasta *Caldera*. La nubosidad, que es un rasgo característico de él, tiende a disminuir en *Antofagasta*. Aquí hay solamente 42,5 días completamente nublados en el año, y la nubosidad media

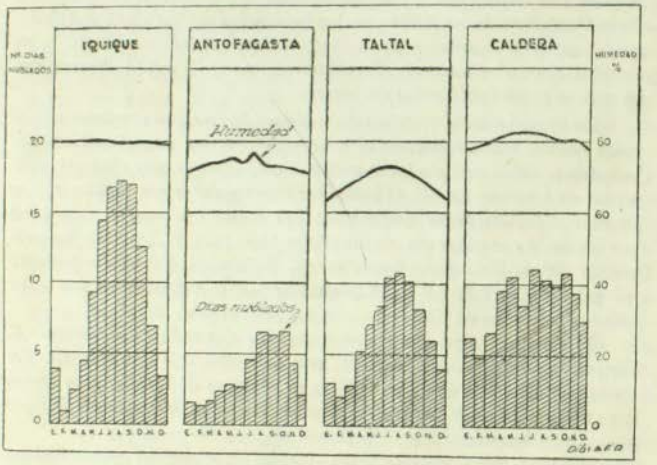


FIG. 27.—Número de días nublados y humedad relativa en el Norte Grande.

para el mes en que ella es más alta, apenas llega a 5,3. Más hacia el sur, las nubes nuevamente vuelven a aumentar. En *Caldera*, 103,2 días del año se presentan completamente nublados, y la nubosidad media es de 5,9. El sector que se desarrolla, pues, entre Antofagasta y Taltal, tal vez convendría diferenciarlo y darle la notación BWn', que corresponde a los climas de desierto con alta humedad relativa, puesto que este rasgo se conserva y es el que mejor nos permite caracterizarlo. Sin embargo, toda la costa de Chile, entre Arica y Huasco, ha sido considerada para los efectos del mapa con la notación BWn, que corres-

ponde al clima de desierto con nubosidad que hemos tratado de describir anteriormente.

La faja en que se presenta este clima es relativamente angosta. En efecto, la influencia del mar parece no penetrar más allá de unos cuarenta a cincuenta kilómetros. La faja cubierta por este clima se reconoce fácilmente por la circunstancia que las camanchacas (neblinas mojadoras) son capaces de alimentar una débil vegetación, que se reconoce particularmente en las quebradas vecinas del mar. Solamente entre Punta Reyes y Taltal ella es más intensa.

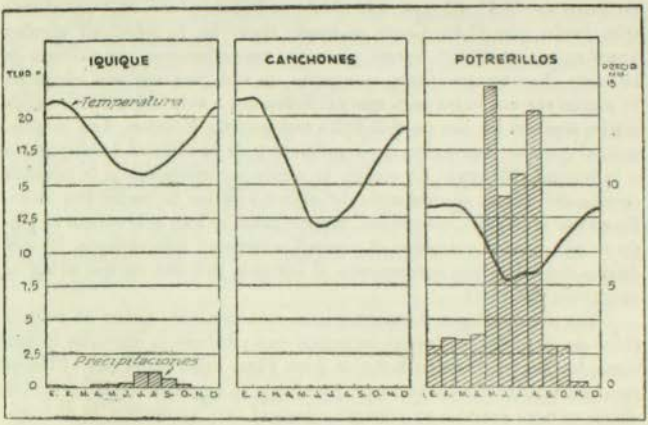


FIG. 28.—Temperatura y precipitaciones medias mensuales en el Norte Grande.

2. *Clima desértico normal.* (BWt).—Tan pronto se sobrepasa la Cordillera de la Costa, se desarrolla hacia el interior un área climática en donde encontramos el desierto instalado con sus caracteres más severos y más puros. Esta área climática no corresponde a un desierto cálido. En efecto, puesto que las pampas interiores se encuentran casi siempre por encima de los 1.000 m., la altitud interviene como factor para atenuar los rigores del termómetro. De esta manera, la mayoría de las temperaturas medias mensuales son inferiores a 18° y, en consecuencia, no es lícito hablar de un desierto cálido propiamente dicho. Por desgracia, no existen estaciones suficientes para hacer una descripción adecuada de este clima. Uno de los rasgos más interesantes que deberíamos hacer notar, es la baja humedad relativa, pero las estaciones instaladas allí, con excepción de la reciente de Canchones, no han hecho observaciones de este tipo.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Los caracteres más llamativos de este clima son: gran limpidez de la atmósfera, baja humedad relativa, fuerte oscilación diaria de la temperatura, carencia casi absoluta de precipitaciones. Estas, en realidad, suelen presentarse, pero están afectas a la forma típica de las lluvias de desierto: son torrenciales y se presentan cada 5 a 7 años, sin obedecer a ninguna regla.

Para la parte más septentrional, nos puede servir de ejemplo *Canchones*, situado más o menos a 1.300 m. de altitud. Durante el período de observaciones de esta estación, se ha registrado un promedio térmico anual de 16,3°. El mes más cálido es Febrero, con 21,4°, y el más frío, Junio, con 11,6°. Como se puede observar, la amplitud térmica anual es vecina de 10°, lo que ya marca una diferencia con el clima de la costa. Las temperaturas mensuales no son generalmente elevadas, ni logran ser tan bajas para que calificáramos a este clima como cálido o frío, que son las dos posibilidades que estudia Köppen. Las posiciones, al parecer anormales, de la máxima y de la mínima corresponden a la latitud (20° sur). En efecto, la máxima corresponde a la posición cenital del sol, en el momento del retorno de las latitudes tropicales. Es en ese momento cuando las temperaturas se han acumulado al grado máximo, para ocasionar el promedio mensual más elevado. El momento del mínimum corresponde al instante del año en que el sol se aleja más del cenit.

Las observaciones de vientos para esta estación, ponen en evidencia el dominio del W, pero debe existir una alternancia diaria de brisas, como la que ha descrito Brüggen para Pica, ocasionada por el fuerte recalentamiento diario del suelo. En efecto, la amplitud de la oscilación diaria es muy grande: en promedio para el año, asciende a 26,4° (compárese este valor con el de Iquique: 7,4°). La fuerte amplitud no está determinada tanto por el recalentamiento diurno, como por el fuerte enfriamiento nocturno. Así se observa que ella es máxima en los meses invernales: Agosto, 30°. En efecto, los fríos nocturnos siempre llevan el termómetro a temperaturas vecinas de 0°. Esto es muy notable por lo menos en cuatro meses del año: en Junio, Julio, Agosto y Septiembre las temperaturas mínimas medias son, respectivamente, de —0,8, 0,5, —1,2 y 1,6. A estos fuertes descensos del termómetro corresponden máximas que, con ser elevadas, no lo son suficientemente. En esos mismos meses, la máxima media sube a 27,4, 28,9, 28,8 y 30,9°.

A los datos anteriores agreguemos que Canchones, durante los años de observación, no ha registrado lluvias mensurables. La humedad relativa es baja, de tal modo que la sequedad impera con todo rigor (52%). La nubosidad es casi inexistente (1,5).

Calama, situada a 2.200 m. de altitud, nos ofrece todavía un ejemplo de este clima, aunque aquí las nubes no son desconocidas del todo,

y suelen observarse lluvias cada tres o cuatro años. Las temperaturas son más bajas, por efecto de la mayor altitud. De Calama tenemos solamente dos años de observaciones, y aunque ellas tienen modesto valor climatológico, las describiremos a continuación. El promedio térmico anual es de 13,3°. Las temperaturas más elevadas se registran en Enero, en que se observa un promedio de 16,8°. El mes más frío es Julio, con 8,0°. Es la influencia de la altura la que explica el menor margen de oscilación anual: 8,8°. La misma influencia de la altura atempera la oscilación diaria. El promedio para el año es de 22,8°.

Podemos considerar que este clima se desarrolla hacia el sur hasta la cuenca de Chañaral y cerca de Copiapó. Si Potrerillos no se encontrara a una altitud tan apreciable, nos ofrecería un buen ejemplo de cómo se presenta el clima de desierto en esas latitudes (2.850 m.).

3. *Clima de desierto marginal de altura*. (BWH).—Por encima de los 3.000 m. de altitud, la temperatura media anual ha descendido lo suficiente, para poder hablar de un clima frío. Estas modificaciones acarreadas en la temperatura se ven acompañadas por modificaciones en la pluviosidad. En general, ellas crecen con la altura, porque el recalentamiento estival de la montaña produce movimientos convectivos que, a medida que se gana en altitud, facilitan cada vez más las precipitaciones. A esa altura, ya todos los años puede contarse con algunas lluvias, aunque su monto no es lo suficientemente grande como para borrar el desierto. Cuando ellas aumentan más, como sucede en la región de la Puna en la provincia de Tarapacá, se desarrollará una auténtica estepa, de gran valor económico, que estudiaremos más adelante. Por el momento, nos interesa la faja en que las precipitaciones todavía no son capaces de producir una cubierta vegetal estacional y relativamente segura y que, en consecuencia, todavía podemos seguir calificando de desierto, aunque la vegetación prenda con sus elementos más pobres. Como no disponemos de observaciones termométricas de valor climatológico para las estaciones de altura, hemos recurrido a curvas del decrecimiento de la temperatura con la altura, para tratar esta parte de Chile. Según ellas, el promedio térmico anual a los 3.000 m. es ya de 10°. Podemos considerar, pues, a todas las estaciones situadas por encima de esta altitud como correspondientes a un clima de desierto frío.

En la parte norte de la provincia de Tarapacá, las lluvias son mucho más abundantes y, en consecuencia, la faja del desierto marginal baja mucho en altitud. De esta manera, Sibaya, Chusmiza, etc., están en plena zona de desierto marginal, a pesar de que esta última tiene solamente 2.520 m. sobre el nivel del mar. Las precipitaciones en estas localidades suman 92,2 y 169,6 mm., respectivamente. Los meses llu-

viosos son Enero, Febrero y Marzo, en los cuales se tiene la seguridad de las lluvias. Estas precipitaciones dan origen a una vegetación de plantas tiernas estacionales, extraordinariamente vistosa. En el resto del año, se observan precipitaciones de modesto valor, que no alcanzan a tener trascendencia.

Esta faja de desierto marginal con lluvias estivales se observa también hacia el sur, en las provincias de Antofagasta y Atacama, teniendo, como carácter general, la producción de una faja de pasto estacional, que tiene una gran importancia para la vida económica. Una ganadería se desarrolla por las pendientes de la Puna, que, para los momentos de seca, se concentra en las vegas de los contornos de los salares, y que está marcada por el sello de la trashumancia.

Aunque en posición muy avanzada hacia el occidente, *Potrerillos* (2.850 m.) puede servirnos de base para describir este clima, hacia los 3.000 m. de altitud. Las temperaturas son relativamente bajas: 11,1° en el promedio anual. El mes más frío es Julio, con 7,8°, y el más cálido, Enero, con 13,5°. Una amplitud anual de 5,7° debe estimarse como muy modesta para una estación situada ya fuera de los trópicos. La amplitud térmica diaria tampoco es elevada. El promedio anual es de 9,4°, cifra enteramente en desacuerdo con la que hemos dado para Canchones. Ella se conserva sensiblemente igual en todos los meses del año. A estos rasgos de la temperatura, que marcan la influencia de la altura, debemos agregar la débil humedad relativa. En promedio, durante el año ella es de un 27%. La estación en que la humedad relativa es más elevada, es el verano, en la cual se observa un 34%. A este rasgo debemos agregar aún la gran limpieza del cielo: 262,9 días del año, en promedio, son días sin nubes. Las precipitaciones son muy modestas (61,5 mm.). A diferencia de lo que pasaba en el extremo norte, ellas se presentan concentradas en los meses invernales. Los meses que tienen lluvias son los de Mayo, Junio, Julio y Agosto, en los cuales caen 48,3 mm., es decir, el 80% de las precipitaciones. Domina aquí, pues, el régimen de las lluvias invernales que observaremos bien desarrollado en latitudes más avanzadas, como un rasgo característico para el clima de la estepa. Muy curioso es el hecho de que las observaciones realizadas en la laguna del Negro Francisco, a 4.000 m. de altitud, y un poco más al sur, se observen nuevamente lluvias estivales, que, si bien no son comparables a las invernales, en todo caso constituyen cerca del 40% de las precipitaciones anuales.

4. *Clima de estepa de altura.* (BSH).—Como hemos tenido oportunidad de decirlo, en la alta cordillera de la provincia de Tarapacá, en las planicies interiores de la cordillera (Puna), se observan precipitaciones de verano relativamente abundantes, que, combi-

nadas con las temperaturas propias de la altitud (sobre 3.500 m.), logran crear las condiciones necesarias para el desarrollo de la estepa. Las precipitaciones son estivales. Este clima ha sido designado por algunos autores con el nombre de «Puna», debido a la designación geográfica que reciben las regiones altas de estas latitudes. Hay que advertir, sin embargo, que el clima estepario de altura queda limitado a la alta cordillera de la provincia de Tarapacá, con lluvias estivales, porque hacia el sur, en la medida en que se hace el cambio de régimen, se observa que las precipitaciones se extienden a todo el año y que su monto disminuye, no alcanzando, en consecuencia, a proveer al suelo de la humedad suficiente para la vegetación. Así, en la Puna de Atacama, en ninguna parte encontramos una vegetación más o menos estable. Los sitios vegetados son vegas, o sectores marginales de los salares, en donde se desarrolla una vegetación, a expensas de la humedad subterránea, que suele ser tan densa como para permitir la explotación económica.

Las lluvias de esta parte de Chile son solidarias con las que se presentan en Bolivia y en la región de la Sierra, del sur del Perú. El régimen de lluvias estivales lo podemos llevar por el sur hasta las nacientes del Loa. Hemos visto cómo en Potrerillos ya son precipitaciones que coinciden con nuestro invierno. Es muy posible que las de la Puna de Atacama, que se producen, por lo demás, en forma de nieve, debido a la considerable altura, sean relativamente abundantes, pero debido a las bajas temperaturas, ellas no tienen importancia para la vegetación. De esta manera, la estepa queda limitada a la parte septentrional de nuestro país.

En esta parte de Chile, funcionan, o han funcionado, algunas estaciones pluviométricas, pero no se han observado las temperaturas. Ha sido necesario, pues, dar temperaturas a esas estaciones (media anual) de acuerdo con las curvas del decrecimiento de la temperatura con la altura. De esas estaciones, la que tiene mayor cantidad de agua caída es Parinacota, con 290,4 mm. La Fig. 26 presenta las precipitaciones para cuatro estaciones de este sector. Los meses lluviosos son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. De este modo, cuatro a cinco meses presentan lluvias. En Parinacota, durante estos cuatro meses caen 272,9 mm., es decir, una cantidad de agua que permite alimentar buenos pastizales. Si se toma en cuenta que las lluvias se presentan en los meses en que las temperaturas son más elevadas, se podrá apreciar convenientemente la importancia que ellas tienen para la vida.

Las temperaturas son muy bajas, pero debido a una fuerte oscilación térmica diaria, se goza en el día de temperaturas relativamente benignas.

5. *Clima de desierto marginal bajo* (BWw).—La faja de clima desértico marginal de altura, en la medida en que se avanza hacia el sur y las lluvias de invierno tienen más desarrollo, tiende a unirse con una faja muy semejante, aunque esta vez no actúa la altitud como elemento restrictor de las temperaturas. El aumento de las lluvias con la latitud se hace sentir desde Copiapó, en donde las precipitaciones son de 25 mm., más o menos. Estas precipitaciones aumentan rápidamente hacia el sur, de tal manera que Vallenar, situado apenas unos 145 kms. más al sur, cuenta ya con 70 mm. Estas débiles precipitaciones se ven reforzadas por humedades matutinas, que son muy frecuentes en ambas estaciones. En Copiapó, los nublados se presentan casi todas las mañanas, del mismo modo que no es extraño observar humedades relativas elevadas. Si las temperaturas continúan siendo altas (Copiapó 16,1°), en cambio hay una humedad atmosférica y algunas precipitaciones que benefician al suelo y que aprovecha la vida vegetal. De esta manera, ya en los alrededores de Copiapó se observa una vegetación xerófila extrema, y con ocasión de las lluvias prenden numerosas hierbas en los yermos vecinos. Se observa, pues, una atenuación del desierto, de la cual, por su importancia para regiones en donde ha imperado un clima tan despiadado como el que se estudió anteriormente, tiene gran importancia y tenemos que dar cuenta de ella. Puede decirse que este sector, en el cual el desierto se ve enriquecido cada vez más por las lluvias invernales, alcanza hasta el sur de Vallenar.

Si consideramos, en cambio, las precipitaciones en la alta cordillera, observaremos que ellas allí son notablemente mayores. Lluvias y nieve se observan con frecuencia en esos terrenos, y esto explica el que se constituyan algunos ríos con cauce permanente, que logran llegar hasta el mar. El río Copiapó es el primero de ellos. Las observaciones que disponemos de la laguna del Negro Francisco nos dicen que, si las lluvias son todavía escasas, perdura allí el régimen de lluvias estivales que hemos encontrado en el extremo norte. Estas lluvias parecen ser exclusivas de la alta montaña, como lo demuestra el hecho de que no se reconozca, en absoluto, un régimen semejante ni en Potrerillos ni en Copiapó. *Vallenar* puede servirnos de ejemplo del clima correspondiente al desierto marginal (Fig. 29).

La temperatura media anual es allí de 15,3°. Dos meses presentan la temperatura máxima de 19,4°: Enero y Febrero. El mes más frío es Junio, con 11,2°. La amplitud de la oscilación térmica anual es así de 8,2 grados. La oscilación diaria es mucho mayor: 15,2°, y esto a pesar de las frecuentes nieblas nocturnas, que impiden la pérdida de calor durante la noche. A pesar de que se encuentra situada a 50 kms. de la costa, por la abertura del valle del Río Huasco la amplia nubosidad de la costa se hace sentir en esta ciudad. Así, 104 días del año pre-

sentan nubes. Del mismo modo, la humedad relativa es elevada. En término medio para el año es de 70%, y, naturalmente, son los meses invernales los que la presentan más elevada. Las precipitaciones son todavía muy escasas. El promedio de Vallenar es de 69,7 mm., digamos 70 mm. Estas lluvias se presentan en forma de cuatro o cinco aguaceros,

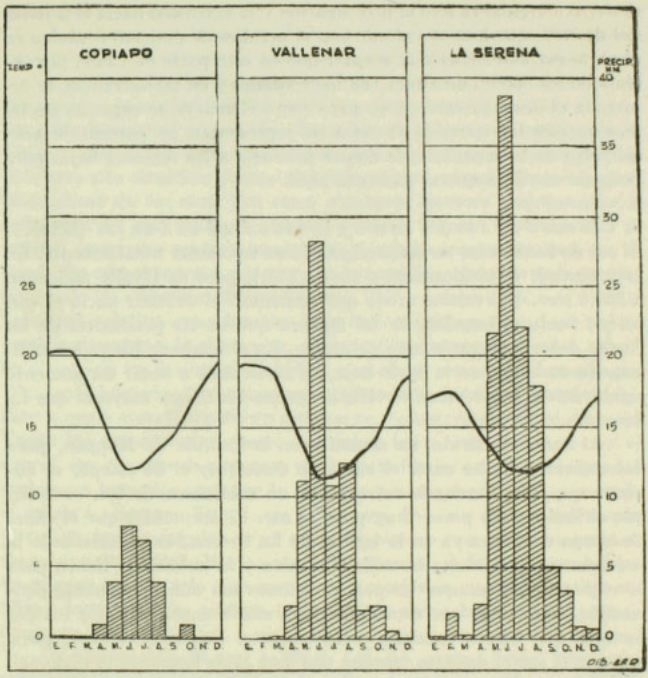


FIG. 29.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en el Norte Chico

que caen principalmente en los meses de Junio, Julio y Agosto. Durante todo el año dominan los vientos de W. Sólo en los meses invernales, con ocasión de las depresiones, se observan vientos del E.

Se advierte por la descripción anterior, que el clima de la mayor parte de Chile en esta latitud está bajo la directa influencia del mar, aunque nos encontremos a gran distancia de él. Las neblinas tan típi-

cas de la costa penetran al interior del país, hasta los 700 m. de altura. Así, Pabellón, en el interior del valle del río Copiapó, presenta todavía las frecuentes nieblas matinales características de la costa, y en el valle del río Husaco ellas llegan hasta la confluencia de los ríos Tránsito y del Carmen. Si consideramos que, además, la humedad relativa se presenta siempre con valores muy altos, se advierte que este desierto marginal es sólo la prolongación y la extensión hacia el interior del desierto que hemos tratado con el nombre de desierto oceánico en el norte extremo. Hay que aceptar que en esta parte de Chile, por encima de los 800 m. de altura, en los cordones y en las serranías, se desarrolla el desierto verdadero, pero como el relieve se organiza de tal manera que los terrenos elevados no representan un porcentaje considerable de la superficie, le damos primacía a las regiones bajas para designar al clima que se presenta aquí.

6. *Clima de estepa con nubosidad abundante.* (BSn).— Al sur de La Serena, ya las precipitaciones aumentan notablemente. En esta ciudad, ellas alcanzan a ser de 114,4, pero en Ovalle ascienden a 140,6 mm. Del mismo modo que aumentan al avanzar hacia el sur, crecen hacia el interior, de tal manera que en las pendientes de los Andes debe observarse más del doble. En el fondo de los valles andinos, sin embargo, en la parte baja, no se alcanza a notar un aumento significativo, y así Vicuña y Elqui apenas las tienen mayores que La Serena.

Al hacer el cálculo, de acuerdo con la fórmula de Köppen, para determinar el límite entre el clima de desierto y el de estepa, se advierte que a La Serena le corresponde un coeficiente de 0,8, es decir, que el límite debe pasar muy poco al sur. Si aceptamos que el clima de estepa comienza ya en la latitud de La Serena, es considerando la importancia que la alta humedad relativa y la nubosidad tienen para la vegetación, y aunque las precipitaciones son aún ligeramente deficitarias, estimamos que esta deficiencia está compensada por los dos factores que hemos señalado recientemente. Podemos estimar, pues, que por el sur el desierto termina con una línea ligeramente diagonal, que penetra al país, desde La Serena, orientándose suavemente hacia el NE. Es muy posible que para muchas personas acostumbradas a considerar el límite del desierto en el sitio en donde aparecen los primeros cauces de agua que logren llegar al mar, les llame la atención el que nosotros lo hayamos prolongado tan notablemente hacia el sur. En efecto, cuando se viaja hacia el norte, se observa que, gracias a la existencia de estos cauces permanentes de agua y a las lluvias de la zona cordillerana que se presentan sobre los 2.000 m. ya en forma de nieve, existe un riego que da áreas verdes, dulcificando extraordina-

riamente la adustez del paisaje; pero, como lo señala muy bien Almeyda, sólo en Chile no llamamos desierto a regiones que, con las temperaturas que allí se presentan, tienen precipitaciones inferiores a los 100 mm. Si deseamos hacer comparables nuestros conceptos climáticos con los que se emplean para el resto del mundo, tendremos que convenir, pues, que el desierto alcanza con su extensión hasta donde hemos señalado.

A lo largo del litoral, esta región recibe la influencia del mar, la cual penetra notablemente hacia el interior, gracias a la disposición de los relieves. La Cordillera de la Costa, que en el norte desértico se presentaba, la mayoría de las veces, como un muro, el cual se elevaba de golpe hasta mil metros de altura, no se observa en esta parte de Chile y, por el contrario, los relieves se disponen en cordones perpendiculares a la dirección general del país, entre los cuales corren las amplias abras de los ríos. Por estas aberturas penetra ampliamente la influencia del mar hacia el interior, y así en Vicuña, Paloma, etc., se pueden reconocer perfectamente las características climáticas del litoral. De esta manera, gran parte de la superficie del país se encuentra aquí bajo la influencia directa del mar. Por su alta nubosidad y por la humedad relativa considerable, esta región pudiera separarse de las estepas situadas más al interior, agregándole, tal vez, la letra n., como en el caso de los desiertos. Debido a que ahora nos encontramos en un clima más húmedo, las frecuentes neblinas mojadoras del litoral no llaman tanto la atención, pero no son menos frecuentes que en el desierto. Tanto las camanchacas, como las nubes bajas, tan frecuentes en el litoral, son capaces de provocar verdaderas lluvias en el interior de los ambientes boscados que, por la costa, se presentan ya desde poco más al sur de La Serena: Fray Jorge y Talinay. De esta manera, salta a la vista otro hecho singular en un clima de estepa, que no alcanza a dar, si consideramos sólo la lluvias, un índice de aridez suficiente para hablar de estepa: gracias a la alta humedad atmosférica, las nubes y las neblinas frecuentes, es posible la existencia del árbol en asociaciones boscosas.

La Serena, situada casi a 30° de Lat. S y junto al mar, tiene una temperatura media anual de 14,4°, esto es, casi un grado menos que Vallenar. Una gran homogeneidad térmica caracteriza a esta estación: el mes más frío es Julio, con 11,9°, y el más cálido, Febrero, con 17,6°. La oscilación térmica anual es sólo de 5,7°. La oscilación térmica diaria se mantiene también dentro de círculos modestos. En promedio, durante el año es sólo igual a 8,1°.

Como corresponde a su latitud relativamente avanzada, los vientos dominantes son los del oeste. Durante los meses estivales presentan ellos su mayor frecuencia: 38 y 41% para los vientos del W y del NW,

respectivamente. En el invierno, la frecuencia de estos vientos disminuye al 29 y 20%, en beneficio del viento norte, que sube a un 19% para la estación invernal. Es durante el invierno la única oportunidad en que los vientos del E logran tener una frecuencia del 9%, siendo en las otras casi desconocidos. Estas mayores frecuencias de los vientos del N y del E debemos atribuirla a la existencia de depresiones barométricas que, con su paso, crean condiciones favorables para la producción de los vientos mencionados.

Debido a la vecindad del mar, la humedad relativa es elevada. Ella es más baja durante los meses estivales y mayor en los invernales, pero siempre vecina del 80%, que es su valor medio anual: 77% en Enero y 81% en Julio. La alta nubosidad se acusa inmediatamente, si se apunta que 100 días del año son nublados y sólo 72,2, despejados. Esta alta nubosidad no está, en absoluto, de acuerdo con las cantidades de agua caída: el promedio anual arroja solamente 114,4 mm. Las lluvias se producen en los meses desde Mayo hasta Agosto. En estos cuatro meses caen 100 mm. de precipitaciones, es decir, un 87% del total. El modesto caudal de las precipitaciones se ve aumentado, sin embargo, para los efectos biogeográficos, por las abundantes neblinas y las lloviznas: 45,4 días del año presentan lloviznas y 25,6, neblinas. Las lloviznas se presentan, de preferencia, en los meses secos, y constituyen un modo de precipitación no despreciable.

Puede calificarse a este clima como curioso.

Ovalle, situado 75 kms. más al sur y a 50 kms. del mar, presenta todavía idénticas características climáticas, con variantes que conviene anotar. Desde luego, la temperatura es más elevada: promedio anual de 15,3°. Enero y Febrero presentan las temperaturas máximas, con 19,6°; el mes más frío es Julio, con 11,2°. Si la amplitud de la oscilación anual no es muy superior a la de La Serena, la de la oscilación diaria es bastante mayor: 14,4°, es decir, exactamente el doble. En los meses de Noviembre y Diciembre, esta fuerte amplitud sube a 15,9 y 15,8°. Las precipitaciones son más abundantes: 140,6 mm. anuales.

7. *Clima de estepa con gran sequedad atmosférica* (BSt).—A este clima con franca influencia marina tenemos que oponer el de las regiones más internas o elevadas, a las cuales no alcanza a llegar la influencia de las neblinas y nublados. Por el valle del río Limarí parece que éstas penetran hasta los 600 m. de altitud. Más arriba domina un clima de cielos limpios, de baja humedad atmosférica y de temperaturas más elevadas.

Ya se ha hecho notar que en esta parte de Chile, la temperatura, en vez de decrecer con la altura, aumenta. Almeyda supone así que en los valles de los ríos Hurtado Alto, Turbio y Grande, deben presentarse

promedios térmicos anuales de 17°, lo que es muy probable. Como no poseemos observaciones termométricas de estas lugares, no podemos señalar la posición de las máximas y mínimas anuales. En todo caso, es fácil suponer que la amplitud anual crezca un poco. La amplitud diaria debe ser, en cambio, notablemente más fuerte, y no será raro encontrar amplitudes de 18 y 20°. Como ya se ha dicho, en los valles altos domina un clima luminoso y seco. La humedad relativa debe bajar, como promedio anual, a valores no superiores al 50%, y aun mucho menores. Las lluvias son extraordinariamente variables, y las variaciones dependen principalmente de la orientación de los cordones. Así, Combarbalá tiene 250 mm. como promedio anual.

Probablemente, *Jahuel*, que tiene buenas observaciones, nos sirva para ayudarnos a tener una idea del clima que domina en el interior. El promedio térmico anual es de 15,7°. El mes más cálido es Enero, con 21,8°, y el más frío, Junio, con 10,4°. La amplitud térmica anual es, pues, de 11,4°. La amplitud térmica diaria de Jahuel no es muy considerable: su valor medio en el año es de 13,6°, pero en los meses estivales sube de 16°. A este respecto hay que considerar que Jahuel está situado en una amplia cuenca y no en el fondo de un valle, en donde las amplitudes térmicas se ven, por esa circunstancia, exageradas.

La humedad relativa no es muy baja: 60% como promedio anual.

2. *Climas templado-cálidos con humedad suficiente* (Cfa, Csb)

Descendiendo de norte a sur por la costa, ya en Zapallar encontramos que las precipitaciones tienen valores satisfactorios. Con una temperatura media anual de 14,2°, las lluvias se presentan con un promedio anual de 384,3 mm. Hecha la relación correspondiente, se advierte que los valores se igualan, es decir, pasamos de los climas secos a los con humedad suficiente. Las precipitaciones aumentan hacia el sur: así en Quillota ellas totalizan 432,7, en Llay-Llay 510,4 y en Valparaíso 479,7 mm.

Estas circunstancias crean condiciones de vida cada vez más favorables para el árbol, y empieza a generalizarse el matorral de tipo mediterráneo, alternado con áreas boscosas en los sitios en donde las precipitaciones se ven aumentadas por efecto del relieve. Así encontramos bosques de *Nothofagus* en los cerros de El Roble, de la Campana y en las serranías situadas al suroeste de Santiago, representando asociaciones que atestiguan, cada vez con mayor claridad, el aumento de las precipitaciones. Hacia el norte, en las serranías expuestas directamente a la acción del viento marino, encontramos bosques de plantas

mesófilas, que algunas veces todavía se conservan con cierta densidad, a pesar de su explotación despiadada.

Podemos decir, pues, que en este sector del país los climas templado-cálidos con humedad suficiente empiezan a desarrollarse.

Por lo avanzado de la latitud (33°), nos encontramos ya en una parte en donde, por lo menos durante una época del año, las regiones quedan fuera de la influencia del anticiclón del Pacífico (invierno), y las depresiones barométricas tienden a presentarse cada vez con mayor frecuencia. Son estas depresiones las que acarrean las lluvias, cuando determinan condiciones favorables para el establecimiento de los vientos N y NW. Estos vientos son los que producen las lluvias, puesto que representan aportes de aire húmedo y cálido que, al chocar con las masas de aire frío, se ven obligados a ascender, expulsando su humedad en forma de lluvias. Las lluvias ciclonales se ven exageradas por la influencia del relieve, cada vez que ésta se organiza en dirección conveniente. Cuando los cordones se presentan transversales al país, u organizados en rinconadas, detrás de los cordones se producen áreas secas, mientras que en las vertientes de barlovento se observan precipitaciones exageradas. Así sucede, por ejemplo, con las serranías del noroeste de Santiago, en donde encontramos hacia barlovento grandes lluvias, mientras que en los llanos situados a sotavento se presenta un déficit notable de precipitaciones.

Como ya las variaciones de la humedad empiezan a perder interés, puesto que ella casi siempre es suficiente, la división que hemos venido haciendo de climas con influencia del mar y climas interiores pierde su fecundidad, y es un poco inútil sostenerla.

Dentro de la notación de Köppen, a estos climas corresponde la notación Cs, puesto que tienen una estación seca que coincide con el verano. A este respecto hay que advertir que esta estación seca es muy prolongada en la parte norte; y en la medida que se avanza hacia el sur, la estación lluviosa empieza a tomar cada vez más desarrollo, hasta que en el sur abarca todo el año. En Santiago pueden considerarse como lluviosos sólo los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. Septiembre todavía ve algunos aguaceros, pero ellos no son seguros, ni cuantitativamente importantes. En cambio, en Concepción, por lo menos ocho meses del año son lluviosos, considerando la relación que Köppen establece con el mes más rico en precipitaciones. Al mismo tiempo, las temperaturas se conservan relativamente elevadas. Sin embargo, las del mes más cálido no sobrepasan sino muy excepcionalmente los 22°, por lo cual le corresponde a estos climas la notación b. La notación de estos climas será, pues, Csb.

Debido a que la humedad, en general, ahora es suficiente y que las temperaturas varían poco con la latitud, tendremos que las áreas

alcanzadas por este tipo de clima será bastante considerable y que cubrirán casi todo el país en su ancho. De esta manera, sólo las altas cumbres andinas, darán ocasión a una débil faja de clima de montaña, primero, y helado después, que han sido convenientemente representadas en el mapa, aunque su importancia geográfica en el norte no tiene mayor importancia. Ellos, en cambio, hacia el sur, toman cada vez más desarrollo, y en la Región de Los Canales tendrán un área considerable.

A este mismo grupo de climas, con temperaturas elevadas, sin embargo, pertenece el que encontramos en la isla de Pascua. Como hemos tenido ocasión de decirlo, el clima de esta lejana isla chilena es muy vecino de los climas A, pero debido a que la temperatura del mes más frío es inferior a 18°, le corresponde figurar entre los climas C. Puesto que, por otra parte, las precipitaciones del mes más seco no alcanzan a ser inferiores a un tercio del mes más húmedo, no podemos reconocer en ella una estación seca.

Comenzaremos la descripción de los climas templado-cálidos con humedad suficiente, con el clima de la isla de Pascua.

8. *Clima templado-cálido con lluvias en todo el año.* (Cfa).—La *isla de Pascua* se encuentra situada a cerca de dos mil millas de la costa chilena, frente a Caldera, es decir, a los 27° de Lat. S y a los 109° de Long. W. Se encuentra, pues, bajo la acción directa del anticiclón del Pacífico, que condiciona directamente su clima. Los vientos dominantes son del E y del SE, los cuales comprenden un 38% de frecuencia. Es en Enero cuando estos vientos (aliseos) se presentan con mayor regularidad, de tal manera que tienen una frecuencia vecina del 60%. En Julio, en cambio, se presentan apenas con un 9% de frecuencia, mes del año en el cual son los vientos del NW los que tienen una débil predominancia (18%). Sobre la isla, pues, domina la influencia de los aliseos, los cuales se presentan con gran nitidez en los meses de verano, en tanto que durante los de invierno ella queda fuera de su influencia, y empiezan a predominar los vientos del oeste, que son los dominantes en las regiones extratropicales. Son estos últimos los que presentan una mayor fuerza, y el record de la isla lo detenta el viento del oeste con fuerza 8 para los cinco años de observaciones a que se refieren estas notas.

De acuerdo con este régimen de vientos, las precipitaciones deben presentarse todo el año, puesto que el aliseo se conducirá como viento húmedo. En efecto, si observamos el cuadro de las precipitaciones, observaremos que ellas caen durante todo el año, pero se acusan claramente dos meses en los cuales ellas tienden a ser realtivamente escasas: Febrero y Octubre. En realidad, el régimen pluviométrico de la Isla

de Pascua acusa (véase la Fig. 30) dos máximas y dos mínimos. Los meses de máximas lluvias corresponden a Enero y a Junio. La primera máxima se debe a las fuertes temperaturas estivales, que corresponden a la posición cenital del sol. No es éste, sin embargo, el mes más lluvioso del año, sino Junio, en el cual, por estar la isla bajo la influencia de las depresiones extratropicales, presenta lluvias continuadas y generalizadas, análogas a nuestras lluvias de invierno. Las precipitaciones estivales, en cambio, son rápidas y de reducida área. Esas abundantes lluvias invernales son seguidas, de inmediato, por los meses con menos lluvias: Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, en el último de los cuales las precipitaciones bajan, en promedio, a 53 mm., es decir, es un verdadero mes seco.

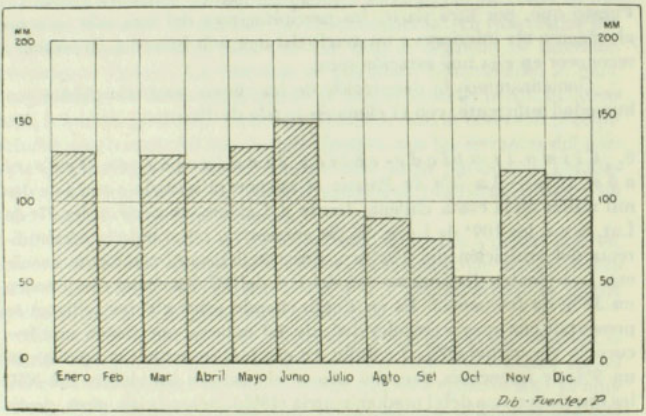


FIG. 30.—Precipitaciones medias mensuales en la isla de Pascua.

La efectividad de la lluvia, a pesar de promediar 1.284,4 mm., no es muy grande, sin embargo, por la naturaleza volcánica de la isla. Las rocas, principalmente cineritas, tobas y lavas porosas, absorben con gran rapidez el agua caída, y sólo en ocasión de grandes aguaceros se ve escurrir ésta superficialmente. Debido a esta circunstancia, la isla no presenta buenas condiciones para el árbol, y sólo se desarrolla una vegetación herbácea. En los estanques naturales, formados por los cráteres de los volcanes, ella se almacena, y es posible que allí se hayan desarrollado, en el pasado, asociaciones arbóreas importantes.

Correspondiendo a su situación oceánica, las temperaturas en Pascua son muy homogéneas. El promedio térmico anual es de 19,9°.

El mes más cálido es Febrero, con 23,3°, mes en el cual se produce un descanso en las precipitaciones, y ellas no concurren para rebajar la temperatura. El mes más frío es Julio, con 17,1°. La amplitud de la oscilación térmica diaria es de 6,9°. Finalmente, una humedad atmosférica alta y relativamente constante concluye de caracterizar este clima. Los cuatro primeros meses del año presentan una humedad relativa inferior a un 80%, en tanto que todos los restantes suben débilmente por encima de esta cifra (Véase la Fig. 32).

9. *Clima templado-cálido con lluvias invernales.* (Csb).—El clima Cs se desarrolla en Chile, según los márgenes numéricos de Köppen, desde una línea que, por el norte, uniría puntos situados débilmente al norte de Zapallar, Jahuel, San Felipe y los Andes, hacia el sur. La necesidad de hacer divisiones dentro de él, para nuestro caso se ha impuesto. El mismo Köppen ha concebido un Clima Cfs para las regiones en donde las precipitaciones invernales, con ser mucho mayores que las estivales, no permiten hablar de una estación seca, debido a la abundancia de ellas. Así, Valdivia tiene precipitaciones estivales que son menos de un tercio de las del mes más lluvioso invernal, pero ellas, de todos modos, son tan abundantes, que no permiten hablar de una estación seca.

Esto nos ha llevado a la necesidad de definir lo que debemos entender por un mes seco. Para los efectos de lo que sigue, se ha entendido que un mes es seco, cada vez que las precipitaciones, medidas en mm., son menores que la temperatura del mes, más 33. De este modo, ha resultado muy fecundo averiguar cuáles estaciones tienen más de cuatro meses secos y cuáles menos, y hemos considerado oportuno hacer una división de los climas Cs. desde este punto de vista. Aplicando el criterio anunciado arriba, Santiago tiene solamente cuatro meses del año que pueden calificarse de lluviosos: Mayo (60,2 mm.), Junio (86,2 mm.), Julio (77,2 mm.) y Agosto (57,4 mm.). En el caso contrario, Concepción tiene ocho meses del año con humedad suficiente y sólo pueden calificarse como meses secos cuatro estivales.

Vamos a dividir, pues, el área ocupada por el clima Cs., definido como lo hace Köppen, de acuerdo con el siguiente criterio:

Csb_1 = Clima con estación seca prolongada (ocho a seis meses secos).
Csb_2 = Clima con estación seca y lluviosa semejantes.
Csb_3 = Clima con estación seca breve (menos de 4 meses).

9a. *Clima templado-cálido con estación seca prolongada (8 a 6 meses).* (Csb_1).—Las estaciones de este tipo deben tener temperaturas del mes más frío inferiores a 18° y superiores a —3°. Fuera de esta condición, deben presentar de 4 a 6 meses con hu-

medad suficiente. Comprende toda el área del país situada por debajo de los 1.500 m. de altitud, entre el límite sur del clima estepario, hasta una línea que, desde Faro Carranza, corte el país, pasando débilmente al sur de Talca. Linares y Panimávida ya pertenecen al clima situado inmediatamente más al sur. Vamos a describir este clima a base de Santiago y Talca (Figs. 31 y 32).

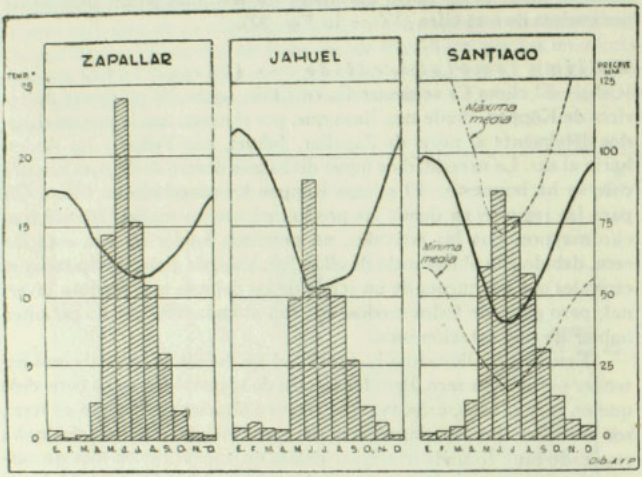


FIG. 31.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en la parte septentrional del Valle Central.

Santiago presenta una temperatura media anual de 13,9°. El mes más cálido es Enero, con 19,9°. El mes más frío es Julio, con 8,0 grados. Existe, pues, una amplitud térmica anual de 11,9°. La amplitud diaria del termómetro, en cifras medias, es muy considerable, y ya hemos tenido oportunidad de hacer notar como uno de los rasgos más característicos del clima chileno es esta alta oscilación térmica diaria. En término medio, es para el año igual a 15,0 grados, pero en los meses de verano sube hasta 17,5, en Enero. Uno de los rasgos más importantes del clima de Santiago es el notable refrescamiento de la temperatura en las primeras horas de la anochecida, durante los meses estivales. En los meses invernales, en cambio, la amplitud de la oscilación térmica diaria baja a 10,7°. Santiago tiene como record de temperatura observada una que se leyó en el mes de Diciembre, en que el termómetro

subió a 37,2°. La temperatura invernal más baja registrada, en cambio, es apenas de —4,6 grados. Se advierte, por estas observaciones, que Santiago puede presentar excesos térmicos y que ellos son sensibles sólo en el sentido de temperaturas elevadas.

Las precipitaciones se presentan acumuladas en los meses invernales, y particularmente en los de Mayo (60,2 mm.), Junio (86,2 mm.), Julio (77,2 mm), y Agosto (57,4 mm.). Estos son los únicos meses que se pueden llamar lluviosos, de acuerdo con los márgenes que hemos escogido. Septiembre tiene sólo 29,8 y Abril apenas 13,6 mm. Estas lluvias son ciclonales, las cuales se ven exageradas por efecto del relieve, de tal manera que la cantidad de precipitaciones crece notablemente con la exposición del relieve al viento marino. El régimen, sin embargo, permanece sensiblemente el mismo. Un rasgo muy importante es la gran variabilidad que presentan las lluvias. El índice de variabilidad ha sido calculado por Almeyda, y arroja una relación de 12 para Santiago, esto quiere decir que hay que multiplicar por 12 las aguas caídas en el año más seco, para tener las precipitaciones del año más lluvioso. El ciclo de 11 años que se ha reconocido en la pluviosidad para Chile central, se descompone de la siguiente manera: 5 años lluviosos, contra 6 con lluvias por debajo de las normales.

Los vientos productores de las lluvias son siempre del norte y del noroeste, que traen la influencia del mar sobre las tierras. Los dominantes, en cambio, son los vientos del S y del SW, con los cuales se observa buen tiempo. En la costa, sin embargo, estos vientos alcanzan gran fuerza y persistencia durante la estación estival, dando un rasgo muy típico para los sectores litoráneos del país. Al penetrar al interior, ellos pierden notablemente su fuerza.

Talca, situada hacia el extremo sur de este primer sector del país, con clima mediterráneo, presenta ya cinco meses que se pueden calificar de lluviosos. Las precipitaciones, que en Santiago promediaban 359,2 mm., en Talca alcanzan a 749,8 mm., como promedio anual. Ellas son, pues, mucho más abundantes también. Es Septiembre el otro mes que puede calificarse como lluvioso para Talca. Ellas alcanzan su máximo en Junio, en que, como promedio, se miden 182,8 mm. de agua caída.

Desde el punto de vista térmico, Talca ve exageradas las características que hemos marcado para Santiago. La temperatura media anual es de 14,5°, es decir, 0,6 grados más elevada que la de Santiago, a pesar de encontrarse situada unos 300 kms. más al sur (lo que se explica por la menor altitud). La amplitud de la oscilación anual es de 13,1°, siendo el mes más frío el de Julio, con 8,5°, y el más cálido, el de Enero, con 21,6°. Del mismo modo, la amplitud de la oscilación diaria

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

es mayor: 14,4° en promedio para el año, pero en Diciembre ella alcanza a ser de casi 19° (Fig. 32).

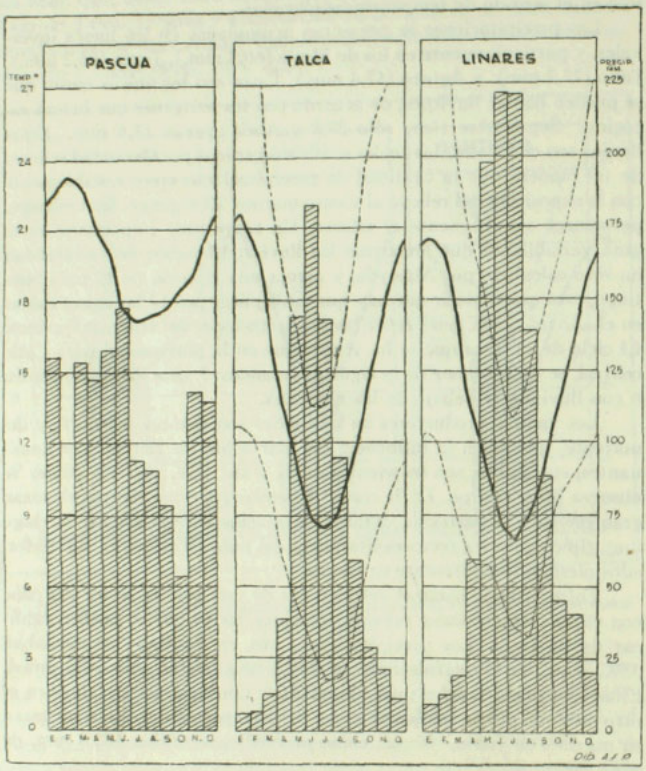


FIG. 32.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en la isla de Pascua y la parte central del Valle Central

Este clima con notables oposiciones térmicas, se ve, naturalmente, atenuado en sus caracteres hacia el mar, en donde encontramos estaciones que se singularizan por la constancia y homogeneidad de las temperaturas. En Constitución, por ejemplo, la amplitud térmica anual es de 7,5° solamente, y la de la oscilación térmica diaria baja a

10,7°. En San Antonio, la amplitud térmica anual es más reducida aún: 5,5°, y la oscilación diaria del termómetro es de 7,3°, como promedio anual.

Al mismo tiempo, las precipitaciones son mayores. En los primeros tramos de la costa, ellas son notablemente mayores que en el llano intermedio, debido a la existencia de los relieves costeros. Estas precipitaciones, por efecto de la acción de la montaña, también crecen hacia el interior del país, y en el mapa de lluvias, al que nos hemos referido en otra parte, se pueden advertir los altos valores que ellas alcanzan en las pendientes de los Andes y en las faldas de la Cordillera de la Costa. La cifra de precipitaciones de Santiago (360 mm. más o menos), puede compararse a este respecto con la suma anual de San José de Maipo (638 mm.) y con la de Valparaíso (479,7 mm.).

9b. *Clima templado-cálido con estación seca y lluviosa semejantes (6 a 4 meses secos).* (Csb_2).— Ya al sur del río Maule, la estación lluviosa tiene un desarrollo más considerable, de tal manera que la mayoría de los meses del año son lluviosos, al mismo tiempo que las precipitaciones anuales sobrepasan los 1.000 mm., por regla general. Si las temperaturas no ofrecen modificaciones notables todavía, estos dos hechos nos inducen a considerar a los climas que se presentan más al sur, como pertenecientes a una categoría aparte. *Linares*, por ejemplo, presenta ya un total medio anual de 1.076 mm. de precipitaciones. El promedio térmico, en cambio, es el mismo de Santiago (13,9°). Las lluvias se distribuyen en el año de acuerdo con el régimen mediterráneo, pero sólo los meses de Noviembre a Marzo pueden calificarse de secos. Abril tiene ya casi 60 mm. de precipitaciones, y aunque las temperaturas se conservan todavía bastante altas, ellas no logran equiparar los valores del pluviómetro (13,3°) (Véase la Fig. 32).

Por la costa, este clima empieza con Constitución (35° 22′ de Lat. S), es decir, un poco más al norte que por el Valle Longitudinal. Debido al notable desarrollo que alcanzan aquí las terrazas litoráneas, los sitios situados en el borde del mar no presentan ninguna exageración de las precipitaciones, de tal manera que Faro Carranza no alcanza a los 1.000 mm.

Por el sur, este clima parece alcanzar hasta algo más al norte de Los Angeles. Se ha estimado que el río Laja es un buen límite de su extensión por el sur. En efecto, en *Los Angeles* podemos considerar como meses secos solamente a los de Diciembre, Enero y Febrero. Ya Marzo presenta un promedio de 51,1 mm., esto es, 14,8 más de los que son necesarios para calificarlo de mes lluvioso. La temperatura media anual

es de 13,5° C., apenas 4 décimos inferior a las de Santiago. La suma anual de las precipitaciones, en cambio, sube a 1.311 mm.

Dos estaciones nos van a servir para caracterizar este clima: Linares y Concepción, la primera en el Valle Longitudinal y la segunda cerca de la costa. De esta manera nos será posible sorprender también la influencia que tiene la vecindad del mar sobre este clima.

Linares (35° 51' de Lat. S) se encuentra situada a 157 m. sobre el nivel del mar, en medio del Valle Longitudinal. Su promedio térmico anual es de 13,9°, ligeramente inferior al de Talca, pero idéntico al de Santiago. Las temperaturas, pues, se conservan aún elevadas. El mes más cálido es Enero, con 20,5 grados. En esta época del año, las temperaturas superiores a 30° son frecuentes: la máxima media para Enero es de 29,9°, y el termómetro ha subido hasta 38,5°. Si en los meses estivales los calores son notables, en los de invierno los fríos no son pronunciados. El mes más frío es Julio, con 8,0°. El termómetro, sin embargo, sólo excepcionalmente llega a 0°, ya que la mínima media para la estación es de 8,0°. La amplitud de la oscilación diaria es, en general, fuerte: 12,6 grados como promedio anual.

Las precipitaciones, como se ha dicho anteriormente, se acumulan a lo largo de siete meses del año. Pueden calificarse como secos los de Noviembre a Marzo. Abril presenta ya casi 60 y Octubre 45,1 mm. El promedio anual de agua caída es de 1.076 mm. Las precipitaciones invernales son lluvias típicas del tipo ciclonal, es decir, precipitaciones de modesta velocidad, pero que perduran durante un tiempo considerable. En el verano no es raro observar algunas tormentas, y en las estaciones intermedias, temporales acompañadas de granizo. Las heladas son frecuentes en los meses invernales, pero son las de Septiembre y Octubre las que ocasionan mayores daños en la agricultura.

Concepción, por el sur, y cerca del mar, nos va a servir para completar los caracteres del cuadro que hemos comenzado a esbozar (Fig. 33).

Gracias a su situación marítima, las oposiciones del termómetro se ven aquí notablemente reducidas: el mes más cálido del año es Enero, con sólo 18,5° de promedio. Las frescas temperaturas del verano se ven, sin embargo, atenuadas por alzas o bajas periódicas del termómetro, debidas a la existencia de depresiones barométricas que crean las condiciones necesarias para el establecimiento de temperaturas anormalmente altas. De esta manera, en Concepción no es raro observar en los veranos temperaturas superiores a los 36°, y en alguna oportunidad el termómetro ha subido a 37,5°. Las máximas medias, sin embargo, permanecen sensiblemente bajas: 25,8° para el mes de Enero. El mes más frío es Julio, con 9,6°. Respecto de las bajas temperaturas invernales, no se puede decir lo mismo que respecto de los calores del verano. Esto es, las mínimas sólo excepcionalmente alcanzan

los 0°. La mínima media para el mes de Julio es de 6,8° y para Agosto de 5,4°. Al parecer, la temperatura más baja que se ha observado en Concepción apenas alcanzó los —3,0°.

La amplitud térmica diaria, sin embargo, no es modesta. Los márgenes dentro de los cuales se mueve el termómetro, en promedio para el año, son los 11,6°. Sólo en los dos meses más calurosos del verano este valor sobrepasa los 14°.

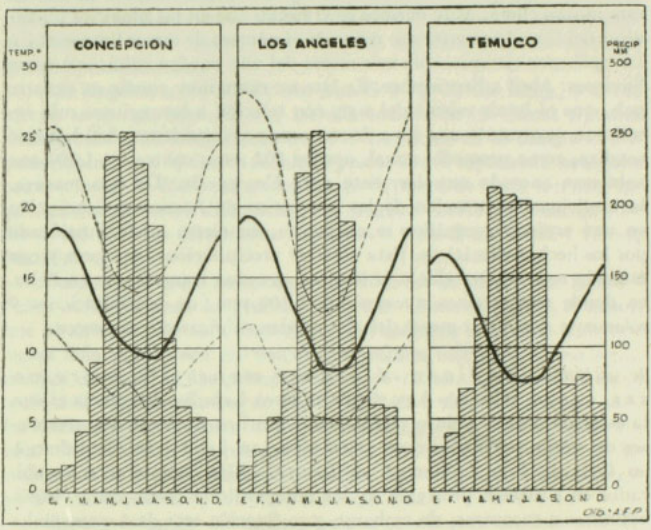


FIG. 33.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en Concepción y la Frontera.

Muy interesante es el régimen de vientos que acusa esta estación. Durante los meses invernales, el viento norte con fuerza tres, en promedio, es el dominante. A partir de Septiembre, sin embargo, el del SW es el que adquiere preponderancia. Solamente en Diciembre y en Enero el viento sur merece considerarse.

Las precipitaciones alcanzan a ser de 1.320 mm. (promedio de 1911-43). En realidad, esta estación posee observaciones desde 1876; el promedio difiere poco del anterior (1.316 mm.). Deben calificarse como meses húmedos los que corren entre Abril y Noviembre inclusives. Diciembre a Marzo son meses francamente secos. Octubre y Noviem-

bre deben calificarse como meses con humedad suficiente, pero en los cuales ésta alcanza apenas los valores necesarios para que esos meses no se califiquen como secos.

Este subtipo de clima, que por el norte empieza a desarrollarse al sur del río Maule, y al que hemos señalado su límite austral en la línea formada por el Laja y el Bío-Bío, en realidad continúa hacia el sur, y lo encontramos por las planicies litoráneas al sur del río Bío-Bío. Lota, Coronel, Arauco y la península del mismo nombre presentan este mismo clima. Muy curioso es el hecho que en las planicies pliocénicas del litoral encontremos reducido el número de meses lluviosos. En Lavapié, por ejemplo, sólo seis meses del año pueden calificarse como lluviosos: Abril a Septiembre. Es éste un rasgo muy común en nuestro país, que al borde mismo del mar, con relación a las regiones más interiores, se presente una zona de menores precipitaciones. Así, Lavapié totaliza, como promedio anual, apenas 802 mm., contra los 1.300 que habíamos anotado anteriormente para Concepción. De esta manera, la tradicional agrupación de las provincias de Arauco y Concepción en una entidad geográfica se encuentra, en cierto modo, justificada por los hechos climáticos. Esta zona de precipitaciones menores y con estación seca equiparable a la lluviosa, termina francamente en Lebu, en donde encontramos nuevamente 1.300 mm. de precipitaciones y solamente dos o tres meses del año pueden calificarse como secos.

9c. *Clima templado cálido con menos de cuatro meses secos.* (Csb_3).—A partir de la línea Laja-Bío-Bío hacia el sur, la estación seca se reduce rápidamente. En Los Angeles, sólo tres meses del año pueden calificarse como secos, en Lebu 2, en Contulmo 2, en Traiguén 3, en Cullinco 1, en Temuco 2. En algunos sectores ubicados en situación protegida de los relieves de la costa, como Angol, volvemos a encontrar, sin embargo, una estación seca de 4 meses; ellos son como islotes avanzados del clima que hemos visto desarrollarse más al norte; fuertes oposiciones térmicas ayudan a darle individualidad.

Esta área climática va a presentar una variabilidad mayor que las que hemos estudiado anteriormente, debido a la existencia de factores que favorecen la continentalidad y que diferencian notablemente el clima que se presenta en las partes adosadas al mar, de las que se desarrollan hacia el interior. Con relación a Cullinco o a Contulmo, el clima de Temuco presentará notables diferencias, si se estiman los valores de la pluviometría y de las temperaturas. Mientras la amplitud térmica diaria en Cullinco es de 11,2°, como promedio anual, en Temuco se eleva a 11,5°. La oscilación térmica anual en el primero es de 6,5°, en el segundo de 9°. Las precipitaciones, que en Contulmo son vecinas de los 2.000 mm., en Temuco apenas llegan a 1.360 mm.

Es imposible, dentro de los marcos del presente estudio, dar cuenta de todas las variaciones que se presentan en esta parte de Chile, debidas principalmente a la influencia del relieve. La continentalidad que se acusa tan nítidamente en Temuco, se pronuncia más en el interior de la Cordillera de los Andes, en donde el gran valle de Lonquimay está duramente caracterizado por ella. Vamos a estudiar, pues, en un conjunto, estos climas, tratando de dar varios ejemplos, para que se adviertan las notables diferencias que se presentan en esta parte del territorio. Dos estaciones en el Valle Longitudinal, una en la costa y otra en el interior de los Andes, nos permitirán captar la gama de variantes que debemos destacar.

Los Angeles, a los 37° 28' de Lat. S y 72° 21' de Long., y a 160 mts. s. n. m., permite advertir las diferencias con los climas tratados anteriormente. Es incuestionable que la transición en el terreno es imperceptible y que el límite señalado por nosotros representa una línea convencional, de fácil ubicación. Desde el punto de vista térmico, todavía no se advierten diferencias. Los Angeles tiene 13,5° como promedio anual. El mes más frío es Julio, con 8,5°, y el más cálido, Enero, con 19,3°.

Pueden calificarse como meses de calor los de Diciembre, Enero y Febrero. Marzo tiene 2,5 grados menos que Febrero, y Abril, 3° menos que el anterior. De esta manera, el enfriamiento es rápido. Los tres meses más cálidos son los únicos que pueden calificarse como secos, aunque en realidad las precipitaciones no faltan. La amplitud de la oscilación térmica anual es de 10,8°, valor muy alto para nuestro país. La oscilación diaria media anual de 11,9°, sin embargo, no representa una cifra elevada. Las precipitaciones totalizan 1.310,9 mm., de las cuales el 90% caen de Abril a Noviembre. Sólo el 10% restante corresponde a los meses de Diciembre a Marzo.

Temuco, a los 38° 45' de Lat. sur y a 114 m. s. n. m., nos procura un cuadro que nos permitirá completar las posibilidades climáticas de esta parte de Chile, por el interior del Valle Longitudinal. El promedio térmico anual es de 11,8° solamente, es decir 1,7° menos que en la estación anterior. Julio, mes más frío, presenta 7,6° y Enero, con las temperaturas más elevadas del año, un promedio de 16,6°. Estas temperaturas, en general, notablemente más bajas que las que habíamos observado en Los Angeles, están acompañadas sensiblemente por la misma cantidad de lluvias: 1.359 mm. Ellas, sin embargo, aparecen ahora mejor distribuídas, de tal manera que sólo dos meses pueden calificarse como secos: Enero y Febrero, con 31 y 41 mm, respectivamente. Marzo es ya un mes lluvioso, con 71 mm. de promedio. Lo mismo puede decirse de Diciembre, que tiene casi 59 mm.

Un rasgo muy notable de Temuco, y que confiere a su clima una

singularidad bien clara, es la mayor amplitud de la oscilación térmica diaria. En promedio durante el año, ella es de 11,5°, pero en los meses estivales llega a valores muy superiores.

En las estaciones situadas a lo largo de la costa de este sector, el clima se atempera notablemente por la influencia del mar, en lo que se refiere a las temperaturas, al mismo tiempo que las precipitaciones aumentan. En Contulmo, las precipitaciones anuales totalizan en promedio 1.950 mm., esto es, casi 600 mm. más que en Temuco y Los Angeles. Esta considerable cantidad de agua cae, sin embargo, con el mismo régimen: sólo dos meses del año pueden considerarse como secos: Enero y Febrero, con 40 y 43 mm., respectivamente. Marzo presenta ya 85 mm. El promedio térmico anual es aquí de 12,6°. Julio es el mes más frío, con 9°; y Enero, el más cálido, con 17°. La amplitud de la oscilación térmica anual es de sólo 8°. La oscilación diaria de la temperatura es mayor que en Los Angeles, a pesar de su posición marítima: 12,4°.

La continentalidad, que en Temuco ya se acusa, es mucho más notable en Curacautín. Donde alcanza a constituir, sin embargo, un rasgo definido del clima, es en el interior de la cuenca de Lonquimay. Aquí, un cordón importante de la Cordillera de Los Andes, separa a una porción deprimida del área montañosa, y se observarán rasgos típicos, aunque atenuados por la altura.

Lonquimay, situado a 38° 26′ de Lat. S con 71° 25′ de Long. W y a 900 m. s. n. m., nos ofrece un promedio térmico anual de sólo 8,5°. Este bajo promedio resulta más de las bajas temperaturas correspondientes a los meses invernales que del refrescamiento de las temperaturas en los meses cálidos. El mes más caluroso es Enero, con 15,0°, esto es, sólo 1,6 grados menos que Temuco, el mes más frío, Julio, en cambio, presenta 5,8° menos que Temuco; esto es, 1,8° solamente, como promedio. La amplitud diaria de la oscilación térmica es tan considerable, que a pesar del promedio menor mencionado, las temperaturas máximas medias de los meses estivales son superiores a Temuco: así, Enero presenta una máxima media de 25,2°, superior en 3 décimas de grado a la de Temuco. La mínima media de Julio es de —2,9°. El rasgo característico de la localidad es la posibilidad de que el termómetro suba mucho en el verano, en las horas de máxima insolación, y baje mucho en las horas nocturnas, en el invierno. De esta manera se han registrado 38°, como máxima absoluta, y — 21,2° como mínima absoluta, en los años de observaciones. En todo caso, la amplitud de la oscilación diaria, en promedio para el año, es bastante superior a la de Temuco: 15,5°. Es la oscilación térmica anual, la que da, con nitidez, el rasgo de la continentalidad: 13,2° (Fig. 34).

El clima de Lonquimay, en lo que se refiere a las precipitaciones,

conserva los mismos caracteres que el de Temuco. Sólo dos meses del año, Enero y Febrero, pueden clasificarse como secos. Diciembre tiene más de 64 y Marzo más de 90 mm., es decir, son meses claramente lluviosos. La cantidad de precipitaciones es mayor que en Temuco, debido a la influencia del relieve: 1.855,3 mm.

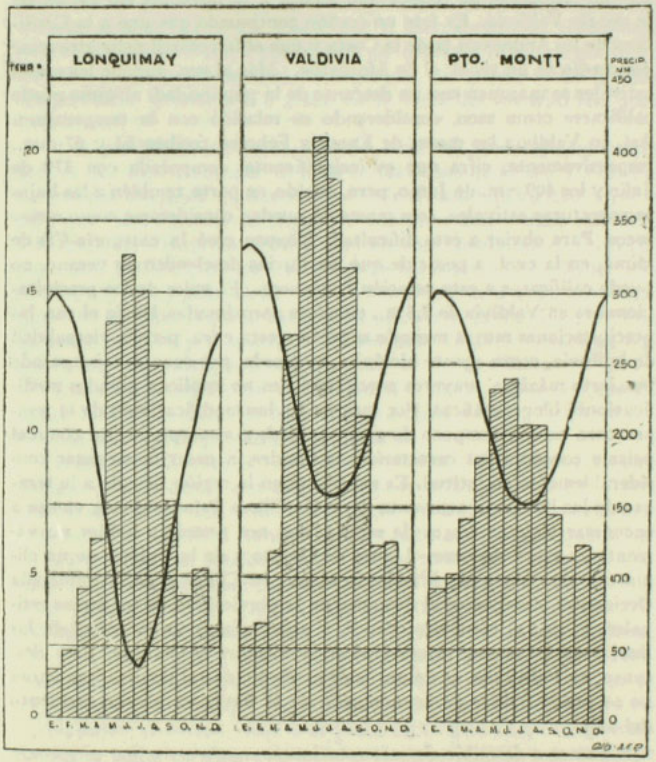


FIG. 34.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en Lonquimay y la Región de los Lagos

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

3. *Climas templados lluviosos* (Cf.)

10. *Clima de costa occidental con influencia mediterránea.* (*Cfsb*).—El clima que hemos estudiado anteriormente se encuentra interrumpido en su desarrollo hacia el Sur por un accidente de relieve que separa a la hoya del río Toltén de la del río Valdivia. Es éste un cordón continuado que une a la Cordillera de los Andes con la de la Costa y que el ferrocarril debe atravesar por medio de un túnel: el de Afquintúe. Más al sur, aunque los meses estivales se marquen con un descanso de la pluviosidad, ninguno puede calificarse como seco, considerando su relación con la temperatura. Así, en Valdivia los meses de Enero y Febrero reciben 63 y 67 mm., respectivamente, cifra que es insignificante, comparada con 379 de Julio y los 409 mm. de Junio, pero, debido, en parte, también a las bajas temperaturas estivales, esos meses no pueden considerarse como meses secos. Para obviar a esta dificultad, Köppen creó la categoría Cfs de clima, en la cual, a pesar de que las lluvias descienden en verano, no puede calificarse a esta estación como seca. El valor de las precipitaciones es en Valdivia de 2,5 m., en cifras aproximadas. Hacia el sur, las precipitaciones muy a menudo superan a esta cifra, pero la virtualidad de la lluvia, como agente biológico, se pierde, por cuanto, sobrepasado un cierto máximo, mayores precipitaciones no implican grandes modificaciones biogeográficas. Por otra parte, las modificaciones de la temperatura no son tampoco de gran entidad, y es sorprendente cómo el paisaje conserva sus características florales, a pesar de avanzar considerablemente en latitud. Es solamente en la región situada a la sombra de las lluvias, a sotavento de la Cordillera Pelada, donde vamos a encontrar algunos rasgos de sequía, que nos permiten hablar nuevamente en estas regiones—Llanos de Osorno y de la Unión—de un clima con estación seca. Más hacia el sur, en Chiloé y en la Patagonia Occidental, desaparece el descanso de la pluviosidad de los meses estivales, y, por el contrario, tiende a pronunciarse un descenso de las lluvias en los meses primaverales: Septiembre y Octubre. Este descanso, en todo caso, es de un valor modesto, de tal manera que ahora no se puede hablar de acumulación de la lluvia en ningún momento del año.

Vamos a describir algunas estaciones.

Valdivia, a los 39° 48′ de Lat. S, 73° 14′ de Long. W y a 5 m. s. n. m., tiene 11,8° de promedio térmico anual. Una amplitud de la oscilación térmica anual de 8,9°, a pesar de la avanzada latitud, pone de manifiesto la impronta moderadora del mar. El mes más cálido es Enero, con 16,7°, y el más frío, Julio, con sólo 7,8°. Del mismo modo

que la oscilación térmica anual es moderada, la diaria no presenta valores altos: 9,3°, como promedio anual, es una cifra modesta. Las fluctuaciones de estos valores en los distintos meses del año son también de reducida amplitud, pues varían entre 19,6°, que tiene Febrero, y 7,6°, que corresponden a Julio, esto es, apenas doce grados. Desde el punto de vista térmico, puede caracterizarse, en consecuencia, este clima por su gran homogeneidad: temperaturas frescas constantes son el rasgo predominante. Es verdad que el termómetro, en condiciones meteorológicas favorables, puede subir en los meses de verano por sobre los 30°, pero esto es un hecho excepcional, del mismo modo que las temperaturas inferiores a 0 grado en el curso del invierno son poco frecuentes.

Las precipitaciones caen durante todo el año. Apenas puede decirse que ellas descansan un poco en los meses de Enero y Febrero, sin que por eso dejen de observarse con la abundancia suficiente como para que estos meses se califiquen de húmedos: Enero tiene 63,5 mm. y Febrero 67,1. Hay, sin embargo, un aumento paulatino de las precipitaciones hacia los meses invernales, de tal manera que sólo los tres de Mayo, Junio y Julio tienen 1.156,4 mm., esto es, el 45%, aproximadamente. El total anual de las precipitaciones es de 2.511,4 mm. Una humedad relativa permanentemente elevada, 75% en el mes en que ella es más baja, completa este cuadro.

Los vientos dominantes son los del W y del N. Ellos producen la lluvia. Sólo en los meses de Marzo y Abril sopla el viento S, que se singulariza por su gran potencia de evaporación.

Puerto Montt, a los 41° 28′ S y a los 72° 56′ W, nos presenta otro ejemplo de este clima, con rasgos bastante definidos aún. En efecto, todavía se reconoce con nitidez el descanso en las lluvias que habíamos observado en Valdivia. Aunque la cantidad anual de precipitaciones en Puerto Montt es sensiblemente inferior: 1.906 mm., los meses estivales reciben mayor cantidad de agua que en Valdivia: 92,2 mm. y 102,8, respectivamente. La carga de agua de los meses invernales es, naturalmente, mucho menor. Son Mayo y Junio los meses más lluviosos, y reciben 230,7 y 239,4 mm., respectivamente. Un rasgo muy interesante, que se empieza a notar aquí, en lo que se refiere al régimen de las precipitaciones, es que los meses con menores precipitaciones no corresponden al verano, sino a la primavera. Este rasgo lo veremos destacarse mejor en algunas estaciones situadas más al sur, en donde se pronuncian dos máximos y dos mínimos en la pluviosidad durante el año. En Puerto Montt, es Octubre el mes que presenta, junto con Enero y Febrero, menores precipitaciones, con 114,1 mm.

Desde el punto de vista térmico, existe una diferencia de 0,8° entre Valdivia y Puerto Montt. La temperatura media anual es de 11,0

grados. La amplitud térmica anual es menor también que en Valdivia: 7,5° solamente. Sin embargo, los meses estivales, que tienen temperatura de 15,1° en Enero y 14,7° en Febrero, suelen dar la impresión de cierta sequedad, por la frecuencia del viento sur, que produce una rápida evaporación.

En la depresión intermedia, desde La Unión hasta Osorno, se presentan aquí condiciones climáticas diferentes, que hacen asimilables los climas de este sector a los que hemos tratado en el párrafo anterior. Río Bueno (prom. 1915-45) por ejemplo, presenta dos meses secos, como los hemos calificado anteriormente. Enero tiene 37,1 de precipitaciones, en promedio, y Febrero 45,7 mm. Mientras el primero es un verdadero mes seco, y el segundo, puesto que está en el límite, puede calificarse también como tal. Por eso esta parte del país se ha señalado con el signo correspondiente al Çsa.

11. *Clima marítimo templado-frío lluvioso de costa occidental.* (*Cfb*). — Puede estimarse que en Puerto Montt termine el desarrollo hacia el sur del clima que hemos estudiado anteriormente. Ya en Chiloé las lluvias de los meses estivales representan más de un tercio de los meses más lluviosos. Como ésta es la condición, según Köppen, para que se hable de un descanso de la pluviosidad, puede decirse que hacia el sur todo el año presenta lluvias homogéneas, correspondiéndole a estas regiones la notación Cf. simplemente. Como, por otra parte, las temperaturas, con ser bajas, tienen más de cuatro meses con más de 10°, le corresponde la letra b.

El área climática que empezamos a considerar ahora, se extiende por el sur hasta la península de Taitao. Allí se presentan las primeras estaciones que tienen menos de 4 meses con temperaturas mensuales superiores a 10°.

En lo que se refiere a las temperaturas dentro del área considerada como propia de este clima, pueden hacerse algunas observaciones interesantes. Las estaciones situadas abiertamente hacia el Océano Pacífico, esto es, a barlovento de los relieves, ofrecen valores del termómetro inferiores que las que se encuentran protegidas de los vientos. Puerto Montt, por ejemplo, tiene 11°, contra 9,7° que presenta Maullín; Ancud tiene 10,5°, contra 9,5° que presenta Morro Lobos. Si comparamos las temperaturas de los meses estivales, advertiremos que estas diferencias son mucho mayores: Puerto Montt 15,1° para el mes de Enero, contra 13,5° que tiene Maullín. Ancud, 14,9°, contra 13,8° que tiene Morro Lobos. Fuera de estas variaciones, las temperaturas descienden muy lentamente hacia el sur, de tal modo que Punta Corona presenta 10,6°, Huafo 9,6° y Cabo Raper 8,2°.

Por su parte, las precipitaciones aumentan considerablemente: al

sur de la isla Huafo, las estaciones presentan sistemáticamente más de 2 m. de lluvia.

Con Cabo Raper se llega al extremo sur de este tipo de clima. El descenso regular de las temperaturas hace que aquí ya 9 meses del año presenten promedios inferiores a 10°.

Huafo y Puerto Aysén nos van a permitir caracterizar este clima.

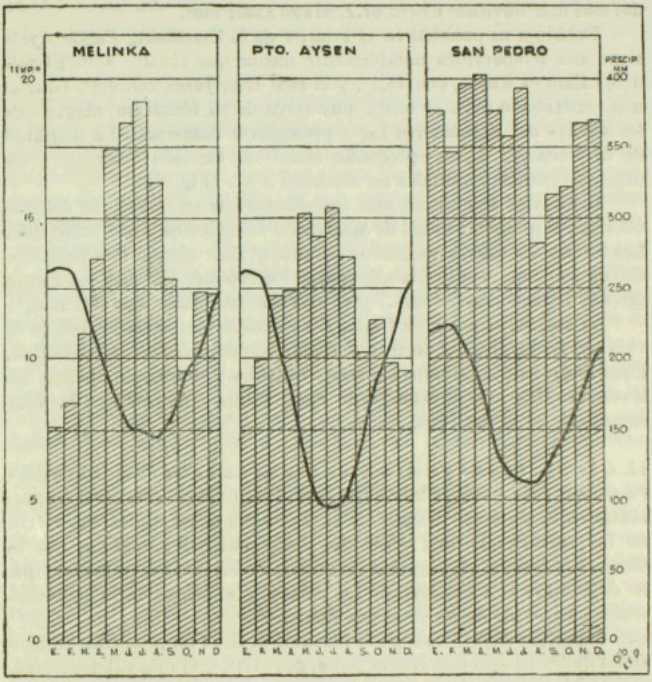


FIG. 35.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en Chiloé y Aysén.

Huafo presenta 9,9° de temperatura, como promedio anual. Bajo la influencia directa del mar que la rodea por todas partes, tiene fluctuaciones muy débiles del termómetro, al mismo tiempo que un retardo en el momento de los máximos y de los mínimos. Así, el mes más cálido es Febrero, con 12,4°, y el más frío, Agosto, con 7,3°. Si la ampli-

tud térmica anual es baja (5,1°), la de la oscilación diaria es también muy modesta (5,1° igualmente). En el curso del año, esta amplitud casi no varía y permanece sensiblemente igual, dando un nuevo testimonio del carácter marítimo de la estación. Las precipitaciones, debido a la posición avanzada de la isla, con relación a los relieves del país, son modestas: 1.258 mm. El mes menos lluvioso es Enero, pero la cantidad de agua caída en él es bastante mayor que la tercera parte del mes más lluvioso: Enero 61,2, Mayo 150,1 mm.

Debido a su posición en el interior de la Cordillera, *Puerto Aysén* tiene una temperatura notablemente menor que Huafo: 8,9°. El mes más cálido es Enero, con 13,1°, y el más frío, Julio, con 4,8°. Gracias a la penetración del mar hasta muy cerca de su ubicación, ninguno de los valores del termómetro logra presentarse exagerado. La amplitud de la oscilación diaria—promedio anual—es también modesta, y los mínimos medios invernales no alcanzan a 0°. (Fig. 35).

Las lluvias son mucho más abundantes que en Huafo, de tal manera que el promedio anual de agua caída es vecino de 3 m.: 2.865 mm. Las lluvias son muy homogéneas durante el año: ningún mes baja mucho de 200 mm., y sólo dos sobrepasan los 300 mm. El mes con menos agua es Enero, con 182 mm., y el más lluvioso, Julio, con 307 mm.

En toda esta parte de Chile, el verdadero factor restrictivo de la vida son los vientos del oeste, que soplan con extraordinaria intensidad. Ellos se presentan durante los meses estivales y descansan durante los invernales. Por eso, la estación de caza marina y de pesca en las islas exteriores, es el invierno.

12. *Clima transandino con degeneración esteparia.*—En esta parte, Chile alcanza a desarrollarse con áreas importantes en la vertiente oriental de la Cordillera d los Andes. Por efecto de la posición, el clima acusa dos modificaciones paulatinas que lo llevan a la estepa: disminución paulatina de las lluvias, a medida que se deja atrás la Cordillera de los Andes, y aumento de la oposición térmica entre los meses extremos del año.

Coyhaique Bajo (Casas de la Hacienda), tiene un promedio térmico anual de 9°. El mes más frío es Julio, con 1,9°, y el más cálido, Enero, con 14,7°. Una amplitud térmica anual de casi 13°, aunque modesta, es un rasgo desconocido en la vertiente occidental de la montaña. Del mismo modo, la amplitud de la oscilación térmica diaria no es despreciable: 10,5° como promedio anual, pero en los meses estivales es de 12 y 13°. Durante los inviernos, las temperaturas bajan sistemáticamente por debajo de 0°, de tal modo que las mínimas medias quedan por debajo de esa cifra. Según las observaciones de Schadebrodt, se habrían leído temperaturas hasta de —19°. Por otra parte, durante

los veranos, y como un rasgo característico para toda la región transandina, las altas temperaturas son relativamente raras. En muy contadas ocasiones el termómetro sobrepasa los 30°, y esto sólo cuando se observan días sin viento. El viento del oeste, que tiene en estas regiones una fuerza excepcional, acarrea siempre temperaturas bajas, puesto que, a pesar de ser un viento descendente, trae el frío de los hielos continentales que se desarrollan en la parte alta de la cordillera. Este viento sopla sólo durante el verano y, en consecuencia, inhibe las altas temperaturas, que por efecto de la continentalidad deben presentarse.

Las precipitaciones se conservan todavía relativamente altas: 1.133 mm. Los meses con mayor agua caída son Junio y Agosto; Julio presenta un claro descanso de las precipitaciones. Las cifras correspondientes a estos tres meses son 157, 87 y 165 mm., respectivamente. Es Abril, sin embargo, el mes que ofrece las precipitaciones más abundantes, con cerca de 200 mm. El mes más seco, y éste es un verdadero mes seco, es Octubre, con sólo 28,1 mm. El verano, en cambio, no tiene precipitaciones bajas: Diciembre 71, Enero 55 y Febrero 55 mm.

La conservación del régimen de las precipitaciones del Pacífico, nos indica claramente que estas lluvias están determinadas por las mismas causas que encontramos en la vertiente expuesta al viento de la montaña y que son una penetración de ellas hacia las regiones transandinas. Por desgracia, no disponemos de observaciones meteorológicas de las regiones situadas más hacia el oriente, hacia donde las lluvias merman paulatinamente, hasta dar desarrollo a la estepa verdadera. En Coyhaique Alto y en Ñirehuao la encontramos perfectamente bien desarrollada.

Ciertos caracteres originales presenta el clima de la vertiente sur del Lago Buenos Aires, debido al pronunciamiento de la continentalidad y a la acción atemperante de las aguas del cuerpo lacustre sobre los excesos del termómetro. Por efecto de la avanzada posición oriental, las precipitaciones se ven notablemente reducidas. Tanto el verano como el invierno son luminosos. Durante el invierno, las precipitaciones muy a menudo se hacen en forma de nieve. Las temperaturas son bajas, pero debido a la ausencia de viento es una buena estación para la actividad humana. El verano fresco es la estación del viento del oeste, que sopla con gran violencia y generalmente arrachado. No disponemos de observaciones meteorológicas de este sector.

En los lagos Cochrane y San Martín, las grandes masas de agua desempeñan igualmente una influencia atemperante, lo que explica que hasta esta región sea posible el cultivo de cereales y de muchos árboles frutales y hortalizas de la región central del país.

13. *Clima templado-frío con gran humedad.* (*Cfc*).— Según la clasificación de Köppen, cuando menos de 4 meses del año presenten temperaturas superiores a 10°, se entra a la sub-división c de los climas templados. Tal sucede en nuestro país con *Cabo Raper*, en donde sólo los meses de Enero, Febrero y Marzo presentan temperaturas superiores a los 10°. En este sitio, el mes más cálido es Febrero, con 11,0°. Enero tiene 10,9° y Febrero 10,4°. Todos los restantes meses del año tienen temperaturas inferiores a esa cifra. El mes más frío es Agosto, con 6,0°, es decir, en este punto tenemos una amplitud anual de la oscilación térmica de 5° solamente, a pesar de lo avanzado de la latitud: 46° 50'. La amplitud de la oscilación diaria es también muy baja: 5,8°, o sea, en ningún momento del año se tienen probabilidades de experimentar allí temperaturas reconfortantes. Las precipitaciones, en cambio, son abundantes: 2.021 mm. para estas regiones no es un valor excesivo. Estas lluvias se presentan homogéneamente distribuídas a lo largo del año. Si se observa un ligero descenso de las precipitaciones, éste corresponde más bien a los meses de Septiembre y Octubre, el primero con 140,8 y el segundo con 159,6 mm. El otro momento del año en que se presentan precipitaciones menores, es el mes de Febrero, con 146,9 mm. Por otra parte, el recargo de las lluvias durante los meses invernales apenas se hace notar, como lo demuestra claramente el hecho de que el mes con mayores precipitaciones es el de Julio, con 190,1 mm.

En este clima, y, en general, para todas las partes expuestas directamente a la acción de los vientos del Pacífico, el principal factor restrictivo de la vida, es la fuerza y frecuencia del viento. Los vientos del oeste soplan con extraordinaria constancia y con fuerza siempre superior a 8 de la escala de Beaufort. A consecuencia de esto, la vegetación arbórea sólo prospera en las partes abrigadas del viento, en tanto que en las expuestas directamente a él hay una chaparra torturada, que no presenta ningún interés económico. Como en el caso anterior, el viento descansa durante los meses invernales.

San Pedro, en las islas Guayanecas, presenta condiciones climáticas que no difieren grandemente de la estación anterior. Debido a que la localidad se encuentra protegida de los vientos directos del oeste, 4 meses del año presentan un promedio térmico superior a los 10°, y el viento no juega el papel restrictivo que hemos mencionado en el caso anterior. Las precipitaciones, en cambio, son notablemente superiores: 4.319 mm., lo que se explica por la situación más interior de la localidad, en donde ya la influencia de los relieves del país tienen plena ocasión para desatar la humedad de las nubes.

Un rasgo muy importante de los climas que estamos tratando es su escasa insolación. En realidad, desde Valdivia al sur el número de

días despejados ha disminuído de tal modo, que la virtualidad de la temperatura como agente biológico se encuentra notablemente restringida por la débil duración de la insolación directa. Mientras en Huafo sólo un 3% son días despejados, los nublados (8-10) se elevan a un 52%. Los restantes son días con nubosidad variable entre 3 y 7. Naturalmente, esta nubosidad aumenta hacia el sur, y en las localidades que hemos considerado últimamente, ésta es mucho mayor. Las dificultades con que se encuentran los cultivos de plantas que requieren maduración en sus frutos, se debe principalmente a este factor.

Hacia el sur, se observa un rápido descenso de las temperaturas, de tal modo que la mayoría de las estaciones no alcanzan a presentar ningún mes del año con temperaturas medias superiores a 10°. Son solamente las estaciones situadas hacia el oriente de la cordillera, en donde vamos a encontrar temperaturas medias mensuales superiores a 10 grados, pero en éstas el volumen de las precipitaciones es ahora tan bajo, que corresponden nuevamente al clima de estepa y de praderas. Las consideraremos en un párrafo aparte.

4. *Clima de tundra* (*ET*).

14. *Clima de tundra isotérmico.* (*ETi*).—En el extremo sur de nuestro país alcanzan a producirse las condiciones climáticas necesarias para la formación de la tundra. Ella se ve burlada, sin embargo, en algunas partes, por el hecho de tratarse de una región de relieve accidentado, en la cual existe un drenaje suficiente, de tal manera que no siempre se producen las condiciones de retención de agua en los poros del suelo, necesarios para la formación de la tundra verdadera como cuadro vegetal. Debido a esto, en las laderas de muchas serranías, es el bosque el que encontramos como cuadro biogeográfico. Pero en estas mismas regiones, cuando existen formas planas de relieve, inmediatamente aparecen los líquenes y los musgos en forma de cojín, que son el típico paisaje de tundra en el hemisferio norte. *Islas Evangelistas*, por ejemplo, nos presenta un cuadro climático que es típico para las estaciones de tundra. Ningún mes del año tiene temperaturas superiores a 10°, y la cantidad de agua caída es tan considerable, que virtualmente da las condiciones necesarias para la producción de la tundra (Fig. 36).

Con un promedio térmico anual de 6,2° solamente, presenta una oscilación térmica anual muy reducida. El mes más frío es Julio, con 4,1°; el mes más cálido es Febrero, con 8,6°. La débil amplitud térmica anual se ve corroborada por una amplitud térmica diaria muy modesta: 4 grados solamente. Existe, pues, en estas islas, una gran homogeneidad térmica, que permite caracterizar a este clima como isotermo.

Las precipitaciones abundantes se producen durante todo el año. Todos los meses tienen más de 200 mm. de lluvia, y ninguno sobrepasa los 271 mm. Los más lluviosos son Marzo y Abril, en los cuales se observan 271 y 262 mm. de agua caída. El mes más seco es Octubre, con 203 mm. Agosto, que le sigue en este sentido, tiene 215, y Noviembre, 216 mm. Hay aquí, pues, una franca tendencia a presentarse las lluvias con máximum estival y a descansar en los meses invernales y primaverales. La nieve es frecuente.

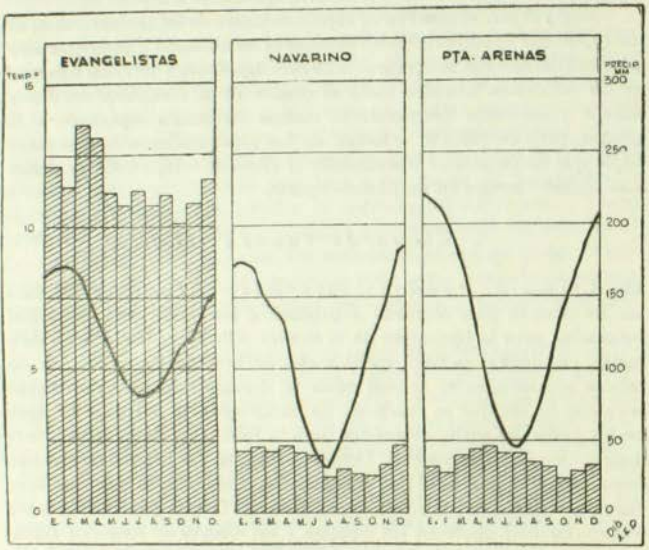


FIG. 36.—Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en Magallanes.

Condiciones climáticas muy semejantes encontramos en *Cabo San Isidro*, a los 53° 47′ de Lat. S. y 70° 58′ de Long. W, con la salvedad de que las precipitaciones son mucho menores. Sin embargo, para temperaturas tan bajas como las que se observan aquí, el descenso de las precipitaciones no tiene trascendencia biogeográfica, y el clima de tundra se desarrolla en buenas condiciones. La temperatura media anual de esta localidad es de 6,0° solamente. El mes más cálido es Enero, con 9,3°. El más frío es Julio, con 2,5°. La amplitud térmica anual es, pues, de 6,8°. Las precipitaciones totalizan 858,9 mm., como

promedio anual, y ellas caen homogéneamente distribuídas a lo largo del año. Los meses más lluviosos son los de Enero a Abril, con 75, 70, 87 y 83 mm., respectivamente. Los más secos son Agosto, Septiembre y Octubre.

5. *Clima de estepa frío* (*BSk'*)

15. *Clima de estepa frío.* (*BSk'*).—Según lo que hemos dicho en las páginas anteriores, se advierte que la Cordillera de los Andes, para todo el sur de nuestro país, constituye una barrera climática importante. Ella, con sus relieves casi siempre cerrados, juega el papel de mecanismo disparador de las lluvias. De este modo, se genera una oposición climática notable entre la vertiente occidental y la oriental de la montaña. Mientras que en la primera encontramos que las lluvias alcanzan valores de cinco y más metros, (quizás hasta diez), en la segunda ellas amenguan rápidamente, y más allá de las estribaciones andinas se desarrolla una zona de mesetas, marcadas por el sello de la aridez. Por el sur, en donde la cordillera pierde en su importancia climática, primero por su notable descenso y despedazamiento, y luego por el cambio en su dirección, ella no juega un papel tan notable, y encontramos una distribución más homogénea de las precipitaciones. En todo caso, en la medida en que se avanza hacia el Atlántico, la aridez se manifiesta cada vez con condiciones más estrictas y, en consecuencia, se llega aún al paisaje de desierto.

En lo que se refiere a la distribución de las lluvias en el año, no se observan cambios notables. Las precipitaciones se distribuyen homogéneamente a lo largo de todo el año, de tal manera que no hay ocasión, en ningún caso, para hablar de estación seca. Los 431 mm. de precipitaciones que caen en *Punta Arenas*, se distribuyen regularmente en el año. Los meses con menos precipitaciones son Octubre, Noviembre y Febrero, los cuales tienen 24, 29 y 29 mm., respectivamente. Los meses más lluviosos son Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio.

Puesto que Punta Arenas tiene una temperatura media de 6,6°, aplicándole el índice de aridez que estudiamos oportunamente, resulta que la ciudad se encuentra enclavada justamente en el límite del bosque y de la estepa. En realidad, más allá de los relieves que le sirven de fondo, el bosque que ocupa los terrenos hacia la península de Brunswick, deja lugar a los grandes pastizales de la Patagonia chilena, que han hecho la fortuna económica de estas regiones. La homogeneidad en la distribución de la lluvia aseguran en toda época del año pasto tierno, que es lo que necesitan las ovejas. Tres meses del año tienen un promedio térmico superior a 10°: Diciembre, Enero y Febrero. El más cálido es Enero, con 10,9°. Los meses invernales tienen tempera-

turas bastante bajas, pero la nieve no alcanza a perdurar, de tal manera que las ovejas pueden alimentarse durante el invierno con el pasto que la nieve oculta.

El mes más frío es Julio, con 2,2° C.

La estepa, que aparece temperada en la región vecina al estrecho, por la abertura de la Cordillera de los Andes, se presenta con características mucho más definidas hacia el norte, en el departamento de Ultima Esperanza. Las observaciones de Puerto Consuelo no nos sirven para caracterizar este clima, puesto que esta localidad se encuentra situada todavía sobre el área del bosque trasandino. En Cerro Guido, en Cancha de Carreras, y en Río las Chinas, el clima de estepa se encuentra perfectamente bien conformado. En todo caso, la reducción de las precipitaciones a 303 mm. anuales, y una temperatura media de 6,5°, nos ponen ya en la pista de esta degradación que corresponde a la estepa trasandina.

6. *Climas del hielo*

16. *Clima del hielo por efecto de la altura* (*EFH*). —En nuestro país, a lo largo de la Cordillera de los Andes, el desarrollo de las cumbres en la altura, hace que ellas penetren siempre tan alto en la atmósfera, que se producen las condiciones necesarias para el desarrollo de nieves eternas. La línea de las nieves eternas en las distintas partes del país se encuentra a alturas variables: grandes en el norte y cada vez más bajas hacia el sur. Según Brüggen, frente al Nevado Tres Cruces (interior de Copiapó), estaría por encima de los 6.000 m., pero ya en el Juncal está a 4.500 m., en el Llaima a 2.500, en el Tronador a 1.500, en Ofqui a 1.000, y en el Estrecho de Magallanes a 700 m. Todas las alturas del país que quedan por encima de esas cifras en las latitudes correspondientes, deben presentar, pues, acumulación de nieves y campos de hielo. Hay que darse cuenta, sin embargo, que la altura de las nieves está determinada, por una parte, por la baja temperatura estival y, por otra, por la abundancia de las lluvias. Debido a que las lluvias son muy abundantes en el sur, resulta que los hielos alcanzan mucho más abajo que la postura de la línea de las nieves eternas. En el norte, en cambio, a causa de la escasez de las lluvias, los sitios de la montaña en donde se observa un clima virtualmente helado, por la falta de un estación en que las temperaturas asciendan de 0°, queda mucho más abajo de lo que se desprende de la posición de las nieves eternas. Así, Collahuasi tiene una temperatura media anual de —1,0°, y no presenta acumulación de nieves. Su altitud es de 4.700 m. solamente. El clima helado, pues, tiene mucho más desarrollo en la mon-

taña chilena del que pudiera juzgarse por el desarrollo de la nieve permanente.

El límite para el clima polar, como puede llamarse este clima, lo da la temperatura del mes más cálido. En todos aquellos sitios en donde la temperatura del mes más cálido es inferior a 0°, se tiene que, en ningún momento del año, hay ocasión para la vida. Como este efecto se obtiene por la acción de la altura, le corresponde la notación H.

17. *Clima polar verdadero.* (*E F*).—Chile posee en la Antártida partes de su territorio en las cuales domina el clima polar verdadero. No tenemos, por el momento, informaciones exactas sobre las características climatológicas de la Tierra de O'Higgins, ni de las regiones situadas al interior del continente hacia el polo. En la costa, la temperatura media anual, según los datos obtenidos por las distintas expediciones, parece encontrarse entre los —18 y los —20 grados C. para la región de Bahía Margarita. En las partes más septentrionales de la Tierra de O'Higgins, dominan promedios más benignos, seguramente.

Poseemos actualmente algunos datos de Bahía Soberanía, que nos permiten formarnos una imagen de las características térmicas del clima de las islas subantárticas. Posiblemente, es Enero el mes más cálido. En 1948, durante este mes, se observó un promedio término de 2,8 grados. Puede estimarse, a base de esta observación, que, por lo menos, dos meses del año tienen temperaturas superiores a 0 grado. El mes más frío es Julio, en el cual se observó un promedio de —12,3°. El rasgo más sobresaliente del clima en estas regiones es la gran homogeneidad de las temperaturas. Durante el verano solamente se observa una débil oscilación diaria. En los meses de invierno, ésta casi no existe. Las variaciones del termómetro están condicionadas por invasiones no periódicas de aire polar o subantártico.

Durante los meses de verano se realiza un derretimiento activo del hielo.

Respecto de las precipitaciones, son muy pocas las observaciones que se pueden ofrecer. En general, debe estimarse que la nubosidad y las nieblas son características de la costa, pero desaparecen hacia el interior. Del mismo modo, las precipitaciones disminuyen. Al parecer, hacia los 65° Lat. S. caen 375 mm. de precipitaciones, las cuales disminuyen a 100 mm. a los 80°. Las precipitaciones parecen disminuir, pues, hacia el interior de la Antártida, en donde domina el anticiclón polar con todo rigor.

Dos estaciones chilenas instaladas, la una en Bahía Soberanía y la otra en Bahía O'Higgins, permitirán, más tarde, hacer un estudio detallado de este clima.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMEYDA ARROYO, ELÍAS.—*Biografía de Chile*. Varias ediciones, Santiago.
2. ALMEYDA ARROYO, ELÍAS.—*Apuntes de Geografía Agrícola*. Escuela de Agronomía, Santiago.
3. ALMEYDA ARROYO, ELÍAS.—*Estudio sobre la variabilidad de la lluvia en Chile*. Anales de la Facultad de Agronomía. Santiago, 1935.
4. ALMEYDA ARROYO, ELÍAS.—*Clima de las costas bañadas por corrientes marinas frías*. Rev. Chil. de Hist. y Geografía, Stgo., 1946, t. II.
5. BRÜGGEN, JUAN.—*Texto de Geología*. Stgo., 1929.
6. HAHN y SURING.—*Lehrbuch der Meteorologie*. Leipzig, 1926.
7. HAURWITZ and AUSTIN.—*Climatology*. New York, 1944.
8. MURPHY, ROBERT C.—*Oceanic Birds of South America*. American Museum of Natural History. New York, 1936.
9. SERRA y RATISBONNA.—*As massas de Ar da America do Sul*. Publicacos do Serviço de Meteorologia. Rio de Janeiro, 1942.
10 WITTAKER, MIGUEL.—*Barografía de Chile*. Servicio Meteorológico de Chile. Santiago, 1942.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

PRECIPITACIONES, TEMPERATURAS Y HUMEDAD RELATIVA

(La primera línea de cada estación señala la temperatura (en °C); la segunda, las precipitaciones, en mm.)

ESTACIONES	LATITUD Y ALTITUD	TEM. MEDIA ANUAL / PRECIP. ANUAL MM.	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL — PRECIPITACIONES MENSUALES, MM. E.	F.	M.	A.	M.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	TEMPERATURA MÁX. / MÍN. MEDIA ANUAL	HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL %
I. Climas áridos subtropicales																
Iquique	20° 12′ 9 m.	18,3 2,5	21,3 0,1	21,2 0,0	20,0 —	18,5 0,0	17,3 0,1	16,1 0,2	15,6 0,8	15,8 0,8	16,6 0,4	17,6 0,1	18,9 —	20,3 —	21,5	14,1	80
Canchones	20° 30′ 1.300 m.	16,3 —	21,3 —	21,4 —	19,2 —	16,8 —	14,4 —	11,6 —	11,8 —	12,6 —	14,4 —	16,0 —	17,3 —	18,8 —	30,6	4,? —	52
Potrerillos	26° 30′ 2.850 m.	11,1 61,5	13,5 2,0	13,5 2,4	13,2 2,3	12,2 2,6	10,0 14,8	7,8 9,4	8,3 10,5	8,3 13,6	9,7 1,9	10,7 1,9	12,3 0,1	13,0 —	16,5	7,1	27
Copiapó	27° 21′ 370 m.	16,1 25	20,3 0	20,3 0	18,4 0	16,3 1	13,6 4	11,8 8	12,2 7	13,4 4	14,3 0	15,9 1	17,8 0	19,0 0	24,8	11,2	69
Vallenar	28° 34′ 373 m.	15,3 69,7	19,4 —	19,4 0	18,9 0,1	16,1 2,3	13,7 11,1	11,2 28,2	11,4 10,8	12,1 12,4	13,0 2,0	14,1 2,3	16,0 0,5	18,2 0	24,2	9,0	70
La Serena	29° 54′ 35 m.	14,4 114,4	17,2 0,1	17,6 1,8	16,4 0,2	14,5 2,4	13,2 21,6	12,0 38,6	11,9 21,9	12,1 17,8	12,5 5,0	13,7 3,4	15,1 0,9	16,6 0,7	18,6	10,5	79
Jahuel	32° 41′ 1.180 m.	15,7 305,4	21,8 3,7	21,0 5,8	19,4 3,8	17,1 3,4	13,3 49,5	10,4 90,9	10,8 52,6	11,2 50,0	11,7 26,9	14,7 11,7	17,1 5,5	20,1 1,6	23,3	9,7	60
II. Climas templado-cálidos con humedad suficiente (mediterráneo)																
Isla de Pascua	27° 10′ 30 m.	19,9 1.284	22,6 130,2	23,3 75,5	22,7 128,1	21,2 122,4	20,2 132,8	17,8 147,7	17,1 94,1	17,4 90,5	17,6 78,7	18,4 53,0	19,1 117,3	21,2 114,1	24,2	17,3	82
Zapallar	32° 32′ 20 m.	14,2 384,3	17,5 3,1	17,4 0,9	16,3 1,4	14,2 13,5	12,9 71,8	12,0 120,5	11,4 76,1	11,6 54,2	12,3 28,8	13,3 9,9	14,8 2,5	16,5 1,6	18.1	11,0	..
Santiago	33° 27′ 520 m.	13,9 359,2	19,9 1,6	19,1 2,9	17,2 4,3	14,1 13,6	10,9 60,2	8,2 86,2	8,0 77,2	9,5 57,4	11,3 29,8	13,8 14,9	16,5 6,4	18,8 4,7	22,1	7,1	69
Talca	35° 26′ 97 m.	14,5 749,8	21,6 6,1	20,6 6,8	18,0 12,9	14,1 38,7	10,9 144,0	8,8 182,8	8,5 143,1	9,2 95,1	11,2 59,6	14,2 28,1	17,0 21,4	20,0 11,2	22,0	7,6	70
Linares	35° 51′ 157 m.	13,9 1.076,0	20,5 9,3	19,7 12,7	16,6 19,1	13,3 59,4	10,9 197,4	8,8 222,0	8,0 221,5	9,0 139,3	10,8 88,3	13,6 45,1	16,0 40,8	19,2 20,6	20,6	8,0	76
Concepción	36° 50′ 10 m.	13,5 1.319,6	18,5 16,3	17,8 18,8	15,7 43,3	13,1 91,2	11,2 235,6	10,1 251,7	9,6 231,0	9,7 186,0	10,8 106,3	13,0 58,7	15,4 51,6	17,4 29,1	19,7	8,1	78
Los Angeles	37° 28′ 160 m.	13,5 1.310,9	19,3 18,5	18,8 30,1	16,3 51,1	13,3 83,0	11,3 223,2	8,6 252,9	8,5 215,1	8,7 189,3	10,8 99,6	13,0 60,9	15,3 58,0	18,0 29,2	19,9	8,0	76
Temuco	38° 45′ 114 m.	11,8 1.359	16,6 31,0	16,5 40,6	14,7 71,0	11,8 120,0	9,4 212,7	7,8 207,1	7,6 201,7	7,9 166,6	9,6 95,9	11,4 73,3	13,2 78,9	15,1 58,9	18,3	6,8	78
Lonquimay	38° 26′ 900 m.	8,5 1.855,3	15,0 33,8	14,3 46,9	12,1 90,2	8,7 124,7	5,5 279,1	2,4 325,6	1,8 301,7	3,3 247,8	5,9 153,0	8,9 85,7	11,2 103,2	13,1 63,6	16,3	0,8	75
III. Climas templados lluviosos																
Valdivia	39° 48′ 5 m.	11,8 2.511	16,7 63,5	16,3 67,1	14,5 117,5	11,8 220,0	9,6 369,2	8,1 408,6	7,8 378,6	8,1 316,6	9,3 212,1	11,4 123,5	13,1 125,3	15,0 109,4	16,7	7,4	82
Puerto Montt	41° 28′ 5 m.	11,0 1.906	15,1 92,2	14,7 102,8	13,3 140,7	11,3 185,0	9,3 230,7	7,9 239,4	7,6 205,8	7,8 206,6	8,8 145,7	10,2 114,1	12,1 123,6	14,5 117,4	15	7,5	87
Melinka	43° 54′ 5 m.	9,9 3.173	13,2 152,2	13,1 168,2	12,0 216,8	10,4 270,1	8,7 349,4	7,6 367,8	7,5 382,5	7,2 325,2	7,8 257	9,5 191,6	10,2 247,0	11,9 246,0	13,3	6,9	..
Pto. Aysén	45° 28′ 10 m.	8,9 2.865	13,1 181,8	12,9 199,6	11,0 245,1	9,2 249,0	6,7 302,4	4,9 286,1	4,8 307,2	5,2 272,4	7,2 204,0	9,2 227,4	10,5 197,8	12,3 192,5	12,4	5,7	86
San Pedro	47° 43′ 22 m.	8,2 4.319	11,1 375,8	11,2 347,8	10,3 398,9	8,9 402,2	6,8 376,6	5,9 358,2	5,7 392,5	5,7 291,9	6,6 316,5	7,5 322,9	8,8 367,5	10,1 369,0	10,8	5,7	90
IV. Clima de tundra																
Evangelistas	52° 41′ 55 m.	6,2 2.754	8,4 241,0	8,6 227,8	8,2 270,7	7,1 262,0	5,8 224,2	4,6 215,0	4,1 225,4	4,2 214,9	4,7 222,6	5,7 202,6	6,1 216,5	7,4 232,6	8,1	4,1	83
Navarino	55° 10′ 8 m.	5,6 452,5	8,7 43,6	8,5 46,3	7,2 42,8	6,7 47,6	3,8 42,6	2,0 40,4	1,5 25,4	2,6 30,4	3,9 27,5	5,9 26,4	7,0 33,0	9,1 46,5	9,0	2,7	..
V. Clima de estepa frío																
Punta Arenas	53° 10′ 20 m.	6,6 431,4	10,9 32,7	10,5 29,0	9,0 41,5	6,8 45,0	4,4 47,3	2,7 40,6	2,2 41,0	3,0 35,1	4,7 32,4	7,1 23,9	8,4 29,3	10,0 33,6	9,9	3,3	73

RESUMEN

Al considerar el clima de Chile, se advierten algunos rasgos, particularmente en las temperaturas, que ponen en relieve la importancia de la *corriente de Humboldt* que baña nuestras costas. Los hechos esenciales atingentes a ella son los que siguen: Ella se genera a expensas de la corriente de arrastre provocada por los vientos del oeste en las regiones subantárticas, y, como lo señalan Haurwitz y Austin, puede considerarse como una rama de ella. Solamente a partir de los 40° de Lat. empiezan a observarse aguas frías que se desplazan del sur hacia el norte. Según Murphy, las modificaciones climáticas se presentan a partir de la isla Mocha. A medida que se avanza hacia el norte, ellas van siendo cada vez más efectivas: en Coquimbo rebajan la temperatura en 1,5°, con relación a la que le correspondiera por su latitud; en Iquique, en 4°, y en el Callao en 6°.

Esta acción refrigerante, en parte corresponde al efecto de las aguas transportadas, pero principalmente a los fenómenos de surgencia, que se producen por la acción de los vientos del sur en la costa chilena y por los vientos de SW en la peruana.

Las *temperaturas*, por efecto de la corriente de Humboldt en la costa chilena, son inferiores a las que debieran ser, desde los 40° hacia el norte, y superiores hacia el sur. La acción de la corriente de Humboldt se ve reforzada por la acción de los vientos, que se acondicionan para atemperar los valores de los extremos.

Debido a ello, la isoterma anual de 20° no corta la costa chilena por el norte; y por el sur, la de 4° no afecta al extremo del continente.

El examen de los mapas de isotermas construídos por Almeyda Arroyo, pone de manifiesto los siguientes hechos esenciales:

Chile es un país de homogeneidad térmica, a pesar de su gran desarrollo en el sentido de los meridianos. Entre Arica y Navarino hay apenas una oposición de 13°.

Gracias a su angostura, en ninguna parte la continentalidad se manifiesta con algún rigor. En las depresiones situadas detrás de los relieves, sin embargo, ella se acusa con claridad.

Por la influencia del mar y por la disposición de los relieves, las isotermas se orientan con dirección norte-sur.

La influencia de una corriente fría y la acción conjugada de los vientos, hacen posible que la costa chilena tenga temperaturas inferiores a la que le corresponden por su latitud.

El otro rasgo importante que debe hacerse notar con relación a las temperaturas en nuestro país, es una inversión de las temperaturas que se presenta en las regiones áridas. En estas partes—desde Santiago al norte—las temperaturas medias anuales aumentan hacia el interior, a pesar de que nos elevamos sobre los relieves que forman el país. La inversión parece que es más fuerte en el valle del Aconcagua, en donde entre Valparaíso y Jahuel se observa una anomalía de 9°. Hacia mayores alturas, se observa ya el decrecimiento natural de las temperaturas con la altitud.

También es digno de mencionarse la amplitud de la oscilación diaria de la temperatura. Esta gran amplitud, natural en las localidades del extremo norte, debido a la sequedad del aire, es sorprendente en Chile central. En el valle de Aconcagua, se observan amplitudes de hasta 20°; en la cuenca de Santiago, de hasta 18°. En general, éste es un rasgo que se encuentra en todo el Valle Central, hasta Bío-Bío.

Las presiones y los vientos.—Existe una fuerte oposición bárica entre el norte y el sur del país. Esta oposición corresponde al avance en latitud, puesto que mientras el norte se encuentra en las regiones de las altas presiones, el extremo sur se ubica en la región de las bajas subpolares. Las altas, sin embargo, no avanzan sobre el continente, sino que las isobaras se disponen tangencialmente a él. Durante el verano, se instala sobre el continente un centro semipermanente de bajas, que se combina con los centros de acción anteriores.

Desde el punto de vista del tiempo, el hecho más importante es el juego de los frentes. El frente polar de conflicto se instala en el Océano Pacífico, más o menos en la latitud de la isla Huafo, pero mientras en invierno se dipone con dirección general NW, en el verano su trazado es directamente al W. De este frente se desprenden ciclones y anticiclones, que van a determinar el tiempo en el país. Los primeros viajan con dirección general NW-SE, y van a sufrir oclusión final en las regiones del mar de Weddel; los segundos viajan con dirección hacia el norte, canalizados, en cierto modo, por la Cordillera de los Andes, que, a partir de los 40° de Lat., tiene la altura suficiente para ser franqueada sólo excepcionalmente por estos accidentes. Estos anticiclones van a morir al norte, en Bolivia o Perú, por oclusión o contaminación, creando invasiones de aire frío.

Las perturbaciones atmosféricas son muy frecuentes en el extremo sur del territorio y más escasas a medida que nos alejamos hacia el norte.

Las precipitaciones.—Chile es un país extraordinariamente variado en lo que se refiere a las precipitaciones. Desde los 40° de Lat. hacia el norte, se observa un déficit de precipitaciones, en tanto que hacia el sur caen más lluvias de las que le corresponderían según la latitud. Entre los extremos se observan oposiciones que se pueden apreciar bien si se recuerda que en Arica cae menos de 1 mm. de lluvia (promedio), y que en la entrada del Estrecho de Magallanes ella sube a casi 5.000 mm.

Fuera de estas variaciones determinadas por el avance en latitud, existen las variaciones que crea el relieve. Se definen así, en muchas partes, diferencias pluviométricas que corresponden a las vertientes expuestas al viento y a las protegidas de él.

Combinando estos diversos factores, se explican los hechos de la distribución de las lluvias, que se presentan, en general, en los mapas de lluvias dibujados por E. Almeyda Arroyo, los cuales pueden consultarse en las páginas precedentes.

Climatografía.—Para este estudio se ha preferido usar la clasificación de los climas propuestas por Köppen.

En Chile, se desarrollan bien los climas áridos subtropicales y los templado-marítimos con humedad suficiente. Estos climas se suceden de norte a sur, de tal manera que la descripción de ellos se hace ateniéndose a su sucesión espacial en el sentido de los meridianos.

Se han distinguido los siguientes tipos:

I.— *Climas áridos subtropicales* (*B*)

1.—Clima desértico con nublados abundantes (BWn), que ocupa todo el litoral chileno, desde Arica hasta La Serena;

2.—Clima desértico normal (BWt), que se desarrolla desde el extremo norte hasta Inca de Oro, por el centro de Chile;

3.—Clima de desierto marginal de altura (BWH).—Este se desarrolla en forma de una faja en la vertiente exterior de los Andes, estrecha en la provincia de Tarapacá, pero que en Antofagasta toma mucha mayor amplitud;

4.—Clima de estepa de altura (BSH), en el Altiplano de la provincia de Tarapacá;

5.—Clima de desierto marginal bajo (BWw).—Este tipo de clima se desarrolla por las partes situadas debajo de los 2.000 m. de altitud, en las partes centrales de Atacama, hasta algo al norte de La Serena;

6.—Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn). Se desarrolla, por lo general, en la parte externa del país, aunque penetra bastante hacia el interior, por los valles de los ríos, entre La Serena y Zapallar;

7.—Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSt).—Se desarrolla en los valles interiores de los Andes, en esta misma región.

II. *Climas templado-cálidos con humedad suficiente* (Cfa y Csb)

8 —Clima templado-cálido con lluvias en todo el año (Cfa). Se encuentra bien representado en la isla de Pascua;

9.—Clima templado-cálido con estación seca estival (Csb). Este clima ocupa todo el país entre Zapallar y la provincia de Cautín. Se encuentran en él, sin embargo, numerosas variantes, determinadas por la duración de la estación seca. La clave a este respecto es la siguiente:

9 *a*.—Estación seca prolongada (6 a 8 meses), desde Santiago a Talca (Csb_1);

9 *b*.—Estación seca y lluviosa sensiblemente de igual duración, de Talca a Los Angeles (6 a 8 meses lluviosos) (Csb_2);

9 *c* —Estación seca breve (menos de 4 meses), de Los Angeles a Aíquintúe (Csb_3).

III.—*Climas templados lluviosos* (*Cf*)

10.—Clima de costa occidental con influencia mediterránea (Cfsb).—Este clima se desarrolla con nitidez desde el río Toltén hasta Puerto Montt;

11.—Clima marítimo templado-frío lluvioso de costa occidental (Cfo).—Se desarrolla por la Patagonia y los archipiélagos del sur, desde Chiloé hasta la península de Taitao;

12.—Clima transandino con degeneración esteparia.—Se presenta al interior de la provincia de Aysén.

13.—Clima templado-frío con gran humedad (Cfc).—Se desarrolla desde el golfo de Penas hasta la isla Wellington;

IV. *Clima de tundra* (ETi)

14.—En las islas del extremo sur, gracias a las bajas temperaturas y a la alta pluviosidad, se desarrolla el clima de tundra.

V. *Clima de estepa frío* (BSk)

15.—Por la vertiente oriental de los Andes, cuando nuestro país logra penetrar hacia las mesetas patagónicas, se desarrolla un típico clima frío esteparío.

VI. *Climas de hielo* (EF)

16. *Clima de hielo por efecto de la altura* (EFH)—Se presenta en todas las partes del país donde la temperatura del mes más cálido baja de 0°;

17. *Clima polar verdadero* (EF).—Se presenta en la Antártida.

CAPÍTULO V

HIDROGRAFIA

De los innumerables recursos de que dispone un país, el más esencial es el agua. Divisiones tan elementales como desiertos, estepas, regiones húmedas y lluviosas, corresponden simplemente a una división de las tierras ateniéndose a sus recursos líquidos. La primera tarea que debe atender el hombre cuando se establece en una tierra nueva, es disponer de una cierta cantidad de agua para sus necesidades. Si en las regiones con humedad suficiente, la tiranía del agua se hace sentir débilmente en la localización de los establecimientos humanos, en donde existe la aridez, todo el desarrollo de la vida humana y de la economía está controlado por las disponibilidades de agua. Al revés, en las regiones de excesivas lluvias, el hombre tiene que desarrollar un esfuerzo —a veces considerable—para drenar áreas y defenderse del papel nocivo que la humedad tiene cuando supera ciertos valores.

La disponibilidad de agua de una región depende, naturalmente, del clima, que, en último término, procura toda el agua de que puede disponer el hombre, si prescindimos del débil aporte de las aguas juveniles. Pero el agua que procura la lluvia sufre diversos destinos, según sea el relieve, la naturaleza geológica del subsuelo y la vegetación. Del agua que cae de la atmósfera con ocasión de las lluvias, una parte se escurre superficialmente, otra se infiltra y otra se evapora y retorna inmediatamente a la atmósfera. La proporción que corresponde a cada uno de estos destinos es muy variable para los distintos puntos de la tierra, según cómo actúen relieve, naturaleza geológica y vegetación. De los 1.300 mm. que caen en la Isla de Pascua, casi la totalidad se consume en el suelo, debido a la naturaleza extraordinariamente porosa de las rocas que forman la isla. En las regiones arcillosas, en cambio, la parte infiltrada es muy modesta.

Tanto el agua que escurre superficialmente como la que se infiltra, pueden ser utilizadas por el hombre. Parte de esta última es retenida por la vegetación.

En el capítulo que nos corresponde desarrollar ahora, debemos estudiar las disponibilidades de agua con que cuenta Chile para la satisfacción de sus necesidades. Estas necesidades corresponden, según un cálculo hecho por Wollny, más o menos a 4-5 m^3. por hombre al día, considerando tanto el agua de consumo directo, como la necesaria para la producción de la alimentación sólida y las necesidades de la industria. Según varíe el clima, el relieve y la vegetación, las disponibilidades serán de diverso monto para las distintas partes de Chile.

Atendiendo a las características del escurrimiento superficial, es posible caracterizar áreas diversas: áreas con cursos de drenaje normales, que alcanzan a desembocar al mar durante todo el año y que denominaremos regiones *exorreicas;* áreas con cursos de drenaje intermitentes y mal desarrollados, que no logran llegar al mar y que denominaremos regiones *endorreicas;* y, finalmente, áreas en las cuales no existe drenaje superficial, o sea, áreas *arreicas*. Esta clasificación, propuesta por De Martonne en 1931, se refiere a las características hidrológicas generales de una región, sin tomar en cuenta los detalles.

En nuestro país podremos considerar como áreas endorreicas todas las situadas desde los 23° de Lat. hacia el norte; desde los 23° hasta los 25°, domina el arreísmo en la mayor parte del territorio; y es sólo a partir del 27° de Lat. cuando el exorreísmo se presenta establecido cada vez con mayor regularidad.

La falta de lluvia y la ausencia de cursos superficiales, condicionan y determinan la gran profundidad a que se encuentra el agua subterránea en las regiones correspondientes. En las regiones endorreicas, sin embargo, puede estimarse que las aguas de los cursos superficiales que desaparecen por infiltración, continúan moviéndose por las capas del subsuelo, y a veces son utilizables por el hombre.

I. *Hidrografía del desierto*

Desde el punto de vista hidrográfico, en el desierto podemos distinguir dos sectores con características propias, que coinciden más o menos con las divisiones políticas: 1.° la región de Tarapacá, y 2.° la región de Antofagasta y Atacama. Los rasgos hidrológicos correspondientes derivan de las características del relieve. Mientras en el primer sector no existen relieves que encierren las aguas que caen en la región andina, y éstas escurren hacia el oeste (pampa) por cauces perpendiculares a la montaña, en el segundo sector, primero el cordón de Chuquicamata, que capta las aguas cordilleranas para el Loa, y segundo, la cordillera

Domeyko, que las retiene a sus pies orientales en forma de bolsones o salares, hacen que las aguas que recibe la Cordillera de Los Andes no tengan salida hacia el oeste y queden limitadas a la región andina y subandina, sin extenderse a la depresión longitudinal. El río Loa es una excepción natural, que consideraremos especialmente.

En todo el desierto, a pesar del rigor de la naturaleza, es posible encontrar algunos recursos líquidos. Desde luego, existen algunos ríos, de los cuales el principal es el Loa, pero dentro de esta misma categoría podemos considerar el Lluta y el Camarones, el Lauca y el Caquena. Estos cursos de agua, aunque de modesto caudal, presentan escurrimiento continuo y suficiente desarrollo longitudinal. Fuera de los ríos, tenemos numerosas quebradas, esto es, cauces intermitentes que se infiltran en los terrenos de la pampa y no logran llegar al mar. Mientras las quebradas de Tarapacá son todas, o casi todas, tributarias de la Pampa de Tamarugal, o sea, la depresión intermedia, las de más al sur son tributarias de depresiones sin desagüe, que corresponden a auténticos bolsones. Las aguas que se reúnen en las depresiones, se evaporan rápidamente y dejan las sales que acarreaban consigo, formando los salares.

Los salares representan, pues, lagos virtuales, casi todos ellos con manifestaciones de haber tenido un mayor volumen de agua en el pasado. En la provincia de Tarapacá, los salares están diseminados por las depresiones sin desagüe de la Cordillera de la Costa, en los puntos bajos de la Pampa del Tamarugal y sólo excepcionalmente en el ámbito andino. En las de Antofagasta y Atacama, los salares, ahora de grandes dimensiones, están principalmente limitados a la Cordillera de Los Andes (salares de Atacama, Punta Negra, Pedernales, Maricunga, etc.).

Además de las quebradas, existen las aguadas. Estas corresponden a puntos de afloramientos de las aguas subterráneas en los cauces de quebradas secas, o bien a afloramientos de aguas juveniles.

Finalmente, como recurso eventual y sometido a contribución en distintos puntos del desierto, tenemos las napas de agua subterránea.

A continuación vamos a revisar la hidrografía del norte de Chile, siguiendo el esquema que se ha anotado anteriormente.

1. *Región endorreica*

Río Loa.—El más importante de los ríos del norte es el Loa, que representa un fenómeno hidrológico excepcional dentro del desierto.

Aunque las líneas divisorias son muy vagas e imprecisas, se ha hecho una estimación de la superficie que corresponde a su hoya hidrográfica. Según Riso Patrón, ella cubre 33.910 kms^2, esto es, una super-

ficie comparable a la de la Provincia de Coquimbo. Nace de las vecindades del cerro Pabellón del Inca y drena eventualmente los Campos de Carcas. Al principio corre hacia el sur, por un valle francamente andino, colectando todos los vertederos del oeste y del este del ámbito cordillerano. Conserva esta dirección por 165 kms., es decir, desde los 21° de Lat. hasta los 22° 30', más o menos. Podemos estimar que a lo largo de este recorrido el río se ha formado definitivamente. Fuera de las innumerables vertientes, recibe también algunos afluentes de entidad, entre los cuales se destacan el río San Pedro, que le trae las aguas del cordón divisorio y de la serranía de San Pedro y Pablo; y el Salado, que nace en los cerros de Tatio. Mientras las aguas del primero son relativamente dulces, en el segundo ellas son principalmente de origen termal, y por ello fuertemente salinas, lo que las descompone para los fines de la bebida. Es en este punto donde el río tiene mayor caudal. Mientras en Santa Bárbara se han medido 1,57 m^3./seg. y 3,25 al norte de Chiu-Chiu, después de recibir el aporte del Salado el gasto se eleva a 5,76 $m.^3$/seg. y en las vecindades de Calama a 7,63. Hay que tomar en consideración que ninguno de estos valores dan cuenta del caudal verdadero del río, porque parte de él es continuamente captado para regar los cultivos de las vegas del río, desde su nacimiento hasta la misma localidad de Calama, como también para obtener agua potable y agua para fines industriales.

En La Angostura (2.465 m. s. m.), el río cambia definitivamente de dirección y avanza ahora directamente hacia el oeste. Conserva su curso en este sentido por 90 kms., más o menos, y durante este recorrido baña las vegas de Jalquinche y de Calama. A partir de esta localidad, corre paralelo al Loa el río San Salvador, unos 10 a 15 kms. al norte, el cual drena también aguas salobres que corresponden a aportes propios y a derrames del mismo Loa. Este río se junta al Loa, después de haber atravesado toda la pampa, cerca de la localidad de Chacance.

Aquí el río cambia nuevamente su curso y corre ahora con dirección al norte. En esta parte de su recorrido se presenta profundamente encajonado y sólo deja vegas en el fondo de su vaguada. Conservando su dirección, llega hasta Calate, después de regar las vegas de Quillagua, es decir, 120 kms. hacia el norte. En realidad, a partir de esta localidad, el río ya no mantiene su dirección, sino que, por medio de una amplia curvatura, cambia poco a poco su rumbo hacia el W.

Los caudales en esta parte son notablemente menores. En Chacance se han medido 1,74/$m.^3$ por seg., y después de la confluencia con el río Salvador, 2,76 $m.^3$/seg. En el Toco, sus aguas se emplean para generar fuerza eléctrica.

En esta parte de su recorrido, recibe seguramente aportes invisibles, porque en La Cruz se han medido más de 4 $m.^3$/seg.

Desde Calate hasta el mar, el río corre profundamente encajonado, en un cañón de más de 500 m. de altura. Su caudal es apenas de 2 m^3./seg. en períodos normales. Cerca de 400 m. antes de llegar al mar, sus aguas se pierden por infiltración.

La existencia de un río en pleno desierto no deja de ser un fenómeno geográfico que requiere alguna explicación. En efecto, es la Cordillera Intermedia, que forma, en parte, las serranías de Chuquicamata, la que, con su dirección de norte a sur, obliga a todas las aguas que se vierten en la Cordillera de los Andes, a escurrirse hacia el sur, colectándose así numerosos drenes en un solo cauce. Si es cierto que, en esta parte, las lluvias no son muy abundantes, debemos tomar en cuenta la existencia de fuentes termales, las cuales, algunas veces, son capaces de crear, por sí solas, cursos de agua con gasto permanente. Tales son, por ejemplo, los dos principales afluentes del río mencionado, los ríos San Pedro y Salado. Este último colecta todas las aguas de los geysires del Tatio y de muchas fuentes termales. La conjunción de estas circunstancias explica cómo puede formarse un río de caudal constante, que, aunque modesto, logra llevar sus aguas al mar, a través de 130 kms. lineales de desierto absoluto.

Las quebradas de Arica.—En el departamento de Arica tenemos dos quebradas por las cuales corre agua durante la mayor parte del tiempo: la de Lluta y la de Camarones. Azapa, si bien es cierto que tiene agua en su parte superior, y en la inferior se manifiesta en forma de vertientes, no logra entrar dentro de la categoría que estamos estudiando.

Las dos primeras nacen en la cordillera central, y deben cruzar la Sierra de Huaylillas para escurrirse hasta las vecindades del mar.

El río Lluta representa el cauce más constante, con 2 m^3./seg. de caudal medio. Nace de la vertiente oriental del volcán Tacora, y durante 70 kms. corre en dirección norte a sur, dominado por los relieves de la Sierra de Huaylillas, hasta las vegas situadas aguas abajo de Socoroma. Aquí cambia bruscamente de curso, y por medio de una angostura intransitable, corta definitivamente los relieves de la sierra mencionada, para buscar su camino hacia el W. En esta parte ya ha recibido todos los vertederos naturales que lo alimentan, y puede decirse que el cauce aparece perfectamente conformado. Desde allí hacia el mar capta, sin embargo, continuamente aguas subterráneas, que lo alimentan en forma de aportes invisibles. Todo el desarrollo del valle se encuentra recortado sobre la meseta inclinada hacia el mar, y en él se desarrollan vegas de notable interés agrícola. De vez en cuando presenta estrechuras, debido al afloramiento de rocas fundamentales, que interrumpen la monotonía de la meseta. En total, el

río tiene 150 kms. de largo, y la superficie de su hoya puede estimarse en 3.000 kms^2.

Un cauce homólogo al anterior es la quebrada de Azapa o San José. Esta, aunque no tiene cauce permanente, y en la parte vecina al mar se reduce a varios afloramientos de aguas subterráneas, repite, en cierto modo, el caso del anterior. Como sus nacimientos están situados en lugares en donde las precipitaciones de verano son modestas, no logra, sin embargo, alimentarse satisfactoriamente. Nace por el sur en la Cordillera Central, cerca del cerro Orcotunco, y corre hacia el norte por 40 kms., con el nombre de quebrada de Ticnámar. Vuelve bruscamente hacia el W, y corta la Sierra de Huaylillas por un profundo cañón. Su cauce es permanente hasta Ausipar, en donde se hace intermitente. Su caudal medio puede estimarse en 0,6 m.^{3}/seg.

La quebrada de Camarones drena todo el frente de la Cordillera Central al sur del cerro Orcotunco. Tiene una dirección general al WSW, y se forma de numerosas quebradas, entre las cuales las principales son las de Caritaya y Ajatama. Donde estas dos se juntan, empieza a llamarse quebrada de Camarones. Por el norte, y ya en plena pampa, recibe las quebradas de Saguara y Umayani.

La última de las quebradas que alcanzan al mar es la de Tana, pero sus aguas se filtran completamente, ya antes de salir de la cordillera andina.

Las quebradas de la provincia de Tarapacá.— La falta de relieves directores que obliguen a algunos cauces a conducirse como colectores de agua en la región andina, hace que más al sur no se repita el caso de las quebradas del departamento de Arica.

Las aguas pluviales de la región andina, gracias a la existencia de un plano inclinado estructural, con buzamiento hacia el oeste, corren directamente en esta dirección, y no logran conformarse satisfactoriamente como drenes. De esta manera, en la provincia de Tarapacá vamos a encontrar numerosas quebradas independientes, de débil alimentación, con cauces modestos, que, al llegar a la zona detrítica de la pampa, desaparecen por infiltración y evaporación. Las principales de ellas son las de Camiña, Aroma, Tarapacá y Huatacondo; existen muchas otras de menor importancia.

Los ríos del Altiplano.—Mucho más importantes, desde el punto de vista hidrológico, son los ríos del Altiplano del departamento de Arica. Las lluvias abundantes de verano que caen en esta parte y que decrecen paulatinamente hacia el sur, alimentan algunos cursos de aguas que no vierten hacia la Pampa del Tamarugal, sino hacia Bolivia. De norte a sur, éstos son el Caquena y el Lauca, siendo este

último el más importante. Tiene un caudal medio de 2 a 3 m.^{3}/seg.

En la parte más septentrional de la provincia de Tarapacá existen también algunos cursos de agua, en el Altiplano, que son tributarios del salar de Coipasa en Bolivia.

Las avenidas.—Tanto los ríos como las quebradas del norte se caracterizan por la existencia de un escurrimiento normal modesto y por la existencia de grandes avenidas, que, en breve espacio de tiempo, hacen pasar por los ríos cantidades formidables de agua. Ellas se producen con ocasión de las lluvias estivales que se observan en la parte norte de Chile, las cuales, en su gran mayoría, son del tipo convectivo y afectan a áreas reducidas. De esta manera, cuando en las nacientes de una de estas quebradas se produce un aguacero de este tipo, deben escurrir por los cauces grandes cantidades de agua, provocando una avenida, que muchas veces toma carácter de catástrofe.

Tan pronto el agua sale del ámbito andino, empieza a consumirse por sumersión en los sedimentos recientes de la Pampa del Tamarugal o en los estratos terciarios de las pampas del departamento de Arica, y al cabo de algún tiempo se transforma en corrientes de barro.

Algunas de estas avenidas han sido estudiadas. En su informe sobre el agua subterránea de la Pampa del Tamarugal, Brüggen publica el ejemplo de una, en la cual durante 16 horas pasaron por la sección del río Tarapacá, en Pachica, 3 millones de metros cúbicos de agua. El rasgo más característico de estas avenidas es la subitaneidad con que el agua llega. Algunas veces ésta avanza por el cauce seco en forma de un muro de más de dos metros de alto, que arrastra con todo lo que encuentra a su paso, y en breve tiempo se obtiene el caudal máximo, para disminuir después en forma paulatina. En el caso a que nos hemos referido, en menos de una hora el cauce seco llegó a llevar 220 m.^{3}/seg., disminuyendo el caudal en seguida hasta las 16 horas, en que drenaba todavía 10 m.^{3}/seg.

El agua subterránea.—En el desierto del norte de Chile existen napas de agua subterránea que desde hace mucho tiempo son sometidas a contribución por el hombre. Circunstancias particulares hacen que ellas sean abundantes en la provincia de Tarapacá.

Desde luego, hemos tenido oportunidad de subrayar en repetidas ocasiones la existencia de lluvias relativamente abundantes en la parte alta de la provincia, las cuales llegan a un promedio anual de 275 mm. en la región ubicada sobre 4.000 m. de altitud. Estas lluvias, a pesar de ser de verano, producen una notable infiltración de agua en todas las regiones de la cordillera.

Por otra parte, la Cordillera de los Andes está constituída aquí por

grandes planos inclinados de liparitas, areniscas y conglomerados, que son rocas muy aptas para contener un cierto volumen de agua. En los perfiles 1 y 2 de la Fig. 2 (pág. 18), se advierte una disposición de las capas del volcanismo terciario, del todo favorables para el almacenamiento y escurrimiento hacia el oeste de las aguas que reciben las regiones altas. Gracias a esta disposición y a la contención profunda que hacen las rocas fundamentales de la formación porfirítica, se tiene un aporte de agua subterránea hacia la Pampa del Tamarugal, que se ha demostrado como uno de los hechos geográficos más fecundos para esta región.

Fuera de la canalización que son capaces de hacer las capas del volcanismo terciario, los sedimentos más recientes que forman el subsuelo de la pampa, al sur de Zapiga, provenientes principalmente de la acumulación de los detritos de las quebradas y de los ríos del terciario superior y del cuaternario, se han demostrado también como buenas capas conductoras del agua que devierte hacia la pampa por las actuales quebradas.

De esta manera, en el subsuelo de la pampa, a profundidades variables, ha sido posible fijar varios niveles de agua subterránea, los cuales, en parte, son aprovechados por el hombre.

En la región de Tarapacá, según Brüggen, debemos distinguir dos clases de aguas almacenadas en el subsuelo: primero, agua dulce, con predominancia de sulfatos sobre los cloruros, cuyo origen debe buscarse en la alta cordillera; y, segundo, agua salobre, con predominancia de cloruros, que generalmente se presenta más profunda. Esta agua salobre tendría origen, según ese autor, en la condensación directa del vapor de agua contenido en el aire de proveniencia marina, en las capas profundas del subsuelo.

Si tratamos de fijar la distribución de estos dos tipos de agua en el terreno, advertiremos que, mientras el agua dulce prevalece en la región situada al norte de la Oficina Progreso (alrededores de Negreiros), el agua salada domina en los pozos situados hacia el sur. «Por ejemplo,—escribe Brüggen—, entre Zapiga y Aurora hay 19 pozos con agua dulce, 9 con agua regular y 12 con agua salobre. Desde Aurora al sur no hay ningún pozo con agua dulce, hasta llegar al salar de Pintados».

En la región de los salares de Pintados y Bellavista, el agua se encuentra a poca profundidad, de tal manera que viene a la superficie por capilaridad, y es posible desarrollar algunas explotaciones agrícolas (*canchones*). Esta acumulación a pequeña profundidad se debe a la posición deprimida del terreno y al cierre por el sur de la Pampa del Tamarugal por la existencia de una angostura: la de Cerro Gordo-Cachango.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

En los sondajes hechos en esta región, se ha encontrado hasta tres napas de agua subterránea. En el salar de Pintados, por ejemplo, se encontró una primera napa, sin presión, a 10 m. de profundidad; una segunda, bajo presión, a 170 m., y una tercera, a 240 m. El agua de la segunda napa subió hasta 9,20 m. de la superficie, y es posible que, al estar entubada la perforación, hubiera surgido sobre el nivel del suelo.

En un sondaje hecho en Puquios (La Guaica), se encontraron igualmente tres niveles, a profundidades menores, todos los cuales subieron hasta la superficie, o a menos de 1 m. de ella.

En general, puede decirse que en la región del desierto considerada anteriormente, el agua subterránea se encuentra a profundidades variables y en cantidades apreciables. El problema de someter a mayor contribución estas reservas, requiere mayores estudios y el empleo de una técnica avanzada.

2. *Región de Antofagasta y Atacama*

(Arreísmo dominante)

Los RASGOS del relieve que imponen cierta disciplina a la orografía del norte extremo de Chile, desaparecen al sur del Loa. Fuera de la Cordillera Domeyko, que actúa como valla para retener las aguas cordilleranas en la depresión que deja al oriente, no existen rasgos de relieve dominante. De esta manera, se desarrolla una región de hidrografía caótica, dominada por la existencia de numerosas depresiones sin desagüe, que actúan como centros de atracción de las aguas de los contornos.

Por otra parte, la ausencia de lluvias regulares en la parte baja, hace que no se conformen quebradas con caudal permanente. En efecto, es sólo a los pies de la Puna de Atacama y entre los tributarios del salar de ese nombre, donde encontraremos algunas quebradas de caudal permanente, como son el río San Pedro, el Vilama, el Toconao y otros.

Tributarias del salar de Pedernales, encontramos también algunas quebradas de breve desarrollo longitudinal que acarrean agua todo el año.

Ya en estas latitudes, las lluvias en la parte cordillerana, son algo mayores, y, en consecuencia, es posible encontrar algunos cursos de agua. El más importante es el Ola, que beneficia Potrerillos.

La ausencia de aguas corrientes confiere toda su importancia a las aguadas. Este fenómeno hidrológico, la mayoría de las veces corresponde a la intersección de una vaguada, con el nivel de agua subterrá-

nea correspondiente a ella. Algunas veces son afloramientos de rocas fundamentales los que traen a la superficie el agua profunda del cauce; otras, es el afloramiento de una capa permeable, por la cual se mueve una corriente subterránea.

En toda esta región, son las aguadas las que procuran, en primer lugar, los recursos necesarios para el hombre que, esporádicamente, se establece en ella.

II. *Región exorreica*

Observaciones generales.—En el estudio que se hace más adelante, los ríos de Chile, en la parte en que son sometidos a beneficio por el hombre para el riego, han sido estudiados en el punto donde se constituyen definitivamente, tan pronto abandonan el ámbito andino. Para los ríos del Norte Chico, aunque ese punto es a veces un poco impreciso, es el que parece más adecuado, por cuanto, sólo considerando el caudal en estos puntos, entenderemos el capital que ellos representan y el beneficio que su existencia significa para los aledaños. En la parte norte del Valle Longitudinal céntrico, los ríos aparecen, en general, bien conformados ya al abandonar los Andes, y si reciben afluentes de entidad, o aun se constituyen definitivamente las redes hidrográficas al pie de la Cordillera de la Costa, como es la tendencia más al sur, pueden tratarse los ríos cabezales independientemente, para integrarlos después en el sistema a que pertenecen.

Hay que advertir, sin embargo, que los ríos chilenos continúan recibiendo importantes aportes invisibles a lo largo de todo su curso, por derrames y por surgencia de las aguas subterráneas, cuyos niveles van siendo continuamente intersectados por el plano inclinado que representa el perfil longitudinal del río. Esto se observa tanto en los ríos del Norte Chico como en los de Chile central y austral. Si este fenómeno no tiene trascendencia en esta última porción del territorio, en el Norte Chico y en Chile Central tiene una importancia de primer orden. En efecto, la mayoría de estos ríos entregan, en aguas que van a los canales, dos o tres veces el caudal que presentan en los puntos en que los estudiaremos. Elías Almeyda, a este respecto, presenta algunos ejemplos que vale la pena reproducir aquí.

En el río Copiapó, puede estimarse que cada uno de los fundos que existen más allá de Piedra Colgada, agota el río, a pesar de lo cual el fundo situado aguas abajo, dispone de una cantidad relativamente mayor de agua, aunque, en realidad, el caudal disminuye.

El ejemplo más conocido, sin embargo, es el del río Aconcagua. En Marzo de 1930 se hicieron aforos simultáneos en distintos puntos del río, el cual previamente se había dividido en cinco sectores:

1. Las Viscachas hasta San Felipe,
2. San Felipe hasta Chagres,
3. Chagres hasta Calera,
4. Calera hasta Quillota, y
5. Quillota hasta Concón.

Estas observaciones permitieron establecer que a la primera sección el río entraba con 24.500 lts./seg., y recibía aportes de 4.530 lts./seg. (Estero Pocuro y derrames). Se le extraía en canales para riego 26.500 lts. por segundo, y a pesar de ello, en San Felipe llevaba aún 9.500 lts. de caudal. Pudo estimarse un aporte invisible, por surgencia de aguas, de 7.300 lts./seg.

En el segundo sector, entraba con 9.800 lts., y como aportes de cauces superficiales recibía 9.600 lts.; en él se le extraían 21.300 lts./seg., y al fin del sector corría aún con 5.900 litros. Había, pues, un aporte invisible de 7.800 lts./seg.

Al tercer sector entraba con 8.200 lts., recibía aportes por 15.000 lts./seg. (esteros de Catemu y Las Vegas), y se le extraían 23.100 lts., a pesar de lo cual salía de la sección con 2.300 lts./seg. Por consiguiente, el aporte invisible era de 2.200 lts.

En la cuarta sección, el río prácticamente no tenía aportes invisibles y, por el contrario, acusaba un déficit, atribuible a la evaporación, de 100 lts./seg.

En la quinta sección, en cambio, recibía 1.100 lts./seg. de aportes invisibles.

Fenómenos semejantes pueden observarse en el Mapocho, cuyas aguas se agotan antes de entrar a Santiago y, sin embargo, en Pudahuel presenta un gasto de 5 $m.^3$/seg., conseguido exclusivamente por aportes invisibles.

Respecto de los ríos del sur, se ha estimado preferible hacer su estudio en los sitios vecinos de la desembocadura, que es como debe hacerse en geografía.

En Chile existen costumbres de nomenclatura que es conveniente conocer para entender los mapas. En efecto, existe en el norte la costumbre de dar el nombre de río a cualquier cauce que mantenga agua en movimiento durante todo el año, siempre que logre llegar al mar. Cauces con aguas intermitentes, o que se pierdan por infiltración y evaporación, reciben el nombre de quebradas, cualquiera que sea la forma de la vaguada.

Los ríos organizados en redes bien ramificadas y que drenan superficies extensas, los consideraremos como ríos de primer orden, sin hacer reparo en su caudal, puesto que su significado para las regiones por donde corren es tanto más grande, cuanto mayor sea la aridez. Todos ellos nacen en la Cordillera de los Andes. De esta manera, ríos

de tan modesto caudal como el Huasco o el Elqui, tienen tanto significado geográfico como el Valdivia o el Bueno. Mientras en el primer caso el hombre somete continuamente a tributo al río, para obtener el agua que fecundiza sus campos, en el caso del Valdivia o el Bueno su valor para el hombre deriva de que el río libera a sus campos del agua que, con exceso, cae del cielo. Mientras que en el norte los ríos ofrecen el agua para distribuirla sobre las tierras áridas, en el sur los ríos actúan como agentes colectores.

Fuera de estos ríos de primer orden deberemos considerar la existencia de algunos drenes independientes, que concurren, por su cuenta, al mar y que casi siempre nacen en la Cordillera de la Costa. En el Norte Chico, estos drenes son generalmente quebradas, que cumplen exactamente con las condiciones de la definición dada más arriba. En Chile Central, algunas de ellas tienen agua corriente durante todo el año. Conforme a los usos, éstos deben llamarse también ríos. Sin embargo, la facundia popular algunas veces los llama quebradas. Las de Los Loros y de Los Choros, en el norte, son verdaderas quebradas. En la parte central, estos drenes reciben el nombre de esteros; así, tenemos los de Casablanca, de Puangue, de Nilahue, etc.

Esta clase de entidades hidrológicas secundarias e independientes desaparecen hacia el sur.

1. *Ríos de régimen nivoso y pluvioso*

a) *Hoya del río Copiapó.*—El exorreísmo franco comienza en Chile a los 27° de Lat., más o menos. Este exorreísmo se debe más a las condiciones del relieve andino que a modificaciones climáticas. En efecto, las precipitaciones en la ciudad de Copiapó apenas totalizan, como promedio, 25 mm. al año. Como las temperaturas son todavía considerablemente altas (16,1°), el índice de aridez es aún muy bajo. El desierto se desarrolla con entera severidad en estas regiones, y puede advertirse su presencia en todos los contornos de las ciudades de Copiapó y de Vallenar, lejos de la influencia de los cursos de agua.

La cordillera, en cambio, en estas latitudes, deja de estar constituída por planos inclinados y, por el contrario, el relieve andino cobra todo su vigor. Grandes cordones montañosos, con alturas considerables (aproximadamente de 6.000 m.), son frecuentes y, en consecuencia, las precipitaciones se ven acentuadas por la influencia de pantalla que ejerce la montaña. El régimen de lluvias estivales que hemos encontrado bien desarrollado en el extremo norte, se presenta todavía en esta región; las lluvias se deben, esta vez, tanto al juego de las brisas de montaña y de valle, como a movimientos convectivos generales, provocados por el alto recalentamiento diario de la montaña. De esta

manera, precipitaciones estivales y precipitaciones invernales, de tipo ciclónico, se aúnan, para ofrecer una mayor cantidad de lluvias en las regiones altas.

Gracias a las pequeñas temperaturas provocadas por la altura, buena parte de estas precipitaciones se presenta en forma de nieve que se conserva en los rincones más elevados de la Cordillera, favoreciendo un escurrimiento más regular de las aguas. De todas maneras, los drenes regionales van a singularizarse todavía por un régimen torrencial, con grandes crecidas ocasionales, que se presentan con oportunidad de las lluvias de carácter ciclónico, propias de los inviernos.

El primero de los ríos que presenta las características anotadas y que merece el nombre de tal es el Copiapó.

Es éste un río de caudal bastante constante y con un régimen pluvial bien acusado. El gasto mínimo corresponde al mes de Octubre y el máximo al de Enero. Este máximo corresponde a un aumento del caudal ocasionado por el derretimiento de las nieves con el calor del estío y al aporte de las lluvias estivales, que devierten inmediatamente a las vaguadas. El gasto medio mensual para una serie de años con observaciones regulares, es de 5,2 m.³/seg., siendo el valor más alto mensual el correspondiente a Enero, con 7,28 m.³/seg., y el más bajo el de Octubre, con 3,79 m.³/seg. Estos valores corresponden al caudal en las inmediaciones de las Juntas, que es en donde el río se forma definitivamente y no recibe ya afluentes de entidad (Fig. 37).

A estas variaciones de su régimen hay que agregar las crecidas ocasionales que se presentan con motivo de las lluvias generalizadas o de las que se observan en las nacientes de algunas de las quebradas que se reúnen al Copiapó, aguas abajo de las Juntas, y las cuales suelen ser muy considerables, aunque con muchos años de intervalo.

Como se sabe, el río Copiapó está formado por los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. De estos tres, el de mayor caudal es el último, que por sí sólo le procura casi el doble del caudal de los otros dos.

Al analizar el régimen correspondiente a los ríos que forman el Copiapó, se observa una notable independencia entre ellos, acusando cada uno características propias. El río Manflas que concurre a La Junta con las aguas que colecta en la región sur de la cabecera hidrográfica, es el que presenta menor caudal: éste fluctúa, en todos los meses del año, entre 1 y 2 m.³/seg. Como los datos de que disponemos abarcan solamente dos años completos, no es posible fijar por el momento con seguridad las características del régimen. Al parecer hay un mínimo invernal (Junio) y uno primaveral (Octubre). El máximo se presentaría en los meses estivales (Febrero) y el enriado correspondiente duraría hasta Abril. Si estas observaciones se demuestran correctas, habrá que buscar explicación a estos hechos en las lluvias estivales que se producen en la montaña.

El río Jorquera, que drena las aguas de la parte septentrional del cabezal hidrográfico, presenta gastos medios mensuales fluctuantes entre 1,17 y 1,91 m.³/seg. Las características del régimen son, en cierto modo, similares a las del río Manflas, pero presentan una mayor regularidad. El máximum invernal corresponde al mes de Julio, y el mínimo se presenta en el mes de Marzo. Como las observaciones limnimétricas cubren una serie que apenas alcanza a cinco años, es muy posible que, con series mayores, se obtenga un desplazamiento de este

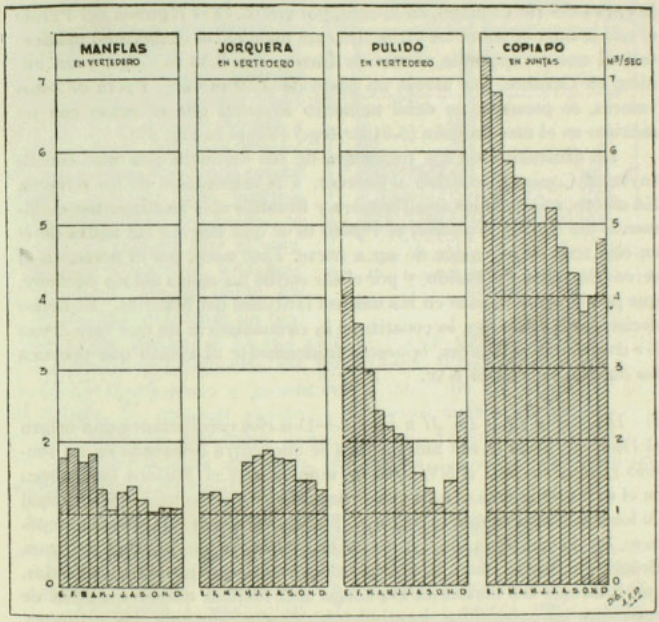


FIG. 37.—Gastos medios mensuales del río Copiapó y sus afluentes.

mínimo hacia los meses estivales francos. No se observa crecida primaveral, lo que pone de manifiesto que la alimentación nivosa es despreciable.

El río Pulido es el que representa un mayor caudal de los tres tributarios constituyentes. Los gastos medios mensuales fluctúan entre 1,32 y 4,21 m.³/seg. Las variaciones mensuales son aquí, pues, notable-

mente mayores. Pero la gran originalidad de este río la constituye el hecho de que los máximos son estivales, y los mínimos primaverales. El mayor caudal se observa en los meses de Enero y Febrero, en los cuales se alcanzan, respectivamente, 4,21 y 3,625 m.³/seg. A partir de este mes, el caudal disminuye regularmente, para observarse el mínimum anual en el mes de Octubre, con apenas 1,32 m.³/seg. Desde este momento del año, el caudal sube regularmente hasta Enero, en que se presenta el mayor gasto medio mensual.

Al sumarse las tres curvas analizadas anteriormente, se obtiene la curva del río Copiapó, en la cual, por cierto, es el régimen del Pulido el que se impone sobre los otros. De esta manera, se observa un máximo estival que corresponde al mes de Enero, con 7,30 m.³/seg., y un mínimo en Octubre, que arroja un gasto de 3,79 m.³/seg. Fuera de estos valores, se presenta un débil aumento invernal que se acusa con un máximo en el mes de Julio (5,21m.³/seg.) (Véase la Fig. 37).

La diversidad de los regímenes de los distintos ríos que constituyen el Copiapó, se debe, al parecer, a la orientación de los relieves. En efecto, mientras los ríos Jorquera y Manflas sólo se alimentan débilmente del cordón divisorio, el Pulido es el que colecta las aguas de él en casi toda su extensión de sur a norte. Este nace, por el norte, en el cerro Viscachas del Pulido, y por el sur recibe las aguas del río Monroy, que prácticamente nace en las mismas latitudes del Manflas. El hecho decisivo, sin embargo, lo constituye la circunstancia de que éste drena las cordilleras más altas, opuestas francamente al viento que provoca las lluvias, esto es, el NW.

b) *Hoya del río Huasco.*—Dos ríos cordilleranos dan origen al Huasco. Toda la red hidrográfica se encuentra orientada en un sentido general de SE. a NW., de tal manera que el Huasco desemboca en el mar a la misma altura que el nacimiento del río más septentrional de los cordilleranos que lo forman. Es éste un rasgo que veremos repetirse en la mayoría de las redes hidrográficas de los ríos chilenos. Brüggen atribuye esto a la dirección del viento que provoca las lluvias, que hace que las vertientes expuestas a él reciban mayor cantidad de agua que las protegidas, imprimiendo, en consecuencia, las primeras, su dirección a las redes hidrográficas.

Son los ríos de El Tránsito y de El Carmen los que forman el Huasco en el sitio denominado La Junta, a 90 kms. de su desembocadura. En este sitio el río aparece perfectamente conformado, y aguas abajo no recibe ya ningún afluente de importancia, sino quebradas con caudal intermitente. Puede darse como caudal medio anual del río en este sitio 11 m.³/seg. Presenta, sin embargo, notables fluctuaciones mensuales, que van desde 7,3 m.³/seg. a 19,45 m.³/seg. Estas

fluctuaciones corresponden a los gastos medios mensuales durante un período de observaciones que abarca desde 1928 hasta 1947. En realidad, se observan fluctuaciones mucho más notables que van desde 1 m.³/seg. a 100 m.³/seg. Durante los años de observaciones, el más seco ha sido el de 1938, y el más rico en agua el de 1931. En el verano de este último año se observaron caudales de 79 m.³/seg.

Las características hidrológicas del río Huasco están dadas por sus tributarios constituyentes. Ambos ríos tienen regímenes parecidos, pero mientras el río Tránsito presenta fluctuaciones muy fuertes—4,47 m.³/seg. en el mes de Agosto y 13,04 m.³/seg. en Diciembre—, el río Carmen, de menor caudal medio, presenta una notable homogeneidad en sus gastos: en el mes de Agosto 3,09 m.³/seg. y en el de Diciembre, 6,41, esto es, un poco más del doble. En la figura 38 observamos un descenso de los caudales de los ríos hasta el mes de Abril, a partir del cual éstos aumentan débilmente con las primeras lluvias invernales, para disminuir nuevamente y presentarse el mínimum del año en el mes de Agosto. Un aumento rápido de los gastos medios mensuales lleva en tres meses al máximum anual, que se presenta en Diciembre. Por las observaciones anteriores, se advierte que estos ríos tienen un régimen mixto: pluvial y nivoso.

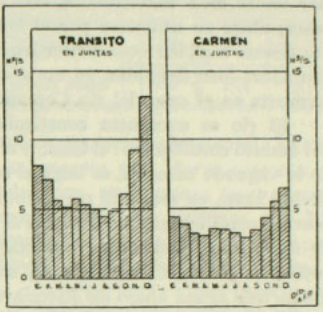


FIG. 38.—Gastos medios mensuales del río Huasco.

Gastos medios mensuales del río Huasco (m.³/seg.)

MESES	RÍO TRÁNSITO	RÍO CARMEN	RÍO HUASCO	MESES	RÍO TRÁNSITO	RÍO CARMEN	RÍO HUASCO (SUMA)
Enero	8,13	4,29	12,42	Agosto	4,47	2,82	7,29
Febrero	7,09	3,91	11,00	Septiembre	4,81	3,58	8,39
Marzo	5,41	3,14	8,55	Octubre	5,93	4,20	10,13
Abril	5,03	3,09	8,12	Noviembre	9,28	5,43	14,71
Mayo	5,65	3,49	9,14	Diciembre	13,04	6,41	19,45
Junio	5,19	3,45	8,64				
Julio	4,81	3,28	8,09	Promedio	6,57	3,92	10,60

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

c) Hoya del río Elqui.—El río Elqui constituye la hoya hidrográfica siguiente, viajando hacia el sur. Debido a la frecuencia mayor de las lluvias, las aguas drenadas son más abundantes, y el sistema hidrográfico cubre una superficie menor. En efecto, mientras la hoya hidrográfica del río Huasco cubre 11.480 kms.², la del Elqui abarca solamente 9.020 kms.² de superficie. En casi toda su extensión corre por valles bien conformados, con amplias terrazas aluviales, que son susceptibles de utilizarse por el hombre. Las lluvias más abundantes tienen también otra consecuencia, y es que las divisorias de agua son ahora bien definidas, en tanto que en los casos anteriores, particularmente en el caso del río Copiapó, eran muy vagas.

El río se encuentra constituído por dos tributarios principales del ámbito cordillerano: el Claro y el Turbio. Considerando el desarrollo de la vaguada maestra, se llega al resultado que la extensión del río es de 240 kms., en total. El río Turbio drena la parte septentrional de la porción cordillerana que desagua al mar por el Elqui y tiene una hoya de 3.895 kms.² Debemos considerarlo como el principal de los constituyentes. El río Claro entra en confluencia con el Turbio unos dos kilómetros aguas abajo de Rivadavia, y tanto en caudal, como en extensión de su hoya, es notablemente inferior al anterior. En efecto, drena una superficie no superior a 1.515 kms.²

Formado el río Elqui por estos dos ríos, recibe más tarde aguas de algunas quebradas que no modifican el carácter hidrológico del cauce colector. Entre ellas, las más importantes son las de Las Cañas que devierte por el norte, a 65 kms. del mar, y la quebrada Potrerillos, que desemboca cerca de La Serena. Esta última tiene aportes más continuados. Por el sur recibe también algunas quebradas, pero ellas son de menor importancia.

Al estudiar los aportes de los ríos cabezales, se advierte una situación muy semejante a la de los tributarios constituyentes del Huasco, esto es, una franca disimetría entre los caudales y los regímenes de éstos. En este caso, es el río Turbio el que presenta un régimen de escurrimiento más definido y al mismo tiempo, el que presenta caudales mayores. En el cuadro siguiente se dan los gastos medios mensuales de los dos ríos formadores, y en él se pueden apreciar claramente las diferencias.

El río Turbio tiene un típico régimen nivoso. El máximum lo presenta el mes de Enero con 15,58 m.³/seg., y el mínimum corresponde al mes de Agosto, con 7,19 m.³/seg. El hecho más notable que se observa en este río, con relación a su homólogo de la hoya del Huasco (Tránsito), lo constituye la mayor duración del período de llena. Mientras en el Tránsito ésta queda reducida al mes de Diciembre, en el Turbio pueden estimarse como meses de grandes aguas los de

Gastos medios mensuales del río Elqui (m.³/seg.)

MESES	RÍO TURBIO 30 años	RÍO CLARO 23 años	RÍO ELQUI	MESES	RÍO TURBIO 30 años	RÍO CLARO 23 años	RÍO ELQUI
Enero	15,58	5,98	21,56	Agosto	7,19	4,69	11,80
Febrero	12,53	4,81	17,34	Septiembre	7,47	4,20	11,67
Marzo	9,93	4,22	14,15	Octubre	9,26	5,14	14,40
Abril	8,24	4,17	12,41	Noviembre	11,83	6,11	17,94
Mayo	8,08	4,72	12,80	Diciembre	14,90	7,88	22,78
Junio	7,62	4,88	12,50				
Julio	7,42	4,97	12,39	Prom anual	10,00	5,14	15,14

Diciembre y Enero (14,90 y 15,58 m.³/seg., respectivamente). El descenso de las aguas es rápido, de tal manera que Marzo presenta ya 9,93 m.³/seg.; a partir de esta fecha, con un descenso mensual muy modesto, se alcanza el mínimum en Agosto, que presenta sólo 2,74 m.³/seg. menos. Es a partir de Octubre cuando se observa un rápido crecimiento de las aguas, que llevan al máximum de Diciembre y Enero (Fig. 39).

Características hidrológicas muy diversas se presentan en el Claro. Desde luego, las variaciones del caudal son notablemente menores, y la curva correspondiente presenta una homogeneidad mucho más acentuada. El caudal medio de este río es de 5,14 m.³/seg., contra 10 m.³/seg. que presentaba el Turbio. Casi todos los meses del año están por debajo de la mediana; sólo Noviembre, Diciembre y Enero están por encima. Es el mes de Diciembre el que da el máximum, con más de 7 m.³/seg.

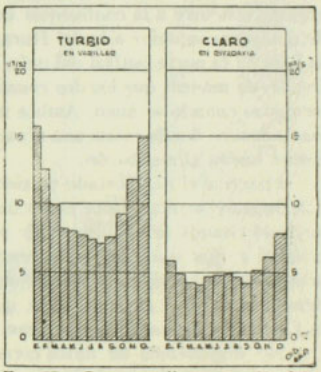


FIG. 39.—Gastos medios mensuales del río Elqui.

El hecho más interesante que se destaca en la distribución mensual de los gastos, es la existencia de una pequeña crecida invernal. Esta se acusa después del mes de Abril, en que se observa el mínimum del año, con 4,17 m.³/seg. A partir de este mes, los gastos aumentan hasta alcanzar un máximum invernal, con 4,97 m.³/seg., en Julio, para llegar a un segundo mínimum en Septiembre. Este hecho nos pone de manifiesto que el régimen de este río es mixto, y que en él tienen importancia también, determinando una llena menor, las lluvias inver-

nales. Posiblemente esto corresponda a la posición del río, que se organiza longitudinalmente a la dirección de la Cordillera de los Andes, sin alcanzar el cordón divisorio, que es donde se observa una nivación más abundante y hielos eternos.

Las características del río Elqui derivan de las que hemos analizado anteriormente. Agosto y Septiembre son los meses con menos agua (11,88 y 11,67 m.³/seg., respectivamente); Octubre es todavía un mes en el cual se observan caudales modestos, pero en Noviembre éste alcanza ya los 17 m.³/seg. Diciembre y Enero son meses de gran caudal (22,78 y 21,56 m.³/seg.), cerca de la confluencia de ambos ríos. Febrero todavía presenta valores elevados (17,34 m.³/seg.), pero en Abril se observa un mínimum con 12,41 m.³/seg.

d) Hoya del río Limarí.—El río Limarí posee una hoya hidrográfica de 11.670 kms.² de superficie. Lo forman dos ríos que nacen en la región divisoria de la Cordillera de los Andes: el Grande y el Hurtado, de los cuales el primero posee una hoya hidrográfica mayor. En efecto, el río Grande, que drena la parte austral del cabezal hidrográfico, concurre a la confluencia con las aguas de una superficie más de dos veces superior a la del Hurtado. La confluencia de ambos ríos se hace en la parte central del país, unos 4 kms. al este de la ciudad de Ovalle, de manera que los dos constituyentes están perfectamente bien formados cuando se unen. Ambos nacen en partes de la Cordillera de los Andes, en donde existe una nivación abundante, y, en consecuencia, tienen buena alimentación.

Mientras el río Hurtado no tiene en su desarrollo afluentes de importancia, y se manifiesta como único colector para esta parte de la hoya, el Grande se ve alimentado por importantes cauces, que corresponden a ríos con características propias. Estos son el Rapel, que acarrea un volumen de 3 a 4 m.³/seg., el Grande propiamente tal, que lleva más de 10, y el Guatulame, que nace en la parte más oriental de la Cordillera de los Andes, y tiene un caudal comparable al anterior.

No disponemos de datos correspondientes al Limarí que abarquen un período largo de tiempo. Su caudal medio es estimado por Almeyda Arroyo en 24 m.³/seg., cifra que nos parece baja.

Contamos con observaciones mensuales de algunos de los ríos cabezales. Se tienen buenos datos del río Grande en Cuyuncaví. Al analizar la curva anual, se advierte que, en promedio, el mes de mayor escasez de agua es Abril. A partir de él, las aguas suben con rapidez hasta Julio; Agosto y Septiembre tienen cifras muy poco superiores. En Octubre, el caudal aumenta de nuevo violentamente, y se obtiene el máximum anual en Noviembre en que el río presenta 17,60 m.³/seg.

Diciembre tiene gastos mucho menores, y Enero debe considerarse como un mes de estiaje (Fig. 40).

Aunque abarcan sólo un período de 7 años, son interesantes los datos arrojados por el limnímetro de Paloma, ubicado aguas abajo de la confluencia del río Grande con el Guatulame. Estos datos nos darán una imagen cabal de la importancia de este tributario del Limarí.

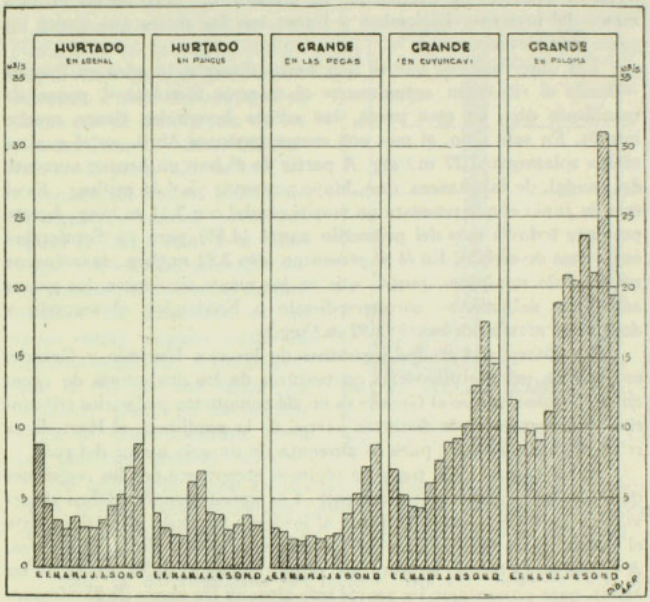


FIG. 40.—Gastos medios mensuales del río Limarí.

El gasto mensual mínimum se presenta en el mes de Febrero, en que se midieron 8,8 m.³/seg., en promedio. Las aguas se mantienen bajas durante los meses de Marzo y Abril. En Junio se observa un brusco ascenso, que lleva el caudal a casi 20 m.³/seg. Puede decirse que los meses de Junio a Diciembre son de llena. El máximum se presenta en Noviembre, en que acusa un gasto medio de 31 m.³/seg. En Diciembre ya se acusa claramente el estiaje, puesto que se miden solamente 19,4 m.³/seg., cifra que, siendo superior al promedio anual, es inferior a la de todos los otros meses de llena.

Conocemos también el régimen del río Hurtado en la parte alta, por medio de las observaciones hechas en Arenal, durante 10 años. El mes con aguas mínimas es Abril. En el caso del río Hurtado, sin embargo, no se observa prácticamente aumento invernal. Sólo el mes de Mayo tiene una cifra un poco superior, que corresponde seguramente a las primeras lluvias invernales. Es a partir de Octubre cuando se hace notar el aumento del caudal, que ha crecido muy poco en los últimos meses del invierno. Diciembre y Enero son los meses que tienen un gasto más elevado.

Las observaciones que se han hecho durante 16 años en Pangue —donde el río entra actualmente al tranque Recoleta—, ponen de manifiesto que, en esta parte, las creces invernales tienen mucho interés. En este sitio, el mes con menor gasto es Abril, en el cual se miden solamente 2,27 m.³/seg. A partir de él hay un brusco aumento del caudal, de tal manera que Mayo presenta ya 6,14 m.³/seg. Es el mes de Junio el que presenta un mayor caudal con 7,11 m.³/seg. Agosto presenta todavía más del promedio anual (4,50) pero ya Septiembre es un mes de estiaje. En él se presentan sólo 2,81 m.³/seg., marcándose un segundo mínimum, puesto que en los meses siguientes, los gastos aumentan débilmente, correspondiendo a Noviembre el segundo y deprimido máximum anual (3,82 m.³/seg.).

Las diferencias en los regímenes de los ríos Hurtado y Grande, se explican por las diferentes contexturas de los dos cursos de agua: en circunstancias que el Grande es un río compuesto por varios tributarios que provienen de distintas partes de la cordillera, el Hurtado es relativamente sencillo, pues se alimenta de un solo sector del país.

El río Limarí debe tener un régimen compuesto por los regímenes que hemos estudiado anteriormente. Las aguas menores deben observarse a fines del verano. Durante el invierno aumenta paulatinamente el caudal para estacionarse en los primeros meses de la primavera. A partir de Octubre, se nota un rápido aumento de la altura de las aguas, para presentarse los gastos más altos en los meses de Noviembre y Diciembre.

La longitud total del río Limarí puede estimarse en unos 200 kms.

Desde Ovalle hacia el mar, corre por valles muy abiertos, fuerte y repetidamente aterrazados, en donde se presentan muy buenas tierras de cultivo. Al acercarse al mar, el valle se estrecha notablemente, y entrega sus aguas por una boca de más o menos 500 m. de ancho.

Como se sabe, las aguas de esta hoya hidrográfica son represadas en dos grandes tranques: el de Recoleta, en el río Hurtado, y el de Cogotí, en el río Guatulame.

e) Hoya del río Choapa.—La hoya hidrográfica del río Choapa es notablemente más reducida que la del anterior: tiene 8.000 kms.² de superficie. Esta circunstancia, que haría suponer un caudal menor de aguas, se ve compensada por el aumento paulatino de las lluvias hacia el sur y por el hecho de nacer este río en una de las partes más altas del cordón divisorio: inmediaciones del Mercedario.

Contrariamente al anterior, el Choapa es un río que se conforma bien en la región andina y que tiene un solo gran cauce colector. Puede decirse que se forma con la confluencia de los ríos del Totoral y de la Chicharra, en la parte alta de la Cordillera de los Andes. Dentro de la cordillera vierten en él sus aguas el Cuncumén y el Chalinga, y sin recibir otro afluente de entidad, abandona el ámbito andino. Es solamente en su curso medio cuando recibe su afluente principal: el río Illapel, que le entrega sus aguas por el norte. Desde su nacimiento hasta la desembocadura tiene una dirección general SE-NW.

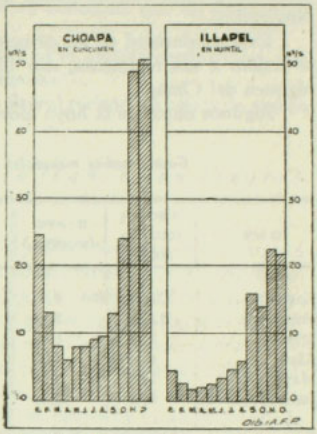


FIG. 41.—Gastos medios mensuales del río Choapa.

Al salir de la región andina propiamente tal, lleva un caudal de 18 m.³/seg. como promedio anual. Después de recibir las aguas del Illapel, más abajo de la ciudad de este nombre, aumenta a 27 m.³/seg.

Para la determinación del régimen del río, tenemos los antecedentes de las observaciones realizadas en varios limnímetros instalados en la parte cordillerana. El más interesante en este sentido es el instalado en la confluencia con el río Cuncumén. Se advierte que el mes con menos caudal, es Abril. Las lluvias de invierno determinan un lento aumento, que perdura hasta Septiembre: 13,21 m.³/seg. En Octubre empieza una brusca crecida, que se mantiene durante todo Noviembre y parte de Diciembre. Es en este mes cuando presenta un mayor caudal (50,8 m.³/seg.); en Enero ya las aguas son más escasas (24,5 m.³/seg.). Como estos datos se refieren a la parte andina del río, en la parte más baja deben observarse crecidas estivales más tardías y prolongadas (Fig. 41).

Si tratamos de estudiar el régimen que presenta el Illapel, veremos hechos muy semejantes.

Lo mismo que en el caso anterior, sólo disponemos de observaciones con valor hidrológico en la parte alta del río, en Huintil. Aquí se establece que el mes más pobre de caudal es el de Marzo. El lento crecimiento invernal dura hasta Agosto, y en Septiembre empieza la creciente primaveral. El punto culminante lo alcanzan las aguas en Noviembre.

Esta solidaridad de los principales ríos que lo tributan, en lo que se refiere a sus regímenes, nos libera de la obligación de hablar del régimen del Choapa.

Algunos datos de la hoya hidrográfica:

Gastos medios mensuales del río Choapa (m.³/seg.)

MESES	CHOAPA (CUNCUMÉN)	ILLAPEL (HUINTIL)	MESES	CHOAPA (CUNCUMÉN)	ILLAPEL (HUINTIL)
Enero	24,48	4,36	Julio	8,73	4,89
Febrero	12,89	2,72	Agosto	9,61	5,92
Marzo	8,26	1,72	Septiembre	13,21	16,18
Abril	6,35	2,02	Octubre	24,15	13,99
Mayo	7,90	2,31	Noviembre	50,28	22,69
Junio	8,07	3,45	Diciembre	50,81	21,61

f) Hoya de los ríos Petorca y La Ligua.—Los ríos Petorca y La Ligua desembocan en el mar a tan corta distancia, el uno del otro, que prácticamente se unen en su desembocadura. No es exagerado, pues, considerar a ambos cursos de agua formando una sola hoya hidrográfica. En efecto, ya en las inmediaciones de La Ligua, estos dos ríos corren separados solamente por terrazas aluviales de hermoso desarrollo. Las vicisitudes que han experimentado ambos ríos son enteramente semejantes, y si es verdad que el La Ligua nace más vecino al cordón divisorio, la diferencia es muy pequeña.

Mientras el río Petorca tiene una longitud de 120 kms. y una hoya hidrográfica de 1.960 kms.², el río La Ligua tiene 110 kms. de desarrollo longitudinal y 2.100 kms.² de superficie en su hoya.

De ambos ríos, el que tiene caudal más continuo es el La Ligua, el cual como promedio, presenta unos 4 m.³/seg. cerca de su desembocadura. El Petorca, en cambio, presenta variaciones muy fuertes en su caudal, y en el verano casi se seca. Su caudal medio se estima en 2 m.³/seg.

Estas diferencias se relacionan con las características de su alimentación. Mientras el río Petorca drena las aguas de la parte norte de la hoya hidrográfica, el La Ligua arrastra las de la parte sur, en donde los relieves se orientan mejor con relación a los vientos que ocasionan las lluvias. El río Petorca se ve formado por dos tributarios cordilleranos: el Sobrante y el Pedernal, de los cuales el primero es el más importante. En la parte inferior es conocido con el nombre de estero de Longotoma.

El río La Ligua se forma también en el ámbito cordillerano, con la unión de los ríos Alicahue y Chincolco.

En la desembocadura, un cordón litoral retiene las aguas de ambos ríos, formando lagunas.

2. *Ríos de régimen nivoso franco con escurrimiento torrencial*

Los ríos del Norte Chico, según se ha podido observar en los párrafos anteriores, se caracterizan por una alimentación mixta, debida en parte al derretimiento de nieve durante los meses cálidos, y en parte a la alimentación directa de las lluvias que se reciben durante los meses invernales en sus hoyas hidrográficas. Como consecuencia de lo anterior, en la mayoría de ellos se ha podido observar un caudal mínimo en los últimos meses del verano o durante los de otoño, para presentarse la llena anual a partir de los primeros meses del período de lluvias. Algunos ríos que tienen sus cabeceras en sitios en donde no existe una nivación intensa, se caracterizan aún por un régimen pluvial franco, como ha sido el caso de los ríos Jorquera y Hurtado. En la mayoría de los restantes, se ha observado el comienzo de la llena en el mes de Junio, manteniéndose las aguas altas hasta Diciembre. Es éste un rasgo muy característico, que distingue a estos ríos de los que vamos a estudiar más adelante.

En efecto, el grupo de ríos que revisaremos a continuación, se singularizará por fluctuaciones de caudal muy considerable durante el año, por poseer corrientes impetuosas, lo que los separará de los más australes, y por una llena que coincide con la estación cálida, debido a su alimentación principalmente nivosa. En los más meridionales, observaremos una franca tendencia a presentar un pequeño aumento de caudal en los primeros meses del invierno o los finales del otoño, debido al desencadenamiento de la estación lluviosa. Esta protuberancia en las curvas será más notable, mientras más temprano se presenten las primeras lluvias. Algunas veces, cuando éstas se producen antes de que las temperaturas tengan oportunidad de descender mucho, ocurren grandes inundaciones, que ocasionan catástrofes y cam-

bios en el curso de los ríos. En este último sentido, tiene mucha importancia la fase en que ellos se encuentren. En efecto, mientras algunos se hallan en fase erosiva, y sus cauces, al salir de la cordillera, corren bien encajonados en un lecho pedregoso, en otras partes ellos están en fase de sedimentación y, en consecuencia, corren por cauces levemente deprimidos y tienen una franca tendencia a cambiar continuamente de posición. El más notable en este sentido es el río Teno, que en los últimos años ha cambiado ya varias veces de madre, destruyendo tierras de cultivo y formando grandes vegas pedregosas. El Lontué, aunque no ha variado tanto, también se encuentra en fase de sedimentación al salir de la cordillera.

Los ríos que, al salir de los Andes, se mantienen en fase erosiva, en alguna parte de su curso, aguas abajo, entran a fase de sedimentación, creando fenómenos muy característicos a mayor o menor distancia del ámbito andino. El Maipo, por ejemplo, que corre perfectamente encajonado en sus primeros tramos dentro del Valle Central, entra ya a una fase de sedimentación activa en la región de la Isla de Maipo. Allí se observa cómo el río se bifurca repetidas veces y periódicamente inunda los terrenos vecinos, en las inseguridades de sus cursos. Lechos muy anchos y pedregosos son el rasgo característico de estos incidentes. Inseguridad de las riberas y necesidad de obras de defensa, la natural secuela.

Finalmente, en lo que se refiere a su régimen, los ríos que nos preocuparán en lo sucesivo van a presentar sus caudales mínimos hacia los meses finales del invierno y el máximo en el mes de mayor canícula. En este sentido, el Maipo puede estimarse como tipo. Agosto es el mes de menor y Enero el de mayor caudal. La llena, que en los casos anteriores rara vez llegaba al mes de Enero, ahora lo cubre sistemáticamente, y es solamente en Marzo cuando se advierte el estiaje.

a) Hoya del río Aconcagua.—Ya el río Aconcagua nos ofrece un buen ejemplo de este tipo. Nace en el cordón divisorio, en un sector de hielos y nieves eternas abundantes, de tal manera que su alimentación es más segura que en los casos anteriores. Su hoya hidrográfica es relativamente modesta: 7.640 kms.^{2} solamente. Nace en el Nevado de los Leones, y durante la primera parte de su curso se le designa como río Juncal. Puede estimarse que, cuando recibe por el sur las aguas del río Blanco, se constituye verdaderamente. En Juncal, el río lleva un caudal medio anual de 6,52 m.^{3}/seg., presentando sus caudales mayores en los meses de Diciembre y Enero (12,91 y 14,86 m.^{3}/seg., respectivamente). El Blanco, que, incuestionablemente, si consideramos la dirección general del escurrimiento de las aguas, es un afluente, presenta mayores gastos. En efecto, el promedio anual

es de 9,75 m.³/seg., y tiene su mayor volumen en los meses de Diciembre y Enero, con 24,74 y 27,62 m.³/seg., respectivamente. El principal afluente andino es, sin embargo, el río Colorado, que le entrega sus aguas por el norte, cerca de Resguardo (1.205 mt. s.n.m.). Este concurre con 12,63 m.³/seg., en promedio anual. Este río se presenta con grandes fluctuaciones estacionales, que corresponden al activo derre-

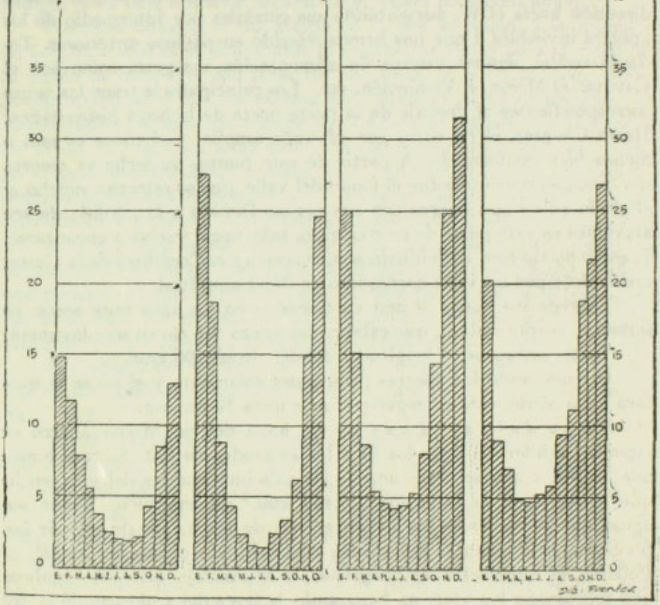


FIG. 42.—Gastos medios mensuales del río Aconcagua.

timiento de las nieves de su hoya. El mes con menor caudal es el de Junio, con 4,33 m.³/seg.; el que presenta gastos mayores, es Diciembre, con 31,45 m.³/seg. (Fig. 42).

Es interesante analizar los gastos medios mensuales del río Aconcagua, después de haber recibido las aguas del Colorado. Julio es el mes con menor caudal (9 m.³/seg. en promedio) y Diciembre y Enero

son los que presentan los más altos (69,10 y 67,45 m.³/seg., respectivamente). Los meses en que se presentan gastos superiores al promedio anual son los de Noviembre a Febrero y, eventualmente, Marzo. El gasto medio anual es del orden de los 30 m.³/seg. Al salir de la Cordillera el caudal ha aumentado a 45 m.³/seg. Ya fuera del ámbito andino recibe, por el norte, las aguas del río Putaendo, el cual aporta 11,12 m.³/seg., como promedio anual. La llena de este río, que es bastante efectiva, dura solamente tres meses: Noviembre, Diciembre y Enero. El mes de menor gasto es Mayo.

Perfectamente conformado ahora, corre hacia el mar con franca dirección hacia el W, aumentando sus caudales por intermedio de los aportes invisibles a que nos hemos referido en páginas anteriores. Todavía recibe algunos esteros de alimentación insegura, como son el Catemu, el Melón, el Vichiculén, etc. Los principales le traen las aguas correspondientes al drenaje de la parte norte de la hoya hidrográfica. Hasta Chagres, el río corre por un valle amplio, y el cauce es más o menos bien conformado. A partir de este punto, su lecho se recorta muy incipientemente sobre el fondo del valle, que se estrecha mucho, y el río lo cubre casi entero con sus vegas. Debido a la pérdida de sus aluviones en esta parte de su recorrido, más tarde vuelve a encauzarse, y, como un río bien individualizado, se acerca a la Cordillera de la Costa, cruzándola por un valle desfiladero de débil amplitud.

Entrega sus aguas al mar en Concón; en los años muy secos, se forma un cordón litoral, que estanca las aguas del río en una laguneta.

Puede estimarse la longitud total del río en 190 kms.

Considerando los aportes principales solamente y si no se le quitara agua al río, éste entregaría al mar unos 50 m.³/seg.

b) Hoya del río Maipo.—La hoya del río Maipo abarca el espacio cordillerano entre los 33 y los 34 grados de Lat. S., más o menos, y debe contarse como una de las más importantes del país, en lo que se refiere a su extensión: 15.400 kms.² de superficie. Drena las aguas que se obtienen por derretimiento de las nieves de una de las porciones más ingentes del cordón divisorio. En efecto, el Juncal, el Polleras, el Tupungato, el Piuquenes, el Marmolejo, etc., son cumbres que sobrepasan los 6.000 m. Separando la hoya del Colorado de la del Mapocho, otro cordón descollante contiene el cerro del Plomo, el Altar y el Palomo, que sobrepasan los 5.000 m.

Las alturas excepcionales que presenta la Cordillera de los Andes en esta parte del país, ocasionan una glaciación importante y una nivación estacional considerable, que contribuyen a fijar las características hidrológicas del río.

El Maipo nace en el extremo sur cordillerano de su hoya hidrográfica, a los 34°10′ de Lat. S., en el paso de Maipo. Toma una direc-

ción general NNW, que conserva en todo su recorrido por la Cordillera de los Andes. Puede decirse que se constituye definitivamente con la unión de los ríos Volcán y Yeso, en las inmediaciones de San Gabriel (1.250 m.s.m.). En este sitio, trae más o menos 30 m.³/seg. como promedio anual y los dos tributarios le entregan 16 y 12 m.³/seg., respectivamente.

El principal afluente cordillerano es el río Colorado, que nace a los pies del Tupuntago y le trae las aguas de toda la parte septentrional de la hoya andina. En el sitio donde entra en confluencia con el río Maipo, lleva más o menos 32,3 m.³/seg., como promedio anual.

Podemos estudiar el río Maipo en lo que se refiere a su régimen en La Obra, que es el sitio donde se captan las aguas para el riego de la región de Santiago. Allí presenta un caudal de 107,1 m.³/seg., como promedio del año. Las variaciones del caudal en el curso del año son considerables: el mes con menos agua es el de Agosto, en el cual el río drena 52,5 m.³/seg. solamente, y el con mayor gasto es el de Enero, en el cual arrastra 227,5 m.³/seg., como promedio de los 34 años de observaciones. Los meses con más aguas que el promedio son los de Noviembre a Febrero. Ya Marzo está por debajo del promedio, con 100 m.³/seg., pero es en Abril cuando se hace notar francamente el estiaje (67,25 m.³/seg.). Las aguas bajan paulatinamente hasta Agosto, que presenta el gasto mínimo, pero en Septiembre recién se sobrepasa los 60 m.³/seg. Es en Octubre cuando la llena se presenta con vigor, alcanzando 92,7 m.³/seg., para llegar a 142,4 en Noviembre (Fig. 43).

Si comparamos los valores del mes con menos agua con el de mayor caudal, podremos estimar las variaciones medias en la proporción de 1 : 4,2.

Al salir el río de la Cordillera de los Andes, sus aguas están todavía a 700 m.s.n.m. Corre por un cauce profundo, recortado en los detritus que llenan el valle longitudinal, con dirección hacia el W. Atraviesa este valle sin recibir afluentes de entidad. Cuando se avecina a la Cordillera de la Costa, recibe por el sur las aguas del estero Angostura, que le vierte tributos de la cuenca de Rancagua (esteros Codegua y Leonera). Es en el interior de la Cordillera de la Costa donde recibe las aguas de los dos principales tributarios extraandinos, el río Mapocho, que drena las aguas cordilleranas del sector del Cerro del Plomo, y el estero de Puangue, que drena las altas serranías de la Cordillera de la Costa, situadas al noroeste de la ciudad de Santiago. Estos ríos le llegan muy disminuídos por efecto de la sustracción de las aguas para el riego, y en la época de verano no acrecen mayormente su caudal. En el invierno, en cambio, suelen proporcionarle ingentes cantidades de agua.

El río Maipo entrega sus aguas al mar en las proximidades de

Llolleo, en donde todavía presenta como gasto normal 50 m.³/seg., aproximadamente. Puede estimarse que el río ha recorrido unos 250 kms. desde su nacimiento hasta el sitio en que vierte en el mar.

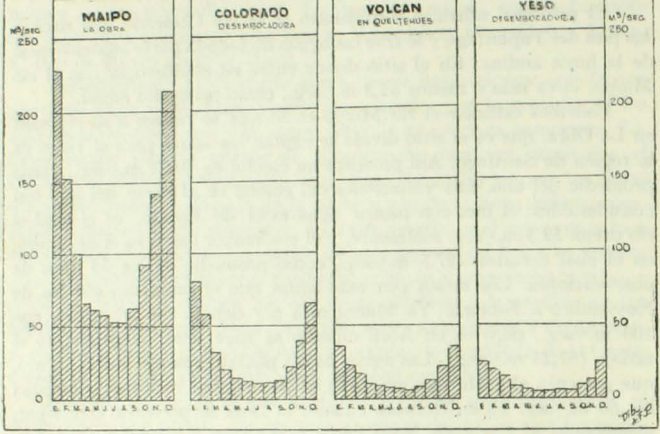


FIG. 43.—Gastos medios mensuales del río Maipo.

c) Hoya del río Rapel,—El río Rapel desemboca en el mar a los 33°56′ de Lat. S., y se ha formado por la unión de los ríos Cachapoal y Tinguiririca. Estos ríos entran en confluencia en el interior de la Cordillera de la Costa, cerca de la localidad de Las Cabras, después de haber tenido nacimiento en regiones muy distantes en la Cordillera de los Andes. Ambos nacen en las inmediaciones del cordón divisorio, pero mientras el Cachapoal alcanza a nacer en un sector cordillerano en donde la glaciación es todavía bastante rica, el Tinguiririca proviene de uno en el cual ésta es notablemente menor. En efecto, el cordón divisorio, que hasta los 34°30′ de Lat. presenta todavía alturas considerables, se deprime apreciablemente más hacia el sur, y sus cumbres sólo excepcionalmente logran sobrepasar los 4.000 m. Esta menor altura del relieve andino se manifiesta con una nivación menor y una glaciación más escasa. Del mismo modo, puede estimarse que la hoya cordillerana del río Cachapoal es notablemente mayor que la del Tinguiririca, de tal manera que mientras la primera acusa unos 2.300 kms.², la segunda apenas llega a los 1.525 kms.²

El Cachapoal nace del cerro de los Piuquenes (4.460 m.)

de un conjunto de varios ventisqueros, cuyos deshielos lo alimentan. Si el brazo que lleva el nombre de Cachapoal, es, ciertamente, el que tiene mayor caudal, recibe por el sur las aguas de los ríos de Las Leñas y Cortaderal, de los cuales este último presenta un valle muy bien desarrollado y de notable extensión longitudinal. Más aguas abajo recibe el río Cipreses, que se orienta también con dirección S.-N., el cual toma su origen en el Cerro del Plomo (4.820 m.), altura notable por los vestiqueros que se desprenden por sus faldas, y de los cuales el más importante ha dado origen al río Cortaderal, antes mencionado. Los ríos Pangal y Coya le aportan las aguas de la parte septentrional de la hoya cordillerana.

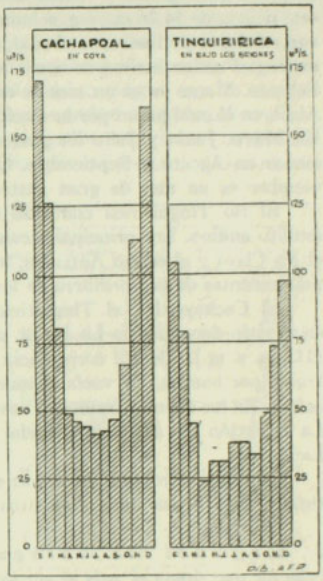


FIG. 44.—Gastos medios mensuales del río Rapel.

Disponemos de observaciones limnimétricas en las inmediaciones de Coya, esto es, cuando el río Cachapoal ha concluído de recibir sus principales afluentes cordilleranos. En este sitio, el río lleva un caudal medio anual de 82,68 m.³/seg. Los meses de llena son los de Noviembre a Marzo. Es Enero el que presenta el gasto mayor del año, con 171,5 m.³/seg. Un rasgo muy característico del régimen de este río es la brusca caída del caudal en el mes de Abril. Mientras que, en promedio, Marzo presenta 80,8 m.³/seg., Abril señala sólo 49,3. Durante los meses restantes del invierno, las aguas se mantienen por debajo de esta cifra, y es Agosto el que presenta el caudal mínimo, con sólo 41,9 m.³/seg. Las aguas empiezan a subir en Septiembre. Si comparamos los valores del mes de gasto mínimo con el de máximo, advertiremos que los caudales correspondientes están en la relación de 1 : 4 (Fig. 44).

El río Tinguiririca nace con el nombre de río Damas del Volcán, epónimo, en las inmediaciones de la línea fronteriza. Corre primero con dirección N-S, pero en las Vegas del Flaco cambia de dirección y, como un cauce ya bien conformado, corre con rumbo general NW,

que mantendrá durante todo su curso. Recibe por el norte como principales afluentes cordilleranos los ríos Azufre y Clarillo; por el sur sólo le llega el río Claro. En Los Briones puede decirse que abandona el ámbito cordillerano.

Los datos que proporciona el limnímetro instalado en este lugar, aunque abarcan sólo 9 años de observaciones, nos permitirán hacernos una idea del régimen y caudal de este río. Su caudal medio anual en este sitio es de 54,76 m.³/seg. solamente. Los caudales máximos se observan en el mes de Enero, en el cual, en término medio, el río lleva 114,09 m.³/seg. Pueden estimarse como meses de llena los de Noviembre a Febrero. Marzo es ya un mes de estiaje. El gasto menor se observa en Abril, en el cual pasan por la sección correspondiente sólo 24,8 m.³/seg. En Mayo, Junio y Julio los gastos aumentan, para disminuir nuevamente en Agosto y Septiembre. Octubre ya anuncia la llena, y Noviembre es un mes de gran gasto.

El río Tinguiririca continúa recibiendo aportes más allá de su ámbito andino. Los principales cauces que vierten sus aguas en él son el río Claro y el estero Antivero, los cuales se alimentan en las partes más externas de la Cordillera de los Andes.

El Cachapoal y el Tinguiririca se unen, para formar el Rapel, en el sitio denominado La Junta, a unos 6 kms. al W de Las Cabras (113 m. s. m.). De allí corre hacia el NW, en medio de un lecho obstruído por bancos. Se vacía al mar por un solo brazo, de unos 58 m. de ancho. En los últimos tramos es navegable por embarcaciones pequeñas. La retención de aguas provocada por la marea se hace sentir hasta Licancheo.

La hoya hidrográfica total se estima en 13.520 kms.²; la longitud total del río, hasta sus nacimientos, puede estimarse en 240 kms.

d) Hoya del río Mataquito.—El río Mataquito es el cauce colector que drena el país al sur del área del Rapel. Debido a las lluvias incipientes que se observan todavía en esta parte de Chile, entre el Rapel y el Mataquito, se desarrollan algunas hoyas independientes, que logran alcanzar alguna importancia: los esteros de Nilahue y de Vichuquén son, en efecto, los cursos colectores que drenan a la Cordillera de la Costa en estas latitudes.

El río Mataquito desemboca en el mar a los 35° de Lat. S. Se ha formado con la confluencia de los ríos Teno y Lontué, que drenan las aguas cordilleranas y del valle longitudinal entre los 35°50′ y 34°30′ de Lat. S. En efecto, estos ríos se juntan en la localidad de Tutuquén, antes de entrar a la Cordillera de la Costa. Desde allí, corre hasta el mar el cauce del Mataquito, primero como un río de amplio lecho, que se hace cada vez más nítido, y que por el medio de un valle bastante

ancho, llega a entregar sus aguas al mar en el sitio denominado El Peñón.

El río Teno nace en el portezuelo de Vergara y durante sus primeros tramos recibe el nombre de río Vergara. Después de recibir las aguas del Malo, que le aporta los excesos de las lagunas del Planchón, y las del río Nacimiento, se constituye definitivamente. Corre por un valle muy bien conformado y con dirección al norte durante sus primeros 30 kms. En los Maitenes vuelve bruscamente al oeste, y con esta dirección cruza los amplios explayados de Los Cipreses. Se encierra después, por largo trecho, entre altas montañas, en un valle tan angosto que apenas da cabida al camino tropero que lo recorre al par que el río, y que se conoce con el nombre de Infiernillo, y sale definitivamente de él sólo en La Puerta. De allí hasta Los Queñes corre nuevamente por un valle amplio, el cual presenta ahora numerosas terrazas.

En Los Queñes, un limnímetro permite estudiar las características de este río; él ha recibido numerosos afluentes dentro del ámbito cordillerano, aunque ninguno de ellos logra destacarse por su desarrollo.

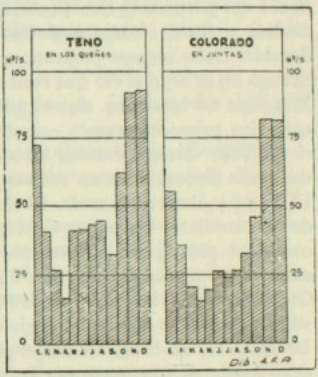


FIG. 45.—Gastos medios mensuales del río Mataquito.

Puesto que la serie es muy breve (cinco años solamente), las observaciones siguientes deben considerarse como provisorias. El caudal medio mensual del río es de 50 m.³/seg. Los meses con mayores gastos son los de Noviembre y Diciembre, en los cuales se observa 91,57 y 91,97 m.³/seg., respectivamente. En los meses de verano, las aguas bajan rápidamente, de manera que en Marzo sólo se registra 27 m.³/seg. En el mes de Abril se presenta el mínimum anual, con 16,40 m.³/seg. Durante los meses invernales, los gastos aumentan hasta 40,44 m.³/seg., que se observan en el mes de Agosto. Septiembre acusa un valor notablemente inferior, marcando un segundo mínimum en el año (Fig. 45).

A continuación se indican los gastos medios del río Teno en Los Queñes (m.³/seg.):

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Gastos medios del río Teno en Los Queñes (1938-1943) (m^3./seg.)

Enero. . . .	72,19	Abril . . .	16,50	Julio . . .	43,28	Octubre..	62,30
Febrero . .	40,85	Mayo. . .	41,13	Agosto . .	45,08	Novbre..	91,57
Marzo. . . .	26,77	Junio . . .	41,23	Septbre..	32,52	Dicbre . .	91,97

No es posible hacer una interpretación de estos datos, por la brevedad del período de observación.

El río Teno, una vez que abandona la Cordillera de los Andes, recibe aún algunos afluentes, como son los esteros Rauco y Guaiquillo que se alimentan principalmente de vertientes y napas de agua subterránea del Valle Longitudinal.

El río Lontué nace también en el cordón divisorio, en las vecindades del portezuelo San Francisco. En esta parte, la Cordillera de los Andes, presenta alturas modestas y no posee una nivación muy considerable. Debe tenerse presente que el principal curso de agua cordillerana no es aquí el río que recibe el nombre de Lontué y que nace en la laguna de Mondaca, sino el que recibe el nombre de Colorado. Este corre los primeros tramos con dirección NNW, y en su unión con el río Valle Grande cambia su dirección a WNW, la cual mantiene, con leves sinuosidades, en todo el ámbito andino, para salir de él entre El Yacal y Potrero Grande. El río Colorado ha recibido, en el interior de la cordillera, las aguas de algunos afluentes de interés, entre los cuales los principales son los ríos Las Mulas y Lontué; este último le entrega las aguas del río San Pedro y de la Laguna de Mondaca. Otro afluente de interés es el río Palos de San Pedro, que drena la mesa volcánica que se desarrolla entre el río anterior y el Colorado mismo. La unión del río Colorado con el río Lontué se hace en un valle amplio, cuyo fondo está ocupado por lavas del volcanismo reciente, las cuales forman una planicie que separa ambos cursos de agua, durante los 15 kms. que corren paralelos. Más allá del sitio donde se reúnen, el valle se estrecha notablemente, y por una garganta angosta el río abandona su valle andino, para correr más tarde por amplios explayados, todavía contenidos por relieves porfiríticos, con terrazas de aluvionamiento reciente.

Disponemos de medidas de los gastos del Colorado en el sitio donde se junta con el río Lontué, los cuales pueden ayudar a hacernos una idea de su caudal y régimen.

Como en el caso del río Teno, los meses con mayor caudal son los de Noviembre y Diciembre, en los cuales se observan 82 $m.^3$/seg. El menor gasto se observa en Abril, en que pasan por la sección corres-

pondiente 15,2 m.³/seg. solamente. A partir de este mes se observa un aumento paulatino que adquiere su valor máximo en Junio, decreciendo levemente en Julio, para continuar después en aumento hasta el máximo de Noviembre. En promedio, el río lleva un caudal de 39 m.³/seg.

El Lontué propiamente tal es un río más modesto. Una estimación de su caudal en la desembocadura le asignaría unos 15 m.³/seg.

Al salir de la Cordillera de los Andes, el río se enriquece aún con las aguas del estero de Upeo, que se alimenta en la alta Cordillera, y el de Los Niches, que lo hace en una parte más externa.

El río Mataquito, desde el sitio en que se constituye hasta el mar, corre por un valle amplio y bien cultivado. Es un río de aguas tranquilas, arremansadas por grandes bancos de rodados. En la última parte de su curso es navegable por embarcaciones pequeñas.

Puede estimarse la hoya hidrográfica del río Mataquito en 6.050 kms.² La longitud total que recorren las aguas para alcanzar el mar puede fijarse en 250 kms.

3. *Ríos con régimen nivoso y de breve llena*

Los ríos que siguen inmediatamente hacia el sur tienen algunas características que, aunque no de mucha entidad, son de interés desde el punto de vista práctico.

En efecto, el Lontué es el último de los ríos andinos que presenta una llena perdurable durante los meses caniculares. En el Maule—y en los ríos situados más al sur hasta el Bio Bío—se conserva la gran variabilidad de los gastos medios mensuales y las creces primaverales, pero éstas terminan muy luego, de tal manera que en los meses de estío se hace sentir una falta notable de agua para los riegos. Debido a la importancia que este hecho tiene en una parte del país en donde las temperaturas del verano son excepcionalmente altas, hemos creído oportuno separar este grupo de ríos en párrafo aparte.

Los ríos de esta parte de Chile, presentan un notable descenso de caudal ya en el mes de Enero, es decir, cuando el agua es más necesaria en los campos. La posición del mínimum, sin embargo, siempre corresponde al último mes del verano o al primero del otoño. Los meses invernales acusan un leve aumento de los caudales, debido al desencadenamiento de la estación lluviosa.

El hecho de que la Cordillera de los Andes, en sus pendientes exteriores, esté cubierta por bosques de considerable extensión, trae otra consecuencia: los suelos son permeables, y las aguas que concurren a las vaguadas, lo hacen después de un filtrado profundo. Es solamente

cuando se ha producido la saturación del suelo, cuando hay escurrimiento superficial, y éste no encuentra tierra suelta que arrastrar. Por eso, los ríos son de aguas más limpias. Esto tiene cierta importancia, pues las tierras sometidas a riego, no reciben los abundantes légamos que fecundan continuamente las de más al norte.

a) Hoya del río Maule.—El Maule presenta un ejemplo notable de río colector en la parte central de Chile. Desemboca en el mar a los 35°25′ de Lat. S. y drena las aguas que se reciben en todo lo ancho del país, entre los 35°05′ y los 36°30′ de Lat. En realidad, el sistema hidrográfico de este río es uno de los más importantes de Chile. Numerosos ríos cordilleranos, después de cruzar el Valle Longitudinal, son colectados por afluentes longitudinales de primer orden, y todas sus aguas concurren para atravesar la Cordillera de la Costa en un solo cauce: el río Maule. La importancia del sistema hidrográfico de este río se destaca muy bien si se considera que su hoya cubre una superficie de 21.690 kms.², es decir, es la más importante que hemos estudiado hasta ahora dentro del exorreísmo, muy superior a la del río Maipo (15.190 kms.²). Brüggen atribuye estos rasgos al rechazo que experimentan los cursos de agua hacia el occidente, por efecto de la existencia del gran abanico aluvial del Maule cordillerano, que les impide correr directamente hacia su confluencia. Por otra parte, la circunstancia de que el cordón más importante de la Cordillera de la Costa, al sur del río, sea el situado en las inmediaciones del litoral, ha hecho que los cursos que se forman en esta cadena, corran hacia el valle longitudinal y viertan al mar a través del Maule. En este sentido, es interesante el río Purapel, que, naciendo a espaldas de Constitución, viene a verter sus aguas al Loncomilla, caminando en sentido contrario al mar. El río Cauquenes presenta un ejemplo semejante, pues nace en las inmediaciones del curso inferior del Itata. Todos estos rasgos curiosos del drenaje de la Cordillera de la Costa se explican por la existencia del cordón maestro en las inmediaciones de la costa.

El río Maule nace en la laguna de su nombre, en la alta cordillera. Aunque en las partes septentrionales de los Andes hemos encontrado diversas lagunas, ninguna de ellas merecía una reseña, por la brevedad de su extensión. La laguna del Maule presenta una superficie de 45 kms.², y sus aguas se encuentran a 2.233 m. de altitud. Es de origen volcánico.

En los primeros trechos, el río corre en dirección NW; a los 27 kms. de recorrido recibe las aguas del río Puelche y a los 40, las del río de la Invernada. Numerosos otros pequeños afluentes acrecen su caudal. Es en la parte baja de la Cordillera de los Andes donde recibe las aguas de su principal afluente cordillerano, el Melado, que le trae

los tributos de toda la región situada al sur del Maule. Este río ha nacido en la laguna Dial, y por medio del río Troncoso ha colectado las aguas del cordón divisorio, de manera que su caudal es poco inferior al del mismo Maule.

Se dispone de 19 años de observaciones en La Lancha para el estudio del río Melado. Según éstas, lleva como promedio anual unos 106 m.³/seg. de caudal. Existe una gran variabilidad en los caudales de los distintos meses del año; el con gasto mínimo es Abril, en el cual pasan 30,01 m.³/seg. por la sección. A partir de este mes, se observa un aumento de los gastos que se mantienen entre 90 y 100 m.³ hasta Septiembre, en el cual el gasto sube a 127 m.³/ seg. Los meses de Octubre y Noviembre son los que presentan mayor caudal, con 176 y 222 m.³/seg., respectivamente. Diciembre acusa ya un notable descenso, de tal manera que el gasto queda por debajo de los 152 m.³/seg. En Enero todavía hay bastante caudal: 90,98 m.³/seg., pero en Febrero y Marzo el estiaje se acusa con rigor (Fig. 46).

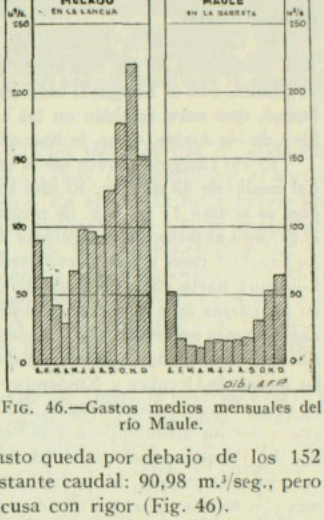


FIG. 46.—Gastos medios mensuales del río Maule.

Los datos que se han dado respecto del régimen del Melado son válidos para el Maule, aunque parece que este río tiene buena alimentación hasta Diciembre y, en consecuencia, aun en Enero mantiene un gasto elevado. En todo caso, el estiaje se presenta mucho más temprano que en los ríos que hemos estudiado más al norte, y, en cambio, los meses invernales acusan un caudal vecino al medio anual. Al salir de la Cordillera de los Andes, el Maule lleva un caudal que se calcula en 300 m.³/seg.

No disponemos de datos de los ríos tributarios del Maule en el Valle Longitudinal. El Claro, que nace a los pies del Alto Pelado, es un río que se alimenta de nieves invernales; éstas se derriten en plena primavera, y sólo en los años lluviosos logran perdurar parte del verano.

Los ríos que tributan al Loncomilla—colector de todas las aguas que vienen por el sur al río Maule—nacen en los primeros cordones cordilleranos, y sus cabeceras, en consecuencia, no penetran profundamente en la cordillera; de este modo, deben presentar rasgos muy se-

mejantes al Claro, en su régimen, aunque el volumen de aguas acarreado es algo mayor, por el aumento de las lluvias hacia el sur. Por otra parte, como el río Loncomilla es un curso que corre adosado a la Cordillera de la Costa, aprovecha todas las filtraciones del valle longitudinal, y, en parte, capta también aguas subterráneas; de esta manera, en las inmediaciones de San Javier, se presenta como un río de considerable caudal.

El Loncomilla se ha formado por la unión del Perquilauquén, el más meridional de los ríos cordilleranos que concurren con sus aguas al Maule, con el Longaví. Más tarde recibe los aportes del río Achibueno, que nace también en las estribaciones exteriores de la Cordillera de los Andes, o sea, la llamada Montaña.

El río Longaví parece ser el más importante de ellos, con un caudal medio de 43 m.³/seg. El mes con mayor gasto es el de Junio, en el cual se acusan 77 m.³/seg. de promedio. Este alto valor, como también el del mes anterior y del siguiente, está determinado por las abundantes lluvias que caen en la parte externa de la Cordillera de los Andes. Sólo una parte muy modesta de ellas se conserva en forma de nieve en las partes más altas de los cordones correspondientes, para derretir rápidamente en los primeros meses de la primavera. La pequeña riada que así se origina, se hace sentir con un débil aumento del gasto en los meses de Octubre y Noviembre. El mes con menos agua es Marzo, en el cual pasan, en promedio, sólo 15 m.³/seg. En los años muy secos, este valor ha disminuído a 3 m.³/seg.

El Perquilauquén tiene un caudal medio ligeramente inferior al anterior: 40 m.³/seg. El estiaje dura desde Diciembre hasta Abril. El mes con menos agua es Febrero, es decir, plena canícula, en el cual se miden 6 m.³/seg. En cambio, durante la crece invernal, las aguas suben hasta 110 m.³/seg. En primavera se acusa débilmente una crece secundaria.

No disponemos de estimaciones sobre el caudal del Loncomilla. Pero en San Javier pueden calcularse unos 150 m.³/seg. En este sitio, las aguas están a 112 m. s. m. Cinco kilómetros aguas abajo, se une con el Maule. Constituído definitivamente este río, recibe en las inmediaciones de Corinto las aguas del Claro de Talca, que viene del norte. El río corre ahora por una valle-desfiladero, que corta la Cordillera de la Costa, dejando explayados de muy diversa extensión a ambos lados. En la medida que avanza hacia el mar, el valle se hace más estrecho, hasta que en su parte final apenas logra contener el lecho del río. La estrechez del valle es tan considerable, que el camino carretero que une a Talca con Constitución ha preferido seguir las aguas del Purapel. Como la Cordillera de la Costa es aquí una entidad orográfica depri-

mida, no da, sin embargo, el valle la impresión de estrechura que tendría si ella contara con relieves más importantes.

En Constitución, el río se echa al mar por una boca de cerca de 200 m. de ancho, frente a la cual se forma una barra de poco más de 3 m. de profundidad.

En la parte inferior de su curso, el río es navegable por embarcaciones hasta de 40 ton., pero ya a unos pocos kilómetros de su desembocadura se presentan rápidos y correntadas, que impiden continuar la navegación hacia el interior. En la actualidad, se realizan obras para habilitar la parte inferior del río como puerto, mediante la corrección de la desembocadura.

b) Hoya del río Itata.—A los 36°23′ de Lat. S., el río Itata desemboca al mar. Su sistema hidrográfico, comparado con el anterior es relativamente sencillo y modesto. En efecto, la hoya hidrográfica cubre sólo 11.480 km.², y la forman los ríos Ñuble e Itata propiamente dicho. Estos dos cursos de agua se unen antes de penetrar en la Cordillera de la Costa; de ellos, el primero es el más importante. En efecto, mientras el río Ñuble nace en pleno cordón divisorio, en el portezuelo de los Pajaritos (36°57′ de Lat.), el Itata propiamente tal se forma en la parte externa de la Cordillera de los Andes, por la confluencia de dos esteros: el Cholguán y el Itatita.

En el interior de la Cordillera de los Andes, el río Ñuble corre con una dirección general NW. por medio de un valle bien conformado, el cual deja campos cultivables en ambas riberas. Al salir del ámbito andino, por medio de una amplia curvatura, cambia su curso hacia el SW., al mismo tiempo que cruza el Valle Longitudinal. Por su margen izquierda recibe numerosos afluentes, de entre los cuales los más importantes son el río Cato y el Chillán; éstos le proporcionan las aguas que se colectan en la parte occidental de la Cordillera de los Andes. En Confluencia junta sus aguas con las del río Itata.

Este último ha nacido en las estribaciones más externas de la Cordillera de los Andes, con el nombre de Itatita. Después de recibir las aguas del Cholguán, un poco al sur de Yungay, puede considerarse definitivamente formado. Corre con dirección al NW, atravesando el Valle Longitudinal y recibe por su margen derecha sus principales afluentes: los ríos Palpal, Diguillín y Larqui.

No disponemos de observaciones limnimétricas de ninguno de los tres.

Puede estimarse el desarrollo longitudinal del Itata en unos 230 kms. Su caudal medio en la desembocadura es de más o menos 60 m.³/seg.

c) Hoya del río Bío-Bío.—Al sur de los 37° de Lat. S., se desarrolla el sistema hidrográfico del Bío-Bío. Es éste el río más importante de todo Chile, en lo que se refiere a la extensión de su hoya (23.920 kms.²), si eliminamos al Loa. En efecto, la superficie cordillerana entre los 37 y los 39° de Lat. S, es drenada hacia el mar por un solo río: el Bío-Bío. Debe recordarse, además, que mediante el Laja y el Vergara, que es su afluente de primer orden por el sur, el Bío-Bío drena, por lo menos en el Valle Longitudinal, desde los 37° hasta los 38°30′ de Lat. Por otra parte, el Bío-Bío es, después del Loa, que tiene, según Riso Patrón 440 kms. de longitud, el río más largo de Chile (380 kms.).

Todas estas características se originan por la disposición particular de los relieves en la Cordillera de los Andes y la existencia de una parte sobreelevada de la Cordillera de la Costa, como es la de Nahuelbuta, que obliga a las aguas a colectarse, para salir al mar por la parte norte de ella. Gracias a estas circunstancias, el sistema posee una orientación general de SE a NW.

El río Bío-Bío nace en las lagunas de Cayutué e Icalma, en las vecindades del cordón divisorio por los 38°45′ de Lat. S. En las primeras partes de su curso, se orienta hacia el NW, y recorre un importante accidente orográfico, de gran amplitud: el valle de Lonquimay. Mediante ríos tributarios de regular desarrollo, colecta todas las aguas entre el cordón divisorio y el cordón que, más al este, contiene la sierra Nevada y la sierra de Lonquimay. Se dilata por el interior de estas formas, hasta que le cierran el paso, por el norte, las sierras de Mallamalla y de Tricauco, que lo obligan a abandonar la dirección primitiva y establecen una división nítida con la hoya del río Laja, que drena las partes más septentrionales. Vuelve entonces su curso un poco más al oeste, y empieza a cortar los cordones que le permiten abandonar la Cordillera de los Andes.

Durante esta parte de su recorrido ha recibido, por el este, las aguas de los ríos Mitranquén, Rahue, Ránquil y Queuco, todos los cuales poseen valles bien desarrollados. Por el oeste, ha recibido las aguas de los ríos Lonquimay y Lolco solamente, los cuales sirven de drenes orientales a la Cordillera de Lonquimay.

De esta manera, al acercarse el río al Valle Longitudinal, se encuentra ya perfectamente conformado. Disponemos de observaciones de su caudal en Rucalhue. En este sitio, el río lleva, como caudal medio, 526 m.³/seg. Si reparamos en los valores mensuales del gasto, se advierte claramente que el año puede dividirse en dos porciones: una que corresponde al estiaje y otra al período de llena. El estiaje se presenta nítidamente durante los meses estivales y primeros de otoño. Son Enero, Febrero, Marzo y Abril los que presentan gastos inferiores

al promedio anual. El mes con menores aguas es Abril, en el cual se observan apenas 153 m.³/seg. Ya en Mayo, el gasto medio mensual sube a 621 m.³/seg., y los meses de Junio, Julio y Agosto marcan la llena más importante del año, todos con valores superiores a 730 m³/seg. Es Julio el que presenta el máximum anual, con 804 m.³/seg. de gasto medio. Septiembre acusa un notable descenso, separando el período de llena en dos porciones francamente distintas. Octubre y Noviembre presentan nuevamente una llena, debido al derretimiento de las nieves invernales, en las cuales se observan valores superiores a los 700 m.³/seg. En Diciembre, el gasto desciende a valores inferiores a los 500 m.³/seg. (Fig. 47).

En el cuadro adjunto se dan los datos mensuales de un período de observación que se extiende entre 1937 y 1947, correspondiente a Rucalhue:

Enero	240,9 m.³/seg.	Agosto	770,5 m.³/seg.
Febrero	188,0 »	Septiembre	653,6 »
Marzo	219,1 »	Octubre	719,6 »
Abril	153,2 »	Noviembre	734,2 »
Mayo	621,5 »	Diciembre	490,2 »
Junio	727,8 »		
Julio	804,2 »	Promedio	526,8 m.³/seg.

Cerca de Santa Bárbara, el río abandona la Cordillera de los Andes. Recibe en el Valle Longitudinal dos afluentes: los ríos Duqueco y Bureo, que drenan la parte externa e inmediata de la Cordillera de los Andes. Es a los pies de la Cordillera de la Costa donde recibe sus afluentes principales: los ríos Vergara y Laja, que le aportan grandes tributos. El segundo nace en la laguna de su nombre, cuerpo lacustre de grandes dimensiones, situado en el interior de la Cordillera de los Andes, hacia los 37° de Lat. S. Ella se ha formado gracias a las emisiones últimas del volcán Antuco, las cuales obstruyeron el valle del Laja y han retenido las aguas de su hoya superior, en un imponente lago cordillerano. Puede estimarse su superficie en 100 kms.² La laguna está orientada en el sentido de los meridianos y mide 35 kms. desde su extremo norte a su extremo sur. En el primero, se observan grandes profundidades.

El río Laja se orienta con dirección al oeste, si eliminamos algunas irregularidades de su curso. Disponemos de datos sobre su caudal en Abanico. Ellos corresponden al río Laja regularizado, de tal manera que tienen interés sólo relativo para los fines de este estudio. El caudal medio es de 58 m.³/seg. Los meses de mayor gasto son los de Noviembre, Diciembre y Enero. Después de atravesar el Valle Longitudinal, el río se junta al Bío-Bío en San Rosendo. En esta parte, su caudal medio es de 200 m.³/seg.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

El otro afluente de primera categoría es el río Vergara. Este se ve formado por los ríos Rahue, Malleco y Renaico, como drenes principales. Todos estos cursos de agua se reúnen en los pies de la Cordillera de Nahuelbuta con el nombre de Vergara, y corren hacia el norte, para juntarse con el Bío-Bío en Nacimiento.

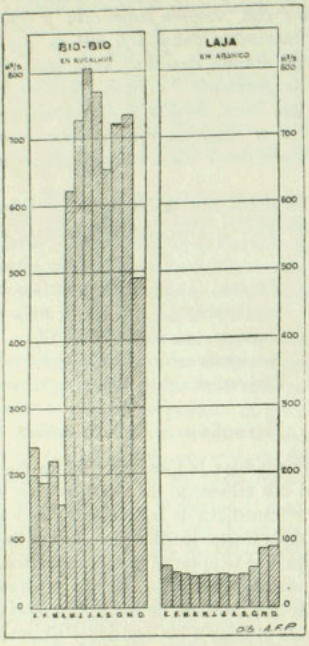


FIG. 47.—Gastos medios mensuales del río Bío-Bío.

Después de recibir todos estos aportes, el Bío-Bío corta la Cordillera de la Costa en un valle estrecho, desde San Rosendo hasta Concepción. La Cordillera de la Costa es, en esta parte, un accidente bajo, formado por grandes dorsos, que se levantan apenas hasta unos 300 m. s. m. Hasta Talcamávida su dirección es WNW, pero a partir de aquí, su curso es NNW, dirección con la cual se mantiene hasta su desembocadura.

En la parte inferior de su curso, el río Bío-Bío tiene un caudal que fluctúa entre 700 y 1.000 $m.^3$/seg.

Mientras más se acerca a la desembocadura, su lecho se hace cada vez más amplio, de tal manera que en la parte inferior éste aparece completamente embancado por las arenas que arrastra el río, formando un verdadero reticulado cubierto con aguas bajas. Frente a Concepción, el lecho tiene casi 2 kms. de ancho.

4. *Ríos de transición*

Más al sur, los ríos no presentan ya la crecida primaveral propia de los ríos cuya alimentación se hace principalmente a expensas del derretimiento de las nieves. No quiere decir esto que los ríos considerados no se alimenten parcialmente del derretimiento de las nieves cordilleranas, pero la crece primaveral se ve escamoteada por la influencia de la lluvia, que es muy abundante y que tiene sus intensidades máximas

en los meses invernales. Es así como en el Cautín, en el Allipén y en el Toltén, vamos a encontrar un enriado de invierno característico. El paralelismo de las curvas de pluviosidad con las de los gastos de los ríos será, pues, la regla hacia el sur.

Sin embargo, los ríos que consideraremos a continuación (hoyas del Imperial y del Toltén) no logran todavía los caracteres de los más australes, es decir, no les son comparables por el caudal, ni cuentan en sus recorridos con los grandes cuerpos lacustres que decantan las aguas y tienden a regularizar el escurrimiento. El primero que presenta este rasgo es el río Toltén que, en buenas cuentas, tiene, todos los caracteres de los ríos de la Región de los Lagos. Su principal afluente, el Allipén, sin embargo, reúne las características de los ríos más septentrionales. Para no destruir la integridad de la hoya, se ha preferido tratarlo entre los ríos de transición, ateniéndonos también a la variabilidad de los caudales medios mensuales. En efecto, si comparamos el mes con menos gasto con el de mayor gasto, observaremos una proporción de 1 : 4.

Estos ríos son navegables sólo en una breve parte de sus cursos inferiores.

a) Hoya del río Imperial.— El conjunto de ríos que vierten sus aguas al mar por intermedio del Imperial, representa un sistema hidrográfico de modestas proporciones dentro del conjunto de los ríos sureños. En efecto, ninguno de ellos logra nacer en el cordón divisorio. Todos se desprenden de las serranías ubicadas al sur de Lonquimay, que se anteponen a la parte alta de la cordillera. En ellas encontraremos, sin embargo, algunas alturas superiores a los 2.500 m., como algunos picos de la Sierra Nevada, el volcán Tolhuaca y el Llaima, que sobrepasa los 3.000 m. A consecuencia de las modestas alturas que dominan, la glaciación de las serranías de Lonquimay es escasa. En oposición a esto, hay una fuerte nivación invernal, que se derrite en la primavera y en los primeros meses del estío, determinando una creciente característica. Como, por otra parte, estamos en una parte de Chile en que la estación seca dura aún uno o dos meses, hay un claro estiaje en los ríos correspondientes a los meses más avanzados del verano y parte del otoño.

No disponemos de observaciones limnimétricas de los ríos de este sistema.

Los principales cursos de agua que concurren para formar el río Imperial, son el Cholchol, el Cautín y el Quepe. El primero es un río que nace por la parte oriental de la Cordillera de la Costa y corre hacia el sur.

El río Cautín nace en la Cordillera de Las Raíces, y después de

avanzar con dirección franca hacia el W, describe una amplia curva, mediante la cual lleva sus aguas hacia el sur, y empalma con el Quepe, cerca de la localidad de Almagro.

El río Imperial es navegable por embarcaciones de reducido y mediano tonelaje desde Carahue a Puerto Saavedra. En la parte inferior de su curso, arrastra un caudal de más o menos 600 m.³/seg., como promedio anual.

El recorrido total que hacen las aguas para llegar al mar, es de 220 kms., y la superficie de la hoya es de 11.700 kms.²

b) Hoya del río Toltén.—Los ríos que forman el sistema del Toltén, presentan características muy semejantes a las que hemos bosquejado en el caso del Imperial. Es verdad que ahora uno de ellos —el Toltén—arremansa sus aguas en un gran cuerpo lacustre, situado por primera vez, a los pies de la Cordillera de los Andes: el Lago Villarrica, y que el escurrimiento de las aguas se hace desde el mismo cordón divisorio. Sin embargo, tanto en el Allipén como en el Toltén propiamente dicho, se observan fuertes fluctuaciones de caudal, al mismo tiempo que los gastos medios anuales se emparentan mejor con los de los ríos de más al norte que con los de más al sur.

La hoya hidrográfica del río Toltén es notablemente menor que la del Imperial, a pesar de que, esta vez, los tributarios andinos nacen en el cordón divisorio: 7.520 kms.² de superficie. Una estructura del país en valles transversales, hace que no haya oportunidad para que se congreguen muchos cursos cordilleranos, y el sistema se conserva relativamente simple.

De los dos ríos constituyentes—Toltén y Allipén—, el primero es el de mayor caudal. El escurrimiento de aguas, que lleva a la constitución de este río, empieza en el divorcio continental de aguas. Aquí el río Minetué o Pucón colecta todas las aguas cordilleranas que convergen al lago Villarrica.

Tiene éste un área de 170 kms.², y la superficie de las aguas se encuentra a 230 m. de altitud. Sus aguas son de un color verde azulado. Es el primero de los grandes lagos que se desarrollan en todos los sistemas hidrográficos hacia el sur, en la parte terminal de los valles cordilleranos. Las aguas están retenidas por el anfiteatro morrénico de la última glaciación. De su margen occidental nace el río Toltén.

Disponemos de observaciones sobre el caudal de este río, tomadas en los alrededores de la ciudad de Villarrica, es decir, en las inmediaciones del sitio donde el río se desprende del lago. Según ellas, lleva un caudal medio de 350 m.³/seg., aproximadamente. El mes con menos agua es Marzo, en el cual pasan 127,1 m.³/seg. solamente. A partir de Mayo, el gasto medio mensual aumenta rápidamente, de tal modo que en Julio

se miden 559,27 m.³/seg. En los meses restantes del año, el caudal decrece regularmente para dar origen al estiaje, que se presenta en pleno verano. Puede considerarse que éste dura desde Enero hasta Abril (Fig. 48).

El río Toltén, al desprenderse del lago Villarrica, corre en dirección NW hacia la confluencia con el río Allipén, que se realiza 43 kms. aguas abajo.

En oposición al anterior, el Allipén es un río que no difiere casi en nada de los que hemos estudiado anteriormente. Su alimentación principal la recibe de las aguas lluvias y de las aguas subterráneas que intercepta su vaguada. Capta las aguas de la hoyada que se desarrolla entre la Cordillera de Melo y los Nevados de Sollipulli, en cuyo vértice noreste se encuentra el volcán Llaima (3.090 m. s. m.). Se han hecho observaciones sobre su caudal en Allipén. El gasto mínimo se observa en Febrero. A partir de este mes, las aguas aumentan, con algunas irregularidades, hasta presentar el gasto mensual máximo en Junio (294,4 m.³/seg.); de allí descienden paulatinamente, para dar lugar al mínimum estival.

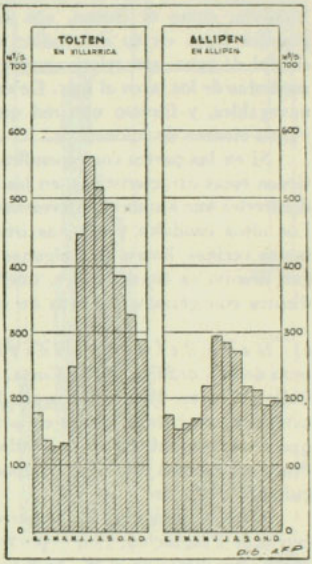


FIG. 48.—Gastos medios mensuales del río Toltén.

Tiene este río, pues, un régimen pluvial simple, constituído por un máximum invernal (época de lluvias abundantes) y un mínimum estival. Son meses de llena los que van de Mayo a Octubre. Los restantes meses del año son de estiaje. Repárese que, mientras en el caso del Toltén, éste dura apenas cuatro meses, en el Allipén dura seis.

Reunidas las aguas de estos dos ríos un poco aguas abajo de Allipén, corren primero directamente al oeste y, después, mediante una breve curvatura, hacia el SSW. Desde su desembocadura hasta Cumui, es navegable, con algunas dificultades. En la parte inferior de su curso presenta un ancho medio de unos 500 m., pero en las vecindades de su desembocadura se estrecha hasta unos 80 a 100 m. Mediante dos

canales, que tiene en esta parte, pueden penetrar en él embarcaciones hasta de 2,5 m. de calado, las cuales pueden llegar cómodamente hasta Colico.

5. *Ríos de caudal constante y débil pendiente*

Los SISTEMAS hidrográficos que se desarrollan hacia el sur, antes de la Patagonia, tienen un incuestionable aire de parentesco. Tanto el Valdivia, como el Bueno, son sistemas hidrográficos que incluyen grandes lagos en su desarrollo; sus componentes llevan un ingente caudal de agua, son relativamente constantes, y presentan pendientes modestas de los lagos al mar. De esta manera, ellos, en su mayoría, son navegables, y forman una red que interesa a las comunicaciones de varios cientos de kilómetros.

Si en las partes correspondientes a sus cauces medios e inferiores tienen estas características, en las porciones andinas los ríos presentan desniveles que los hacen interesantes desde el punto de vista energético. Los altos caudales y algunas irregularidades que se observan entre hoyas vecinas, hacen que, algunas veces, en breve recorrido, se obtengan desniveles considerables, que favorecen a las regiones correspondientes con grandes reservas de energía hidroeléctrica.

a) *Hoya del río Valdivia.*—El río Valdivia se forma en el seno de la Cordillera de la Costa, por la confluencia de los ríos Calle-Calle y Cruces. Mientras el segundo tiene una hoya hidrográfica, cuya extensión, casi total, queda en la faja costera, el Calle-Calle es un río que se alimenta de las nieves andinas y sirve, a través del río San Pedro, a un sistema de lagos de importancia: Calafquén, Pirehueico, Panguipulli y Riñihue.

El río Cruces nace en la parte más externa de Los Andes, en los cerros de Panguichal. Con el nombre de río San José, corre hasta Loncoche, con dirección al W. Aquí cambia su rumbo hacia el SW. y recibe el nombre de Cruces a partir de su confluencia con el Lanco. Como en esta parte los relieves de la costa están reducidos a alturas muy modestas y dominan las serranías transversales, las aguas penetran fácilmente hacia el occidente y, corriendo hacia el sur, se avecinan al Calle-Calle, para formar el Valdivia.

El río Calle-Calle se forma por la unión del San Pedro y el Collilelfu, cerca de la estación de Los Lagos. Corre directamente al W., por un valle de débil desarrollo, describiendo grandes curvas. A partir de Arique, es navegable por embarcaciones con menos de un metro de calado, y a partir de Antilhue, por embarcaciones hasta con 2,5 m.

Tenemos algunas observaciones del río San Pedro en Trafún,

que nos permiten hacernos una idea de su régimen. En este sitio, el caudal medio es de 429 m.³/seg. El estiaje se presenta durante los meses de verano, esto es, Diciembre a Abril. Pueden estimarse como meses de enriada los restantes del año. El gasto medio mensual mínimo lo ofrecen los meses de Marzo y Abril, con 140,5 y 154,9 m.³/seg. El mes con mayor caudal es el de Agosto, con 714,9 m.³/seg., pero los de Junio y Julio tienen poco menos (Fig. 49).

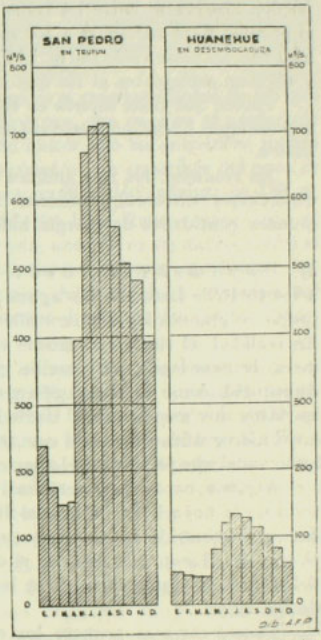


FIG. 49.—Gastos medios mensuales de afluentes del río Valdivia.

Formado el río Valdivia por la unión de los constituyentes mencionados, corre por un valle relativamente estrecho. Debido a que los relieves de la costa tienen modesto desarrollo, la estrechez del valle no se hace sentir mucho. Dos grandes islas, las de Guacamayo y del Rey, dividen su curso en dos, y se forma el Torna-Galeones. Por el sur recibe las aguas del río Futa, de breve desarrollo longitudinal. Entrega sus aguas al mar en las inmediaciones de Corral, por una amplia boca perfectamente franqueable por embarcaciones de gran tonelaje.

Su caudal cerca de la desembocadura se estima en 600 a 1.000 m.³/seg. Las mareas se hacen sentir hasta 49 kms. del mar, y sus aguas son saladas en la parte inferior.

El desarrollo longitudinal del sistema hidrográfico es de 250 kms., y la superficie de la hoya se calcula en 11.280 kms.²

En los lagos de la parte alta del sistema del río Valdivia, se presentan notables desniveles, que tienen gran interés desde el punto de vista hidroeléctrico. En efecto, mientras el lago Calafquén se encuentra a 240 m. s. n. m., el Panguipulli tiene sus aguas a sólo 140 m. El río Huanehué, que los une, no tiene un desarrollo superior a 10 kms., y en tan breve recorrido se obtienen 100 m. de caída. Observaciones sobre el caudal de este río se han hecho desde 1942 en adelante; ellas arrojan

un gasto medio mensual para el año de 83,6 m.³/seg. El estiaje se presenta durante los meses de verano, siendo los de Febrero, Marzo y Abril los con menores gastos (41,30; 41,04 y 40,87 m.³/seg., respectivamente). Los gastos mayores se observan en los meses de invierno, en los cuales se logra obtener 134 m.³/seg. (Julio). Rasgos semejantes pueden observarse entre los lagos Pirehueico y Panguipulli. Mientras el primero tiene sus aguas a 560 m. de altitud, el segundo, como ya se ha dicho, las tiene a sólo 140 m. El Fui, que une ambos lagos, tiene caudal y régimen semejantes al río que hemos estudiado anteriormente.

Parece que tiene interés en el mismo sentido el río Guahum, que une los lagos Lacar, en territorio argentino (630 m. de altitud), y Pirehueico.

En resumen, los ríos andinos del sistema del Valdivia presentan condiciones extraordinariamente favorables para la producción de grandes cantidades de energía hidroeléctrica.

b) Hoya del río Bueno.—El río Bueno desemboca en el mar a los 40°16'de Lat., con las aguas que le significan el desagüe de un grupo de grandes lagos precordilleranos: Ranco, Puyehue y Rupanco. En realidad, el río Bueno mismo es el dren natural y directo del primero de esos lagos, pero recibe, por su margen izquierda, afluentes de entidad, como el Pilmaiquén y el Rahue, que le traen las aguas de los otros dos mencionados. Estos hechos explican la extensión de su hoya hidrográfica—debemos contarlo entre los ríos de gran hoya—y el alto caudal que presenta en la parte inferior de su curso.

Algunos datos de interés aclararán estos puntos: la extensión total de la hoya hidrográfica del Bueno cubre 14.810 kms.² de superficie, y el recorrido de las aguas, para llegar al mar, es de 130 kms. en el caso del Bueno, 132 kms. en el del Pilmaiquén y de 160 kms. en el del Rahue. En estas cifras no se incluye la longitud de los tributarios de los lagos.

Consideraremos primero los ríos andinos. El lago Ranco (400 kms.² de superficie) se encuentra ubicado en un sector de la cordillera en donde existe una nivación intensa durante los meses invernales y una glaciación no despreciable. Debido a esto, tiene ríos tributarios que, aunque de modesto desarrollo, le aportan considerable volumen de aguas. Entre estos tributarios, el único que alcanza algún desarrollo es el Pillanlelfú, que nace en el cerro del Encanto, pero que recibe numerosos afluentes de la Sierra de Lipela, ambos en el cordón divisorio. Por su parte oriental recibe también las aguas del río Nilahue, dren principal de la parte sur del cordón divisorio correspondiente. Los restantes ríos no merecen mencionarse, por su escaso desarrollo longitudinal.

El lago Puyehue sigue más al sur, con una superficie de 132 kms.^{2} Tiene fluctuaciones de nivel que llegan hasta 1,20 m. en las distintas estaciones del año. Su profundidad máxima es de 135 m. Como en el caso anterior, de los tributarios del lago uno solamente tiene algún desarrollo: el río Golgol. Nace en la laguna Gris, a los pies del cordón divisorio, y escurre primero hacia el sur, colectando las aguas de esta parte de la cordillera. Vuelve posteriormente hacia el oeste, y entra al lago Puyehue en el lugar de este nombre.

Finalmente, el lago Rupanco, que es el más meridional de los que alimentan al Bueno, recibe al río Gaviotas, que nace en el portezuelo Minequeo. El área lacustre es mucho menor que las anteriores, puesto que abarca solamente 92 kms.^{2} de extensión. La superficie del agua se encuentra a 172 m. s. m. y tiene una profundidad máxima de 150 m.

El río Bueno—desagüe natural del lago Ranco—nace con un cauce que mide, en su punto de partida, unos 80 m. de ancho. Corre al principio formando rápidos y remolinos, los cuales se atemperan mucho a partir de la ciudad de Río Bueno, desde donde es navegable por embarcaciones pequeñas. Desde Trumao al mar pueden circular vapores de regular calado.

El río Pilmaiquén, que desagua al lago Puyehue, empalma con el Bueno a unos 3 kms. antes de Trumao. Es un río de apreciable caudal. Según las observaciones hechas en San Pablo, a partir de 1930, su caudal medio es vecino a los 182 m.^{3}/seg. El enriado dura desde Mayo hasta Octubre, siendo el mes de mayor gasto el de Julio, con 304,6 m.^{3}/seg. El estiaje empieza en Noviembre, y alcanza su punto mínimo en Marzo, en el cual el gasto se reduce a 95,8 m^3/seg.

El río Rahue es el emisario del lago Rupanco. Se junta con el Negro antes de Osorno, e inmediatamente después de esta ciudad recibe las aguas del Damas. A la salida del lago Rupanco, el río posee un caudal modesto: 110 m.^{3}/seg., como promedio anual. Se enriquece notablemente con el río Coihueco, y después de juntarse con el Damas, forma un cauce importante. En Rupanco se observaron características muy semejantes a las del Pilmaiquén: Marzo es el mes con gasto mínimo (53 m.^{3}/seg.), y Agosto es el que presenta el máximo: 162,5 m.^{3}/seg. Pueden estimarse como meses de enriado los de Mayo a Noviembre. Diciembre preludia el estiaje.

El Rahue vierte sus aguas al Bueno, unos 17 kms. aguas abajo del Pilmaiquén.

Constituído, finalmente, el Bueno, gracias a los aportes propios y de sus afluentes, corre hacia el mar como un amplio cauce de gran profundidad, con aguas tranquilas, por las cuales pueden remontar vapores hasta de mediano tonelaje. Su caudal en la parte inferior de su

curso, puede estimarse entre 800 y 1.000 m.³/seg. Las mareas se hacen sentir a 80 kms. de su desembocadura. Se vacia al mar al norte de la punta Dehui. Presenta barra en su desembocadura.

c) Hoya del río Maullín.—El Maullín es el río que desagua el lago Llanquihue (51 m. s. n. m.), de donde parte con más o menos 250 m.³/seg. en verano. Por acontecimientos geológicamente recientes, el lago ha perdido casi todos sus tributarios, y en la actualidad se alimenta casi directamente de las lluvias. De esta manera, la hoya hidrográfica del Maullín es extraordinariamente reducida (4.130 kms.² de superficie). Por su caudal pudiera ser un río navegable en buena parte de su trecho, pero corre por un lecho bastante pendiente, y presenta un salto, a unos 45 kms. de su desembocadura. En la parte inferior se presenta como un canal relativamente profundo, por donde pueden navegar embarcaciones hsta de 3,5 m. de calado. El cauce se ensancha poco a poco hacia el mar. En la parte superior, se forman algunos rápidos, por la acumulación de troncos de árboles. Desagua en la bahía de Maullín, y las mareas se hacen sentir hasta El Salto.

d) Hoya del río Petrohué.—El río Petrohué, que desemboca en el mar al fondo del estero de Reloncaví, es el sistema hidrográfico que ha captado, en parte, la primitiva hoya del Maullín, debido a la formación del volcán Osorno, que vino a rellenar el abra por donde antiguamente se unían los lagos Llanquihue y Todos los Santos. Este río, que nace tranquilo del extremo terminal del lago mencionado, se convierte en un impetuoso torrente, que corre despeñándose entre las rocas y ahocinándose en lavas recientes, que rellenan el fondo del valle. De esta manera, llega al fondo del estero Reloncaví, en el cual forma un amplio delta, con numerosos brazos que embancan la parte superior del fiordo. Presenta allí varios vados, aprovechando la baja marea. Tributario del lago Todos los Santos es el río Peúlla, que se alimenta de las nieves eternas del cordón divisorio, particularmente de las nieves y ventisqueros del cerro Tronador.

e) Los ríos de la Isla Grande de Chiloé (1).—Como ya se explicó, en la época glacial los ventisqueros procedentes del continente cruzaron los mares interiores de Chiloé y terminaron en la costa oriental de la Isla Grande, donde depositaron sus morrenas terminales. Debido a ello, los esteros que corren hacia oriente son, por lo general, de curso corto y correntoso. En la parte exterior del anfiteatro morrénico,

(1) Los párrafos que siguen, hasta la pág. 322, han sido redactados por Carlos Keller R. Se describe con algún detalle la configuración de las hoyas hidrográficas, por tratarse de una región poco conocida, cuyo estudio se debe, en gran parte, a la fotografía aérea.

en cambio, nacen diversos ríos de gran caudal y prolongado recorrido. La distancia a que nacen de la costa oriental es de 2,7 kms. en el Negro, de 3,0 kms. en el Butalcura, de 1,0 kms. en el Cauyuhué (afluente del lago Huillinco) y de 3,5 kms. en el Medina. Todos estos ríos están actualmente destruyendo las morrenas, de que proviene su material de acarreo.

La parte septentrional de la isla tiene su drenaje por el río *Pudeto* y sus numerosos afluentes. El más largo de ellos es el Negro, que nace en la laguna Los Caulles, siendo la distancia desde aquí hasta la desembocadura del Pudeto de cerca de 70 kms. Corre primero de sur a norte, para luego torcer al W.; al unirse con el río Vilcún, corre al NNW, con el nombre de este último río; en el punto de su unión con los ríos Quichitué, San Antonio y Mechaico se forma el Pudeto. El río San Antonio, por su parte, nace a sólo 8 kms. de la costa occidental de la isla. El Pudeto forma un auténtico estuario, con un ancho hasta de 1,5 kms. Con las altas mareas, éste se llena de agua de mar y facilita las comunicaciones hacia el interior. Desemboca al mar por una boca estrecha. La existencia de vías fluviales navegables para embarcaciones menores, explica que esta parte de la Isla Grande se encuentre poblada desde tiempos remotos, hasta una distancia de unos 15 kms. lineales de la costa.

Tres sistemas fluviales de importancia drenan hacia poniente: los ríos Chepu, Cucao y Medina.

El río *Chepu* se forma por la confluencia de los ríos Butalcura y Puntra. El primero de ellos nace a sólo 4 km. al SW de la laguna Los Caulles y recibe una serie de afluentes importantes, especialmente desde la Cordillera de Piuchué, siendo el más caudaloso el Carihueico, que nace casi a la altura de Castro, a unos 85 kms. de la desembocadura del Chepu. Más abajo se le unen el Petraco y el Coluco; este último forma una laguna, antes de la confluencia. La región en que nacen los ríos Negro, Butalcura y Puntra tiene escaso drenaje y está constituída por extensos pajonales, que a veces se cubren de amplias lagunas bajas.

En su curso inferior, los ríos Chepu, Puntra, Butalcura y Coluco son navegables, y sería fácil hacer expeditas sus vías hasta cerca de la línea férrea que comunica Ancud y Castro, lo que facilitaría la explotación de toda esta región.

A la altura de Chonchi, la Isla Grande se estrecha a sólo 28 kms., y esta parte está ocupada por dos lagos, los de *Cucao* y *Huillinco*, de un largo total de 17,5 kms. En realidad, ellos forman un solo lago, pues la angostura que los separa representa un brazo de medio kilómetro de ancho. El lago Huillinco recibe una serie de importantes afluentes. Por el norte le llega el río Alcaldeo, que nace casi junto al Carihueico,

en la Cordillera de Piuchué, flanqueando su parte austral por el oriente; tiene un desarrollo de más de 25 kms. Por el sur recibe las aguas del río Melilebu, que desagua los lagos Tarahuín y Tepuhueico, el primero de 7,5 kms. de largo y 1,5 kms. de ancho máximo; el segundo, de un largo de 6 y un ancho máximo de 4,5 kms. Los lagos de Cucao y Huillinco se han formado debido a la acumulación de grandes dunas en la costa occidental, a través de las cuales desaguan hacia el SW.

El río *Medina* constituye el principal sistema fluvial de la parte austral de Chiloé, y tiene un desarrollo de unos 50 kms. A unos 13 kms. de su desembocadura se divide en dos brazos; el septentrional se separa, a su vez, en dos, desaguando cada uno de ellos un lago importante, denominado Chaiguaco, siendo el septentrional de ellos de un largo de 4 y el austral de uno de 7 kms. El brazo austral, por su parte, desagua igualmente dos grandes lagos y numerosos pequeños. El más importante de ellos es el Chaiguata Oriente, que es estrecho (ancho máximo 2,3 kms.), pero muy prolongado: 14,3 kms.

Toda la parte central de la Isla Grande, desde donde la recorre el río Medina, hasta la costa austral, está formada por terrenos relativamente planos, que tienen escaso drenaje, de manera que está ocupada por pajonales y turberas.

Algunos de los ríos que desaguan hacia el sur, como el Inío, el Asasao y el Ayentema, presentan en su desembocadura gran anchura y aparentan formar ríos importantes, habiendo sido interpretados en este sentido por los exploradores que los reconocieron desde la costa: en realidad, sin embargo, luego se estrechan y constituyen esteros sin importancia.

6. *Los ríos desde Chiloé hasta Taitao*

En los archipiélagos de las islas Guaitecas y de los Chonos, no se presentan ríos que merezcan destacarse. En la época glacial, los ventisqueros que bajaban de la Cordillera de los Andes, se unían en una gran corriente de hielo que ocupaba el estero Elefantes y el canal Moraleda. La masa de hielo rebalsaba hacia poniente, separándose de ella lenguas que corrían en esa dirección. Debido a esta acción glacial, las islas que forman aquellos archipiélagos han sido separadas por profundos canales (antiguos conductos de hielo), con laderas verticales, que las hacen inaccesibles en muchas partes. A menudo, las corrientes de hielo cruzaban, sin embargo, las islas, formando valles glaciales a través de ellas. Ellos aparecen hoy día en forma de esteros (fiordos), lagos estrechos y prolongados y ríos cortos que los desaguan.

Tales penetraciones se hacen cada vez más profundas hacia el sur, formando en la península Taitao los esteros Verdugo, Silva, Vidal,

Albano y Puelma, de desarrollo cada vez mayor. El lago Agua Dulce, ubicado a continuación del estero Puelma, casi alcanza hasta la costa occidental.

La parte interior de la península de Taitao está ocupada por dos grandes lagos: el Elena y el Presidente Ríos. El primero de ellos tiene un largo de 32 kms., extendiéndose en dirección NNW. Su ancho medio no excede de 1,5 kms. Mucho mayor es el lago Presidente Ríos, que está constituído por seis grandes brazos, de un largo máximo de 43,5 kms. y una superficie de 356 kms.^{2}. Cuatro de estos brazos forman una H, siendo su orientación paralela al lago Elena; en el sentido ENE. se presentan dos brazos más, ubicado el más septentrional en la prolongación central de los cuatro primeros; el sexto corre paralelo a él, a 7,5 kms. más al sur. El ancho de los diversos brazos alcanza hasta 5 kms. La parte central del lago y su prolongación hacia el ENE tiene un largo de 36,0 kms. El desagüe del lago se produce por el río homónimo, de un largo de 16 kms. y ubicado en la prolongación de la parte central, desembocando en una bahía ubicada al sur del nacimiento del estero Puelma. En su curso medio, este río se ensancha, formando un lago de unos 5 kms. de largo. El desagüe ha sido usado para la movilización de balsas desde el lago. Ambos lagos, el Elena y el Presidente Ríos, han sido formados por los hielos del ventisquero San Tadeo, en una época en que éste tenía un desarrollo mucho mayor que el actual y cubría gran parte de la península de Taitao, rebalsando a través de ella al Pacífico.

A corta distancia del extremo austral del brazo SW del lago Presidente Ríos, nace el río Mañihuales, que desemboca en el Paso Expedición. Al parecer, recibe un drenaje subterráneo del lago. En igual forma nace el río Negro cerca del extremo austral del brazo SE. Este río corre primero en dirección a la laguna San Rafael, para luego torcer al SW, uniéndose con el río Lucac, para formar el río San Tadeo. Como se sabe, el canal de Ofqui unirá la laguna que se acaba de indicar con el río Negro, para hacer de esta manera una comunicación fluvial en el borde oriental de la península Taitao, entre los canales interiores de Chiloé y el golfo de Penas.

7. *Ríos de la Patagonia*

Los ríos de la Patagonia presentan características comunes, de tal manera que no se violenta la realidad si se les trata en conjunto. En efecto, casi todos estos ríos nacen en la vertiente oriental de los Andes, corren dilatadamente por las regiones trasandinas, y como ríos bien conformados cortan la cordillera de los Andes, por valles-desfiladeros típicos, los cuales, algunas veces, y gracias a la existencia de depresiones

de origen tectónico, suelen presentar grandes explayados en el interior del sistema andino.

Casi todos estos ríos presentan en su curso inferior rápidos y torrenteras que entraban su navegación. Algunos de ellos cruzan también lagos, que no modifican el carácter del río, puesto que son retenciones de agua ocasionadas por las irregularidades del modelado glacial, cuando éste ha adquirido la totalidad de sus características hidrológicas.

Es indudable que la parte inferior de los valles de todos los grandes ríos de la Patagonia son antiguos fiordos, que han sido rellenados posteriormente por acarreo. En el río Aysén, por ejemplo, este antiguo fiordo alcanzaba hasta el punto en que se juntan los ríos Mañihuales y Simpson, a 32 kms. de su actual desembocadura. Como estos fiordos, a su vez, deben su origen a grandes ventisqueros, se explica que los valles inferiores sean amplios, muchas veces de 5 o más kilómetros de ancho. Por otra parte, como el relleno es reciente, el valle está ocupado en muchas partes por pantanos y meandros abandonados. A menudo, estos valles contienen, además del río principal, afluentes que corren paralelamente a él y que se le unen mucho más abajo.

La hidrografía actual no corresponde siempre a la primitiva. En la época glacial, la cordillera andina estaba ocupada por grandes masas de hielo, que impedían el drenaje hacia el Pacífico. Ocurría entonces lo que hoy todavía podemos observar en el sector comprendido entre el estero Baker y los canales de acceso a Ultima Esperanza, donde una cordillera maciza y glaciada impide el paso al Pacífico. De esta manera, los lagos Buenos Aires, Cochrane y San Martín drenaban hacia el Atlántico, como todavía lo hacen los lagos Viedma y Argentino. Sólo más tarde, y debido a la erosión retrógrada, aquellos lagos fueron incluídos en los sistemas hidrográficos del Pacífico. Al ocuparnos del río Baker, tendremos ocasión de señalar la dirección del antiguo drenaje de algunos de sus afluentes.

Donde actuó esta erosión retrógrada, ella formó valles-desfiladeros, generalmente caracterizados por laderas muy pendientes, inaccesibles, cuyos fondos están muy lejos de alcanzar su perfil de equilibrio. No obstante, en muchas partes se forman, dentro de esos valles, grandes ensenadas, que reciben el nombre de corrales. Muchos de ellas deben su origen al relleno de antiguos lagos.

Debido a que la acción glacial formó por todas partes laderas verticales y las precipitaciones en la región andina son intensas, se producen a menudo grandes derrumbes, precipitándose masas de rocas al lecho de los ríos. Ellos dificultan la navegación, aún en partes donde los ríos tienen escasa pendiente.

A pesar de sus malas condiciones para la navegación, la mayoría de los grandes ríos han sido o son actualmente utilizados por el hombre

como vías de comunicación, toda vez que no existan caminos de penetración hacia el interior.

El caudal de estos ríos es considerable, debido a una amplia alimentación por derretimiento de las nieves andinas, que cobran inusitado desarrollo, tan pronto se sobrepasa el golfo de Reloncaví. Como las lluvias son muy enérgicas en esta parte de Chile, ellas contribuyen a dar rasgos dentro del régimen, aunque primen los que hemos señalado anteriormente. Los cursos de agua que drenan hacia el poniente y que nacen en las faldas occidentales del cordón andino, son de breve desarrollo, debido a la considerable extensión de los hielos. No logran sino ocasionalmente tributar los grandes sistemas fluviales.

A pesar del carácter glacial de todo el modelado de los relieves de la Patagonia occidental, las acciones realizadas por las aguas corrientes en el período postglacial han sido lo suficientemente enérgicas, como para crear formas nuevas, por donde, en la mayoría de los casos, corren los ríos. Llama la atención en este sentido la erosión vertical que han ocasionado algunos de ellos, dejando las formas glaciales a alturas variables de los valles.

No disponemos de observaciones sobre el caudal de la mayoría de los ríos patagónicos. Las estimaciones hechas por los viajeros y exploradores señalan a menudo valores demasiado bajos. El Baker, por ejemplo, que incuestionablemente es el mayor de los ríos que ahora nos preocupan, figura en el diccionario geográfico de Riso-Patrón con 600 m.^{3}/ seg. de caudal medio, en circunstancias que el Valdivia presenta, después de haberse hecho medidas, 700 m.^{3}/seg. Un aforo hecho por la Corporación de Fomento de la Producción a la salida del lago Bertrand, ha revelado que allí ya tiene 600 m.^{3}/seg., o sea, que este río tiene en su nacimiento el gasto medio que le atribuye Riso-Patrón en su término. Mucho más se podrá apreciar la inseguridad de las cifras que se atribuyen como caudal medio de estos ríos, si se advierte que el Puelo figura en la obra citada de Riso-Patrón con caudal medio de 200 m.^{3}/seg., y según las observaciones que se han hecho en La Carrera de Basilio—esto es, antes de recibir las aguas del Blanco—tiene 400 m.^{3}/seg., como promedio anual. No sería raro, pues, que la mayoría de los ríos de la Patagonia presenten caudales que sean múltiplos de los que hasta ahora les atribuímos.

Por eso, las cifras que se dan a continuación—fuera del Puelo, del Baker, y del Paine—deben estimarse, más que como caudales verdaderos, como cifras para juzgar de su importancia relativa.

a) *Hoya del río Puelo.*—El primer río que presenta las características anotadas es el Puelo, que desemboca en el estero de Reloncaví, a los pies del volcán Yate. Este río tiene la mayor parte de su hoya en

territorio argentino, y está constituído por el Puelo propiamente dicho, que trae las aguas de la parte sur de la hoya, y el Manso, cuyo nacimiento hay que buscarlo en territorio argentino, en las faldas orientales del cerro Tronador. La confluencia de ambos ríos se realiza en territorio chileno, a unos 18 kms. de su desembocadura. En la parte chilena, el Puelo recibe, como afluente de importancia, el río Ventisquero, que forma los dos tercios de su caudal en los meses de verano, puesto que drena una parte fuertemente glaciada de los Andes marítimos. El Manso no recibe afluentes de entidad en la parte chilena. Cerca de su desembocadura, el Puelo lleva unos 400 $m.^3$/seg. de caudal medio. Sus fluctuaciones son muy fuertes, y en los pocos años en que se hacen observaciones, se han registrado valores que varían entre 150 y 1.100 $m.^3$/seg. El río cuenta con numerosos lagos tributarios, y sus desniveles ofrecen un potencial hidroeléctrico considerable. Tiene una hoya de 8.725,0 kms^2., de los cuales 3.025,0 corresponden a Chile.

b) Hoya del río Yelcho.—Los ríos que se presentan al sur del Puelo son todos de breve desarrollo y muy torrentosos. Dos de ellos tienen, sin embargo, mayor longitud: el Vodudahue y el Reñihue. Ambos nacen en el cordón fronterizo, y su longitud es de cerca de 40 kms. El Reñihue cruza dos lagos en su parte superior. Su hoya es estrecha, y no recibe afluentes de importancia.

Es necesario llegar al Yelcho, para encontrar en los Andes de estas regiones un nuevo sistema hidrográfico de importancia. Este vierte sus aguas al mar a los 43° de lat. S, después de haber franqueado la Cordillera de los Andes. Ha atravesado en ella un amplio lago, del mismo nombre, ubicado a 70 m. de altitud, y de una longitud de 33,5 kms. Lanchas motorizadas de suficiente potencia pueden remontarlo, sin dificultades, hasta Puerto Ramírez, ubicado sobre el río Futaleufú, nombre que recibe su curso superior. El sistema del Yelcho ofrece los cambios característicos de curso, común a numerosos ríos chilenos. Su parte superior corre de NE a SW, hasta Puerto Ramírez, donde cambia bruscamente de dirección al NW. En la prolongación hacia el SE de su curso medio, continúa, sin embargo, la depresión que contiene su hoya, la que se extiende hasta cerca de Palena, corriendo por ella el río Malito, uno de sus afluentes importantes. Paralelo a la frontera, y con dirección NW-SE, se desarrolla el más importante de sus afluentes, el río Espolón, que pasa por el lago del mismo nombre, de 12,5 kms. de largo. A 9 kms. de su salida del lago Yelcho, se le une desde la derecha el río Minchimávida, que nace inmediatamente al sur del lago Reñihue. La hoya hidrográfica del Yelcho es de 9.662,5 $kms.^2$, de los cuales 3.937,5 $klms.^2$ corresponden a Chile. Se le atribuye un gasto medio de 150 $m.^3$/seg.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

c) Hoya del Palena.—Al sur del Yelcho, y hasta llegar al Palena, se presentan tres ríos de cierta importancia, aunque de recorrido corto. El primero de ellos es el Corcovado, que nace en una zona de gran glaciación, ubicada entre su nacimiento y el del río Frío, afluente del Palena, que se eleva hasta 2.000 m. Su largo es de unos 50 kms. Corre por terrenos relativamente planos y bajos, formando numerosos meandros. El mismo cordón que se acaba de mencionar se prolonga hacia el sur, y en su flanco occidental nacen dos ríos más, de importancia inferior que el Corcovado: el Tic-Toc, que pasa en su curso superior por dos grandes lagos, y el Rodríguez.

El Palena es uno de los ríos más importantes de que dispone el país, tanto por la extensión de su hoya, como por su caudal. Su zona de drenaje se extiende en la región fronteriza desde los 43° 16′ hasta los 44° 36′ de Lat. S. Nace en territorio chileno, en el lago General Paz (ubicado a 925 m. de altitud). La mitad de este lago pertenece, sin embargo, a Argentina, y por este país desagua el lago gracias al río Carrenleufu, formándose el Palena en la confluencia de éste con el Hielo. Cruza la frontera por un amplio valle, de sólo 250 m. de altitud, recibiendo del sur las aguas del río Encuentro, a lo largo del cual corre el límite. En un trecho de 45 kms. lleva rumbo WSW. recibiendo las aguas del río Tranquilo, para virar bruscamente al norte, frente al cordón Serrano, y unirse, unos 8 kms. aguas abajo, con el río Frío. Este último corre por un gran valle longitudinal, de unos 4 kms. de ancho, y un desarrollo de unos 40 kms. El valle que se acaba de mencionar tiene, en realidad, un desarrollo mucho mayor, pues se extiende desde el río Amarillo (afluente del Yelcho) hasta Puyuhuapi, prosiguiendo hacia el sur como estero de este nombre. Por este valle existe una comunicación baja y cómoda entre la parte occidental del lago Yelcho (río Yelcho Chico) y el Palena. El río Frío ocupa parte de este valle, recibiendo, poco antes de unirse con el Palena, un importante afluente sin nombre, que proviene del gran cordón nevado que lo separa de los ríos que desembocan al Pacífico. Su caudal de agua es más o menos igual al del Palena, en el verano. Desde la confluencia de ambos ríos, el Palena ocupa el valle longitudinal, corriendo de norte a sur en un trecho de 35 kms, punto en que recibe las aguas del río Rosselot, que le aporta en el verano un caudal aproximadamente igual al que tiene el río principal. El río Rosselot tiene un largo de 10 kms. y representa el desagüe del lago del mismo nombre, que tiene un largo de 22 kms. A media distancia entre el Palena y el lago recibe desde la derecha un caudaloso afluente: el río Claro, formado por la confluencia de los ríos Claro Solar (desagüe del lago de este nombre) y Quinto, procediendo este último del cordón fronterizo, ubicado al ESE. El largo de los ríos Claro y Quinto es de 50 kms. A 5 kms. al S

de su desagüe, el lago Rosselot recibe las aguas del río Figueroa, que constituye, a su vez, el desagüe del lago Verde, ubicado a 45 kms. de distancia, al SE, y a una altitud de 270 m. Este lago recibe una serie de importantes afluentes, siendo el más caudaloso el río Turbio. A 5 kms. de distancia después de haber abandonado el lago Verde, el Figueroa recibe un gran afluente procedente de Argentina, el río Picó, cuya hoya se extiende unos 30 kms. más allá de la frontera.

Desde la confluencia con el Figueroa, el Palena se dirige hacia el Pacífico, en un gran arco, que, finalmente, se orienta al NW. A unos 17 kms. desde la confluencia con el Figueroa, recibe desde el sur las aguas del río Riso-Patrón, que nace en el lago de este nombre, siendo de un largo de más de 10 kms. Su curso inferior, desde la unión con el Figueroa hasta la desembocadura, comprende unos 75 kms.

La navegación del Palena ofrece serias dificultades, tanto por la barra que existe en su desembocadura, como por diversos rápidos y correntadas que se presentan en su curso. Es ésta la causa principal por lo cual su valle, como también los de sus afluentes, que comprenden los mejores terrenos de la región, se encuentran despoblados en su parte media e inferior. La población se encuentra concentrada principalmente en el sector fronterizo del Palena y en el lago Verde.

Su hoya es de 11.462,5 kms.^{2}, de los cuales 6.968,7 km.^{2} corresponden a nuestro país, y se le atribuye un gasto de 150 m.^{3}/seg., pero éste debe ser muy superior.

d) *Hoya del río Cisnes.*—Los ríos que desembocan al Pacífico y que nacen en la vertiente occidental andina, al sur del Palena, tienen escasa importancia, mereciendo mencionarse solamente el Marchant, que flanquea por el sur el volcán Melimoyu; el Jacaf y el Queulat; en la isla Magdalena, el río Mentolat, que nace en el volcán de este nombre, recorre un amplio y fértil valle, en dirección NW.

El río Cisnes, que tiene un largo total de cerca de 175 kms., se desarrolla completamente dentro de territorio chileno. Recibe sólo tres afluentes de importancia: los ríos Cáceres, de las Torres y Picacho. De ellos, este último es el más caudaloso y de mayor desarrollo. Su confluencia con el Cisnes se produce a sólo 5 kms. de la desembocadura de éste. Su desarrollo total es de cerca de 70 kms. Corre en su parte superior en un amplio valle que comunica con el río Mañihuales, afluente del Aysén. Recibe desde el sur el desagüe del lago Steffen, de un largo de más de 10 kms., el que está ubicado en un valle que comunica con el río Pangal, también afluente del Aysén. Antes de unirse al Cisnes, pasa por dos lagos: el Villablanca y el Escondido.

En el punto denominado El Balseo, ubicado a cerca de 75 kms. de la desembocadura, el río se estrecha en una angostura de sólo 10

m. de ancho, lugar adecuado para aprovechar su energía hidroeléctrica.

El río Cisnes sólo es navegable en su curso inferior, hasta unos pocos kilómetros al interior, lo que ha dificultado la población de su valle. Su hoya es de 5.112,5 kms.^{2}. Se le atribuye un gasto de 50 m.^{3}/seg., pero esta cifra es, a todas luces, muy inferior a la real.

e) Hoya del río Aysén.—En la gran península limitada al norte por el estero Puyuhuapi, al oeste por el canal Moraleda y al sur por el estero Aysén, corren tres ríos cortos, de cierta importancia: hacia el norte, el Cay y el Macá, que nacen en los volcanes de estos nombres y que corren por valles colonizables; y hacia el sur, el Yulton, que desagua el lago de este nombre, de unos 15 kms. de longitud, ubicado al SE del volcán Cay.

El río Aysén tiene una hoya de 11.462,5 kms.^{2} y recibe las aguas de tres grandes afluentes y numerosos más pequeños. Su curso, hasta la confluencia de los ríos Mañihuales y Simpson, que lo forman, a 32 kms. de su desembocadura, se desarrolla dentro de un antiguo estero, rellenado por el acarreo del río. Forma en él numerosos meandros. A 5 kms. aguas arriba de Puerto Aysén presenta rápidos, debidos a un derrumbe de los cerros que lo bordean por el sur, interrumpiéndose aquí la navegabilidad del río. Frente a la capital de la provincia describe un meandro, que casi se cierra, el que fué cortado en 1947 por el río. Como consecuencia, se está embancando el desembarcadero de Puerto Aysén. En su desembocadura, el río está formando un delta y existe una barra, que los barcos de mediano tonelaje sólo pueden salvar con marea alta.

En este primer sector, el Aysén recibe un afluente grande y otro menor: el río Blanco y el de los Palos. El primero nace en plena cordillera andina y reúne el desagüe de ocho grandes lagos, denominados de la Paloma, Desierto, Atravesado, Elizalde, Caro, Zenteno, Portales y Riesco, y de numerosos menores. La cuenca del Blanco es una de las más importantes reservas de que dispone la provincia para una futura colonización. El río de los Palos, por su parte, desagua la laguna de este mismo nombre y recibe un importante afluente desde el NNE, el río Pangal, que nace cerca del lago Steffen, afluente del Cisnes.

El río Mañihuales nace en las mesetas patagónicas y tiene un largo total de cerca de 175 kms. Su caudal se acrecienta por importantes afluentes que recibe, como ser, los ríos Picaflor, Verde, Ñirehuao, Cañón, Emperador Guillermo y Viviana. De éllos el más importante, que es el Ñirehuao, que nace en la región subandina oriental, dentro de territorio chileno.

El río Simpson nace igualmente en la región subandina, en la

Cordillera Castillo, ubicada al norte de Puerto Ibáñez. Su curso superior, hasta la confluencia con el río Galera, forma la frontera. Recibe algunos afluentes sin importancia desde Argentina. Su largo es de cerca de 150 kms. Afluentes importantes de este río son el Obscuro, el Blanco, el Pollux (que drena diversas lagunas menores) y el Coihayque. Cruza la cordillera en un valle-desfiladero, que no deja explayados.

Se atribuye al Aysén un gasto de 300 m.^{3}/seg.

f) Ríos entre el Aysén y el Baker.—Por el sur, el estero Aysén tiene un tributario de relativa importancia: el río Cóndor, que nace al pie del cerro Hudson y corre casi recto al norte, cruzando tres prolongados lagos del mismo nombre. Su desarrollo es de poco más de 50 kms., siendo su hoya de 456,2 kms.^{2}.

Casi junto a él nace el río Huemules, que corre, sin embargo, hacia el oeste, por un amplio valle, de un largo de 50 kms. Debido a que este río recibe las aguas del ventisquero del cerro Hudson, denominado Solitario, se producen en él frecuentemente grandes creces, que inundan partes del valle. Tiene una hoya de 487,5 kms.^{2}.

Al estero San Francisco desemboca el río Sorpresa, que tiene un largo aproximado de 40 kms., naciendo en la vertiente occidental del cerro San Francisco. Su valle superior se prolonga, a través de un portezuelo de una altitud inferior a 400 m., hacia el río Murta, constituyendo el paso más apropiado al lago Buenos Aires, cuyo tributario es el Murta. Tiene una hoya de 587,5 kms.^{2}.

Antes de unirse al estero Elefantes, el estero San Francisco recibe las aguas del río Exploradores, en la bahía de este mismo nombre. El largo de este río es de 85 kms. En su curso superior, y a sólo 10 kms. lineales del lago Buenos Aires, su valle se prolonga hacia éste, a través de un portezuelo de sólo 330 m.s.m., constituyendo otro paso cómodo al más grande de nuestros lagos. El Exploradores recibe las aguas de tres grandes ventisqueros que bajan por las faldas septentrionales del cerro San Valentín. Su hoya es de 1.768,7 kms.^{2}.

Desde esta región hacia el sur, los ventisqueros andinos alcanzan tal desarrollo, que se extienden a menudo hasta el nivel del mar, o cerca de él. El primero que tiene este desarrollo, se encuentra un poco al norte del río Queulat, pero es pequeño. Cerca de la desembocadura del río Sorpresa, un enorme ventisquero del cerro San Clemente termina a sólo 7,5 kms. del océano. A igual distancia de él terminan los ventisqueros Guata y San Valentín, que provienen del flanco occidental del cerro San Valentín. El primer ventisquero que alcanza el nivel del mar es el San Rafael, que termina en la laguna de este nombre. Se encuentra 1.200 kms. más cercano al ecuador que el ventisquero más austral de Alaska y 2.300 kms. que el más meridional de No-

ruega, considerando los que alcanzan a desembocar al océano. Es indudable que en verano se suelen producir ondas de calor en toda la región hasta Tierra del Fuego, las que motivan intensos deshielos, con cuyo motivo bajan grandes masas de agua por los ventisqueros, inundando extensas áreas. Por otra parte, en invierno el deshielo es pequeño. El primer río que corresponde a este régimen es el Huemules, cuya hoya es todavía extensa y larga. Hacia el sur, o los ventisqueros terminan en el mar, o muy cerca de él, dando margen a la formación de ríos de curso corto. El primero de este tipo es el Guata, que desemboca en la bahía de este mismo nombre. Al interior del Abra Kelly y de los esteros de los Jesuítas y Steffen se presentan otros ejemplos, los que hacia el sur, hasta Tierra del Fuego, se repiten a menudo, no representando un valor económico.

g) *Hoya del río Baker.*—El río Baker representa el sistema fluvial más importante de nuestro país, tanto por su caudal, extensión de su hoya hidrográfica (que es de 27.684 kms.^{2}), como por ser navegable en un trecho de 65 kms. de su curso inferior. De su hoya, 21.483,7 kms. se encuentran en Chile.

Desde su nacimiento en el lago Buenos Aires (ubicado a 227 m. de altitud) recorre cerca de 175 kms. hasta la desembocadura; el lago Buenos Aires, por su parte, mide 115 kms. de longitud en territorio chileno y 40 kms. en Argentina; agregando el largo del río Fénix, el principal afluente que recibe en este último país, resulta una longitud total de cerca de 440 kms.

El lago Buenos Aires tiene, en la parte chilena, una superficie de 1.043,8 kms.^{2} y en la argentina una de 881 kms.^{2} Recibe una serie de afluentes de importancia. Por el sur son éstos, en especial, los ríos Jeinimeni, Avilés, Maitenes y Las Dunas, todos los cuales nacen en la cordillera Buenos Aires, porción cordillerana que alcanza una altitud de 2.670 m. y comprende diversos centros glaciales. Más importantes aún son los afluentes que le llegan desde el norte, especialmente los ríos Ibáñez, Avellanos y Murta. El primero de ellos nace en los cerros Hudson y San Francisco y corre al ESE, siendo su largo de poco más de 100 kms. Su afluente más importante es el río Manso, desagüe del lago Lapparent, de 18 kms. de longitud. Desemboca en la bahía Ibáñez, cuyo largo es de 15 kms. y que casi se cierra a su entrada. El río Murta nace en el cerro San Clemente y corre primero hacia el SE., para luego tomar rumbo al sur. Su largo es de cerca de 65 kms. Por el oeste desemboca al mismo lago el río León, de un largo de cerca de 50 kms., que desagua cuatro lagos ubicados al pie del hielo continental.

En su extremo SW, el lago Buenos Aires se estrecha, dejando una comunicación de sólo 300 m. de ancho al lago Bertrand, que consti-

tuye un apéndice de él; este lago, a su vez, tiene otro apéndice del mismo carácter en el lago Plomo, al que desemboca el río Soler, tributario importante, de 25 kms. de largo, que drena parte del deshielo del hielo continental. En el extremo austral del lago Bertrand nace el río Baker, con un caudal de 600 m.^{3}/seg. en Febrero. La hoya del río Baker está constituída por diversos sectores, de curso variado y correspondientes primitivamente a distintos sistemas hidrográficos independientes, que este río, debido a la erosión retrógrada, ha unido en un solo sistema. Son ellos los siguientes:

1. Desde su nacimiento en el lago Bertrand, el Baker corre primero en el sentido SSE, en un trecho de 20 kms. hasta su confluencia con el río Nef;

2. Al unirse con este río, penetra en un valle transversal que se extiende desde el hielo continental hasta la frontera y que es ocupado hoy día por el río Nef, (35 kms.), un sector del Baker (14 kms.) y el río Chacabuco (65 kms.);

3. Al unirse con el río Chacabuco, el Baker toma rumbo al SSW, en un trecho de 20 kms., hasta su confluencia con el río del Salto;

4. Al unirse con este último río, vuelve a penetrar en un valle transversal proveniente del hielo continental y que continúa a través del lago Cochrane. Nuevamente, este valle es ocupado por tres ríos: el Cochrane (25 kms.), un sector del Baker (18 kms.) y el Colonia (20 kms.), cabe agregar la extensión del lago Cochrane, que es de 45 kms. en territorio chileno y de 17 kms. en Argentina (donde lleva el nombre de Pueyrredón).

El lago Cochrane, ubicado a una altitud de 156 m., recibe un importante afluente en el río Brown, que desagua el lago del mismo nombre, de un largo de 12,5 kms. El río que le sirve de emisario lleva el mismo nombre, es ancho en sus orígenes y más tarde corre paralelo al Baker, hasta su confluencia con el río del Salto. Este río, por su parte, proviene del SE y nace en la cordillera Cochrane, siendo su largo de más de 60 kms. Reúne las aguas de los ríos Cochrane y Tranquilo y el desagüe de las lagunas Larga, Chacabuco y Juncal.

El río Colonia, afluente del Baker que nace en el lago del mismo nombre, ubicado al pie del hielo continental, presenta anualmente, en el mes de Febrero, una inmensa avenida, cuyo origen consiste en que en invierno los hielos obstaculizan el drenaje de las aguas del lago Arco al lago Colonia, ubicado el primero 7,7 kms. aguas arriba del segundo: en verano, con motivo de los grandes deshielos, las aguas rompen el dique natural, precipitándose valle abajo. Esta avenida es tan considerable, que sus aguas estancan las del Baker, obligando a este río a correr en sentido contrario e inundando el Valle Grande, en una extensión de unas 10.000 has. de los mejores terrenos, ubicados

entre los ríos Colonia y del Salto. A veces se repite una avenida menor en Mayo;

5. Desde su confluencia con el río Colonia, el Baker toma rumbo general al SSW, hasta su confluencia con el de los Ñadis, en un trecho de 25 kms. El río que se acaba de señalar proviene del SSE y tiene un largo de más de 55 kms.;

6. Desde el punto en que recibe las aguas del río de los Ñadis, vuelve a ocupar un valle transversal, en un trecho de 12,5 kms., de rumbo WSW., hasta llegar al Saltón. Es ésta una parte en que el río principal ve estrechado su lecho a sólo 20 m. de ancho, de 400 m. que tiene aguas arriba de él, salvando una pendiente de 5 m.

Es éste el punto del país que reúne la mayor potencia hidro-eléctrica, pues según aforos practicados en Febrero de 1947 por la Empresa Nacional de Electricidad S. A. (Endesa), el gasto que tiene el río en él es el siguiente:

A la salida del lago Bertrand	600	m./^{3}seg.
Río Chacabuco	30	»
Río Cochrane	50	»
Río del Salto	60	»
Río Colonia	50	»
Río de los Ñadis	60	»
Varios pequeños afluentes	50	»
Río Baker en El Saltón	900	»

Con factor de carga de 100%, este gasto equivale a una potencia de 1,2, y con uno de 50%, que es más probable, a una de 2,4 millones de HP. En otras palabras, la potencia hidro-eléctrica reunida en el Saltón es igual a la cuarta parte de la de todos los ríos chilenos, desde Arica hasta el río Petrohué (1);

7. Salvado este obstáculo, el Baker corre al SSE, en un recorrido de 12,5 kms., para luego torcer al SW, en un trecho de 40,5 kms. y correr, finalmente, durante los últimos 12,5 kms. de su curso, hacia el WNW. En su desembocadura forma un gran delta, con dos brazos principales, siendo navegable el septentrional, donde antes existía el puerto Bajo Pisagua (hoy día abandonado). Toda esta última parte del río, desde poco aguas abajo del Saltón hasta la desembocadura, es navegable para embarcaciones de calado de 1,5 m. y suficiente potencia para desarrollar una velocidad de 15 millas. En este último sector, el Baker recibe dos afluentes de importancia: el río Ventisquero, que proviene

(1) Debe tenerse presente, sin embargo, que estos aforos han sido practicados en Febrero, que es mes de deshielo. No hay antecedentes acerca de los gastos medios anuales.

de las últimas estribaciones surorientales del hielo continental, y que tiene un largo de 20 kms., y el río Vargas, de un largo de 35 kms., que proviene del SE. y cruza en su curso superior tres lagunas, recibiendo, finalmente, las aguas de una cuarta, que lleva su nombre y que tiene un largo de más de seis kilómetros. El curso inferior de este río se encuentra en el valle del Baker, corriendo paralelamente a él.

h) Hoyas de los ríos Bravo y Pascua.—Junto con el Baker, desembocan al estero de este mismo nombre dos ríos importantes más: el Bravo y el Pascua.

El primero de ellos nace en las estribaciones australes de la cordillera Cochrane y corre más de 50 kms. hacia el SW. En este trecho recibe las aguas del lago Alegre, ubicado al lado de la frontera, a una altitud de 325 m. En seguida toma rumbo al NW, en un recorrido de 40 kms., para desembocar al estero Michell. Salvo en los alrededores del lago Alegre, su valle se encuentra despoblado y es poco conocido. Su hoya es de 1.725 kms.^{2} y se le atribuye un gasto de 30 m.^{3}/seg., el que parece ser muy superior.

Más caudaloso, y quizás uno de los más importantes del país, en cuanto a la energía hidro-eléctrica que permitiría producir, es el río Pascua, desagüe del lago San Martín, ubicado a 220 m. de altitud. Este lago se compone de una serie de brazos y pertenece tanto a nuestro país como a Argentina. Su superficie es de 1.013 kms.^{2}, de la que aproximadamente la mitad corresponde a nuestro país. En territorio chileno, el lago comprende cuatro brazos, unidos por uno central. El brazo Nororiental ocupa una cuenca que se prolonga hacia el norte y que contiene una serie de lagos menores; además, recibe por ella el afluente más importante, el río Mayer, que nace en territorio argentino; un afluente menor, que desagua al lago a través del lago Cisnes, es el río Engaño, cuyo valle se prolonga hacia el NW, hasta el río Bravo, permitiendo la comunicación con éste. A los brazos Sur y Oeste desembocan grandes ventisqueros. El brazo Noroccidental corre primero al norte, para luego tomar rumbo al WNW. En su extremo nace el río Pascua, que luego se ensancha, formando un lago, para seguir corriendo hacia el norte, en un trecho de 26 kms. En todo este recorrido forma una serie casi ininterrumpida de grandes saltos. Dobla en seguida hacia el SW (10 kms.) y finalmente al W (10 kms.), estando constituído su valle cerca de la desembocadura por terrenos anegadizos. Cinco kilómetros antes de desembocar al mar recibe las aguas del ventisquero Lucía, que proviene del segundo sector del hielo continental, que se desarrolla entre el estero Baker y los canales de acceso a Ultima Esperanza. Se atribuye al río Pascua un gasto de 300 m.^{3}/seg.

i) Hoya del río Serrano.—Entre el estero Baker y el seno de Ultima Esperanza, como ya se observó, no existen sistemas hidrográficos, pues los ventisqueros terminan directamente en el mar. Sólo de vez en cuando se presenta un corto río, ancho e irregular, que se interpone entre el ventisquero y el mar. Como lo ha revelado la fotografía aérea, los esteros que penetran a la cordillera andina, tienen un desarrollo muy superior al que se les atribuía hasta ahora. El Eyre, por ejemplo, tiene un largo de 50 kms., y el Asia, uno de poco más de 70 kms.

Sólo al llegar a la región subandina oriental de Ultima Esperanza vuelve a presentarse un río grande, el Serrano, que constituye el sistema de drenaje de toda la región ubicada al norte de la cordillera Manuel Señoret. Sus principales afluentes son los ríos Paine, de las Chinas y Grey. El río de las Chinas recibe también aguas de ríos que nacen en Argentina. Estos afluentes cruzan grandes lagos, como el Toro, el Nordenskjöld, el Grey, el Pehué, el Dickson, el Azul y el Tindall, para sólo citar los más importantes. La hoya total del río comprende 8.110 kms.^{2}. Dos saltos del río Paine reúnen una formidable potencia hidro-eléctrica. El caudal del Serrano es de 150 m.^{3}/seg.

Curiosamente, dentro de la hoya del río Serrano y sus diversos afluentes, uno de los cuales, el río Vizcachas, proviene de Argentina, queda incluída la hoya del lago Sarmiento, que comprende 406,3 km^2., la que no tiene drenaje, representando, por lo tanto, a igual que muchas del Norte Grande, una especie de «bolsón». En su cuenca, las precipitaciones suman 250-300 mm., pero en los cerros que lo rodean deben caer precipitaciones más cuantiosas. Tiene un emisario al lago Pehué, que sólo contiene agua con motivo de creces ocasionales. En toda la región oriental de la provincia encontraremos lagos de este tipo, como la laguna Blanca, el lago de los Cisnes, etc.

j) Otras hoyas hidrográficas de Magallanes.—Debido a la intensa acción glacial que experimentó la región andina magallánica, no se presentan condiciones favorables para la formación de grandes hoyas hidrográficas, siendo éstas, por lo general, de corto desarrollo. Por otra parte, hacia oriente disminuyen mucho las precipitaciones, de manera que se presentan solamente arroyos, que reciben en la región el nombre de chorrillos.

No obstante, cerca de la vertiente oriental andina existen algunos ríos que merecen ser nombrados, por ofrecer interés hidroeléctrico, aunque de proporciones muy inferiores al río Serrano.

Son ellos, principalmente, los siguientes:

1. *Río González Videla.*—Desagua el extenso lago del mismo nombre, de un largo de 33 kms., que se encuentra al interior de la península Muñoz Gamero. El lago envía un brazo, de un largo de 18 kms., hacia oriente, el que casi comunica con los senos Obstrucción y Skyring, donde existe un «paso de indios», a través del cual los indígenas pasaban sus embarcaciones del seno Obstrucción al de Skyring. El lago desagua a la bahía Beaufort, teniendo gran caudal el río correspondiente;

2. *Río Pérez.*—Nace en la cordillera Vidal y tiene un largo de 40 kms., desembocando al seno Skyring;

3. *Río Penitente.*—Nace en la misma cordillera Vidal y se dirige al NE, hacia Argentina, donde forma el principal tributario del río Gallegos;

4. *Río San Juan.*—Nace en el centro de la península Brunswick y corre hacia el SE, desembocando un poco al sur de Fuerte Bulnes. Tiene un recorrido de 55 kms. y recibe las aguas del lago Parrillar;

5. *Río Grande.*—Nace cerca de la orilla austral de la bahía Inútil, en la isla grande de Tierra del Fuego, y corre hacia el este, recibiendo las aguas de tres lagos de cierta extensión: el Lynch, el Chico y el Blanco. Este último tiene un largo de 24 kms.;

6. *Río Azopardo.*—Representa el desagüe del lago Fagnano y tiene un largo de 9 kms. Su caudal es apreciable;

7. *Río Yendegaia.*—Nace en la cordillera Darwin y desemboca en la bahía del mismo nombre; y

8. *Río Eusebio Lillo.*—Representa el desagüe del lago de este nombre, ubicado en la parte oriental de la isla Navarino. Desemboca a la bahía Galgo.

NOTA.—Los datos hidrológicos que se utilizaron para la confección de este capítulo fueron proporcionados por la Endesa, en su mayor parte. El Departamento de Riego, también nos procuró algunos datos correspondientes a los ríos del Norte Chico. Para los ríos patagónicos se utilizaron los datos obtenidos en varias exploraciones realizadas por la Corporación de Fomento y la Endesa y de restituciones de fotografías aéreas hechas en la Oficina del Censo Económico.

RESUMEN

ATENDIENDO a las características del escurrimiento superficial de las aguas, pueden distinguirse en Chile áreas sin cursos de agua o arreicas; áreas con cursos superficiales, que no logran llegar al mar: endorreicas; y, finalmente, áreas en las cuales existen numerosos cursos de agua que entregan sus aguas al mar, o exorreicas. Como áreas arreicas, sólo pueden mencionarse las del desierto de Atacama, comprendidos entre los ríos Loa y Copiapó. Los territorios que forman la actual provincia de Tarapacá corresponden más bien al endorreísmo, del mismo modo que la Puna de Atacama. El exorreísmo comienza en Chile con el río Copiapó, ya que el Loa es un fenómeno excepcional, que se estudiará oportunamente.

Hidrografía del desierto.—A pesar de la ausencia de lluvias en el norte de Chile, es posible encontrar algunos recursos líquidos. Estos se presentan en forma de aguas corrientes en las quebradas y en los ríos, y otras veces en forma de aguas retenidas en los salares y lagunas, y finalmente en forma de agua subterránea. Algunas veces, las aguas subterráneas vienen naturalmente a la superficie, y en este caso se habla de aguadas (fuentes).

a) Ríos.—El principal de los ríos del norte de Chile es el Loa, que es un fenómeno hidrológico excepcional. Se explica, en parte, por la existencia de una serranía prolongada longitudinalmente, que organiza los cauces que devierten de la puna, en un solo colector. A lo largo de 165 kms., el Loa colecta todos los cauces que descienden de la Cordillera de los Andes. Es el cabo de ellos cuando el río se vuelve hacia el oeste y empieza a cruzar el desierto verdadero, después de recibir el Salado, que al mismo tiempo que es el principal de sus tributarios andinos, es el último. El caudal que lleva en Calama es muy variable, pero normalmente del orden de los 5 m^3.

Gracias a ello, este río logra cruzar todo el desierto, y llega al mar, casi a la misma latitud en que se encuentra su nacimiento, después de haber descrito un camino semejante a una letra U.

En los altiplanos del departamento de Arica encontramos algunos otros ríos, como son el Lauca y el Caquena, con cursos permanentes, pero ellos no drenan hacia el Pacífico, sino hacia Bolivia.

Por sus características merecieron el nombre de ríos también los de Lluta y Camarones, que tienen por lo menos agua la mayor parte del tiempo. El primero lleva 2 $m.^3$/seg. de caudal medio.

Las quebradas al interior de Pisagua, logran llevar sus cauces hacia occidente y llegan algunas veces al mar, gracias a la existencia de un plano inclinado que favorece el escurrimiento, el cual está constituído por rocas del Terciario continental, en las cuales la infiltración no es tan grande como en los derrubios de la pampa del Tamarugal.

Hacia el sur, todas las quebradas desaparecen al penetrar en ésta, y cuando abandonan el ámbito andino.

Mucho interés tiene en esta parte el agua subterránea. En efecto, condiciones geológicas favorecen el escurrimiento profundo, de tal manera que en la pampa del Tamarugal, a profundidad variable, existen napas de agua subterránea que el hombre utiliza. Brüggen ha distinguido aquí dos clases de agua: agua dulce, de prove-

niencia andina, con predominio de sulfatos en su salinidad; y agua salada, con predominio de cloruros, que este autor cree de origen directo, por condensación en los poros del suelo de la alta humedad atmosférica de la región costera. Grosso-modo puede establecerse el límite entre estos dos tipos de agua frente a la localidad de Negreiros.

b) Región arreica.—Al sur del Loa, las disponibilidades de agua son mucho menores. Si existen napas de agua subterránea, éstas no tienen la importancia que las que hemos estudiado anteriormente, y los cursos superficiales desaparecen así enteramente. Esta región llega hasta las serranías que limitan por el norte la hoya del río Copiapó.

Región exorreica.—Esta región comienza en donde termina la anterior.

a) Ríos de régimen nivoso y pluvioso.—El *río Copiapó* es el primero de los que encontramos en ella, y el rasgo esencial que lo singulariza es su caudal relativamente constante. Esto se debe al carácter de los diversos tributarios. Mientras el río Pulido, que es el principal de sus constituyentes, trae aguas de las partes interiores de la cordillera, en donde existen precipitaciones de estío y derretimiento de nieve invernal, y, en consecuencia, presenta su enriado en verano, los otros (Manflas, Jorquera) nacen de la parte externa de los Andes, en donde las lluvias invernales intervienen solas en la producción de los gastos máximos correspondientes a estos meses.

El *río Huasco*, presenta características semejantes al anterior. Lleva unos 11 m.³/seg. de caudal medio, y se constituye por la unión de los ríos Carmen y El Tránsito, de los cuales el primero presenta mayor regularidad en sus gastos.

Hacia el sur, el *río Elqui*, formado por los ríos Claro y Turbio, presenta caudales más elevados: 16 m.³/seg. El Turbio presenta ya un ejemplo de un típico régimen nivoso.

Los *ríos Limarí, Choapa* y *Petorca-La Ligua*, siguen hacia el sur, y en ellos el régimen nivoso se establece definitivamente, aunque la época de las lluvias todavía determina un aumento de caudal característico, que no se encuentra más al sur. Estos ríos tienen caudales crecientes, de tal manera que el Choapa lleva 18 m.³/seg. al salir de la cordillera, y después de recibir las aguas del Illapel, 27 m.³/seg.

b) Ríos de régimen nivoso con enriado duradero.—El *Aconcagua* es el primero de un grupo de ríos que se caracterizan por estiajes invernales y creces correspondientes a los meses primaverales y primeros del verano. Estos ríos tienen una pendiente marcada, de tal manera que corresponden a torrentes. Finalmente la duración prolongada de la crecida anual es el último rasgo que ayuda a comprenderlos. En la mayoría de los casos, la crece dura hasta Enero, y sólo en Febrero se acusa un descenso de los gastos.

Este grupo de ríos presenta caudales que aumentan hacia el sur, como rasgo general. En circunstancias que el Aconcagua tiene un gasto medio de unos 30 m.³/seg., el *Maipo* tiene 105. Los de más al sur (*Rapel, Mataquito*) se constituyen en la Cordillera de la Costa, de tal manera que sus datos no son comparables. Sin embargo, se pueden dar los datos de los constituyentes, con la reserva anterior. El *Cachapoal* (uno de los constitutivos del Rapel) tiene en Coya 83 m.³/seg.; el *Tinguiririca*, en Los Briones, 50 m.³/seg.; el *Teno*, en Los Queñes, otro tanto; y el *Lontué*, en La Junta, 82 m.³/seg.

c) Ríos con régimen nivoso y llena breve.—Con el *Maule* empieza un grupo de ríos que difiere de los anteriores en que la llena es breve. Este rasgo se observa hasta el *Bío-Bío*, aunque, debido al aumento de los caudales en este último, el rasgo no tiene la trascendencia que en los anteriores. En ellos, ya en el mes de Diciembre se observa una disminución de caudal, y en Enero ella es grande. Son de aguas limpias. Algunos de los afluentes, que nacen en la parte externa de la Cordillera de la Costa (*Perquilauquén*, *Achibueno*, etc.) presentan un régimen pluvial, presentándose el estiaje en pleno verano y la llena en los meses lluviosos.

Los caudales aumentan paulatinamente hacia el Sur. El *Maule*, cuando sale de los Andes, lleva unos 200 m.³/seg. El *Bío-Bío*, 520 m.³/seg. en Sta. Bárbara. El Maule y el Bío-Bío, son ríos colectores de primer orden, de tal manera que extensas porciones del país son drenadas por ellos al mar.

d) Ríos de transición.—Los ríos *Caulín* y *Malleco* representan ejemplos, en los cuales las características de los de más al sur empiezan a pronunciarse, pero en los cuales perduran aún algunas de los ríos anteriores. Comienzan a ser navegables en la parte inferior de sus cursos, y sus caudales son más considerables, al mismo tiempo que sus pendientes menores.

e) Ríos de caudal constante y débil pendiente.—Estos ríos incluyen numerosos lagos en sus hoyas, y forman un grupo bien definido, debido a la constancia del caudal y a la pendiente menor. El primero de estos caracteres lo ocasionan las lluvias en el invierno, y el derretimiento de las nieves en la parte andina durante los meses primaverales. La falta de estación seca verdadera contribuye, naturalmente, con los hechos anteriores, a mantener los caudales constantes.

Los ríos *Valdivia* y *Bueno* representan típicamente estas condiciones, pero puede agregarse a ellos el *Maullín*, aunque los caudales ahora son menores. El río *Petrohué* representa un río andino, que tiene las características de los ríos tributarios de los lagos de más al norte.

Ríos de la Patagonia.—Los ríos de la Patagonia, se singularizan por su escurrimiento torrencial a través de los Andes, por nacer en las partes orientales de la Cordillera de los Andes, por las irregularidades de sus cursos, que hacen de ellos ríos de gran interés hidroeléctrico.

Se estudian aparte los ríos del archipielago de Chiloé y del de los Chonos.

Es en los ríos patagónicos donde se encuentra el más caudaloso de los ríos chilenos, el Baker, que logra, en el verano, tener caudales de 900 m.³/seg. en el sitio denominado El Saltón.

Tanto interés hidroeléctrico como el Baker, tiene el Pascua, que en un breve recorrido posee un fuerte desnivel.

En el texto se estudian, además, algunos ríos de la región magallánica y de Tierra del Fuego.

CAPÍTULO VI

SUELOS

I. *Introducción*

Cuando se trata de hacer un estudio de los suelos desde el punto de vista geográfico, se tropieza con el inconveniente de los diferentes criterios adoptados por los investigadores para elaborar una sistemática. Este problema es particularmente grave en Chile, donde, al parecer, existen ciertas condiciones en la formación de los suelos, muy difíciles de encuadrar dentro de los criterios aceptados universalmente. Por otra parte, como los levantamientos, la mayoría de las veces, se hacen a fin de obtener una idea respecto del valor agrícola de las tierras, para eludir el problema anterior, los agrólogos muchas veces se han contentado con clasificarlos bajo las expresiones imprecisas de buenos, regulares y malos. Si ellas satisfacen desde el punto de vista práctico, dejan en suspenso una serie de informaciones que son necesarias para la comprensión de la materia desde el punto de vista que nos interesa ahora. La falta de un criterio uniforme en la clasificación de los suelos y en su nomenclatura, hace que la empresa de una síntesis sea azarosa y difícil.

En este trabajo se ha preferido verter las diversas nomenclaturas en una de orden geográfico, que se ha hecho coincidir, cuando era posible, con los grandes grupos de suelos del mundo. Ella tiene la ventaja de mostrar claramente las conexiones que hay entre ellos y los factores que los determinan, y hace de los suelos algo orgánico con el clima, la vegetación, el material generador y aun el relieve.

Ya en los capítulos anteriores hemos tenido oportunidad de señalar las variaciones que, a lo largo del territorio, se observan en esos órdenes de fenómenos. Es lógico esperar, pues, que, en función con estas variaciones, observemos una rica gama de suelos.

Para hacer, sin embargo, un estudio que permita sorprender las variantes principales, se ha preferido limitar el estudio a los suelos de regiones planas o suavemente onduladas, es decir, a aquéllos que han tenido oportunidad para experimentar una evolución. Son éstos los suelos que podremos considerar como normales y que acusarán una relación clara con el clima y la vegetación. Teóricamente, hubiera sido preferible descartar también los suelos cultivados, por cuanto la labor agrícola crea condiciones que no son espontáneas, y el riego, por otra parte, introduce un factor que acelera la evolución, en las partes en donde él es necesario. Sin embargo, al hacerlo así, habríamos salido francamente de la órbita de este libro, por cuanto son éstos los que tienen mayor interés económico. Los suelos afectados por los movimientos de faldas no tendrán oportunidad para evolucionar, y aunque tienen interés para nuestros fines, los dejaremos fuera, en el empeño de concebir los suelos desde un punto de vista regional.

En la elaboración de este capítulo hemos recibido la continua colaboración del profesor Carlos Matthews, de la Universidad de Chile, con quien hemos discutido ampliamente el problema de los grandes grupos en nuestro país, y nos ha procurado descripciones de las regiones en que ha trabajado personalmente. Para la parte sur de nuestro país, hemos contado con la colaboración del ingeniero agrónomo Manuel Rodríguez, jefe de la sección Conservación de Suelos, del departamento de Investigaciones Agrícolas, del Ministerio de Agricultura, quien ha tenido la gentileza de facilitarnos un resumen de los trabajos sistemáticos de levantamiento que ese organismo ha desarrollado en las provincias de Bío-Bío, Osorno y Llanquihue (1).

Generalidades.—En un país de tan considerable dilatación latitudinal como Chile, en el cual el clima fluctúa entre el desierto cálido por el norte, hasta las regiones extremadamente lluviosas y frías del sur, debe presentarse una variada gama de suelos. Estos, a pesar de sus diferencias, tienen algunos rasgos comunes que conviene destacar desde un principio.

En primer lugar, ellos son suelos relativamente jóvenes, y, en consecuencia, en ellos las características heredadas van a desempeñar un papel más o menos importante. De esta manera, un estudio detallado, como ha sucedido en los levantamientos efectuados por el departamento de Investigaciones Agrícolas, trasunta claramente la geología general de la región, particularmente en lo que se refiere a los materiales detríticos geológicamente recientes. A consecuencia de su juventud,

(1) Los lectores no interiorizados en la materia tratada en este capítulo y que deséen adquirir los conocimientos generales del caso, encontrarán las explicaciones en las obras generales que se citan en la bibliografía. Especialmente comprensible en este sentido es el capítulo pertinente de la obra de Finch y Trewartha.

en Chile pocas veces se podrá hablar de suelos verdaderamente maduros, y casi nunca de suelos viejos.

Los suelos autígenos, por su parte, ofrecen pocas variaciones dentro de las diversas zonas, debido a una relativa homogeneidad en la composición química de las rocas constitutivas de las regiones. En este sentido, las variaciones máximas las ofrecen algunos granitos alcalinos en el Núcleo Central y las fases gabroides de las dioritas andinas. En el Norte Chico, particularmente en la parte central, existen rocas sedimentarias calcáreas, que llevaran su impronta a los suelos generados a sus expensas. En todo caso, la formación porfirítica, con sus tobas y areniscas, está dominada por los materiales eruptivos finos mesosilícicos, los cuales desempeñaran un rol predominante en la constitución de los suelos.

En estas condiciones, el clima va a poner su acento sobre los suelos, de un modo predominante.

A pesar de lo dicho anteriormente, es muy difícil llegar a encuadrar los tipos de suelos que se obtienen en nuestro país, en los esquemas de los suelos climáticos del mundo. Para explicar este contrasentido, hay que recordar que éstos se han escogido en el hemisferio norte, donde los climas con fuertes oscilaciones de la temperatura y lluvias estivales son los dominantes, mientras que en el sur, éstos no tienen ningún desarrollo. Por otra parte, entre los extremos de nuestro país, el uno caracterizado y dominado por la aridez extrema, y el otro por altas precipitaciones, hay una zona extensa de condiciones ambientales intermedias, en la cual se pierde el carácter dominante del clima, para que entren a jugar otros valores de difícil control.

Los tipos que debieran imponer la aridez en el norte, por una parte, y las fuertes lluvias en el sur, por otra, se ven atenuados en sus procesos exhaustivos, por la moderación de la temperatura. Temperatura homogénea durante todo el año, es un rasgo característico de los climas chilenos. Teóricamente, se puede aceptar que estas condiciones sean adversas para la formación de los suelos, en el sentido de que nunca se tiene temperaturas muy elevadas, que favorezcan tanto la fermentación de la materia orgánica en los procesos de podzolización, como la fuerte hidrólisis necesaria para la laterización. Este último proceso se ve obstaculizado hacia el norte, por el efecto de la aridez, y es en el Núcleo Central donde tendremos oportunidad de verlo en mejores condiciones de desarrollo.

De esta manera, la podzolización, aunque es un proceso que preside toda la formación de los suelos desde Chillán al sur, no llega nunca a valores extremos en nuestro país. Al parecer, es sólo en Chiloé, en el fondo de algunos valles de la Patagonia andina, y contados otros sitios, donde se podrán observar podzoles típicos.

Incuestionablemente, en este sentido tienen importancia otros factores. Pueden sugerirse, por el momento, el carácter mesosilícico y básico de las rocas dominantes en las regiones sureñas, la juventud de los suelos y la composición del bosque austral. A este último respecto, debemos recordar que las coníferas tienen un papel modesto en su composición y dominan las hojas lauriformes, las cuales son mucho más ricas en bases que aquéllas.

Puede darse, pues, como característica general de los suelos chilenos, el hecho de que ninguno de los procesos exhaustivos logra extremarse demasiado.

Clasificación.—El problema más difícil que es necesario solucionar cuando se pretende hacer un estudio regional de los suelos chilenos, es el de encontrar una base para su clasificación. Lo que hemos dicho anteriormente, ya lo deja entrever con claridad. Al buscar en Chile los caracteres que deben corresponder a una zonación, como las que se reconocen claramente en el hemisferio norte, se fracasa sistemáticamente. De esta manera, casi todos los especialistas que han pretendido hacer un estudio de los suelos desde el punto de vista geográfico, han tenido que rehuir una clasificación de este tipo.

En el presente estudio se ha buscado un compromiso entre la propuesta por Storie y Matthews en su «Preliminary Study of Chilean Soils», y la clasificación en los grandes grupos, usada universalmente.

Considerando a nuestro país en su desarrollo de norte a sur, se ha considerado que, para los efectos de los suelos, éstos tienen deficiencia en agua en los procesos formativos desde el extremo norte hasta los 37° de latitud. De allí hacia el sur el agua es suficiente o abundante. Se han distinguido, de acuerdo con esto, suelos áridos y suelos húmedos. Esta distinción corresponde, en cierto modo, a la corriente de pedocals y pedalfers, pero se la ha preferido, porque no involucra ninguna idea precisa respecto de los procesos químicos del suelo.

Dentro de cada una de estas dos grandes categorías, se han hecho divisiones, atendiendo a los caracteres dominantes. Un esquema general de la clasificación que se usará más adelante, es el siguiente:

A. Suelos áridos:
   a) Suelos desérticos grises (altura);
   b) Suelos desérticos rojos;
   c) Suelos pardos cálcicos; y
   d) Suelos pardo-rojizos de pradera fría.
B. Suelos de transición.
C. Suelos húmedos:
   a) Suelos pardos forestales;

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

b) Suelos rojos podzolizados;
c) Suelos pardos podzólicos, y
d) Suelos de tundra rocosa (1).

En el desarrollo de la materia que viene a continuación, se advertirán diferencias muy notables en la extensión que se le ha dado a las diversas regiones, debido a que, en algunos casos, disponemos ya de levantamientos regulares que nos ha parecido conveniente presentar en toda su extensión. Esto por dos razones: primero, el interés intrínseco de los trabajos de esta naturaleza, emprendidos por la sección Conservación de Suelos, del Departamento de Investigaciones Agrícolas; y segundo, mostrar la gama extraordinariamente variable de suelos que se pueden diferenciar cuando se emprenden trabajos sistemáticos. En las otras partes del país, nos hemos contentado con la exposición de algunos perfiles típicos conseguidos por algunos investigadores. Es natural que en estas partes existan también numerosas variantes, pero como no se han hecho investigaciones sistemáticas, no ha sido posible presentarlas.

Hubiera sido de nuestro agrado hacer un estudio de algunos problemas específicos de los suelos chilenos, como ser, fertilidad, contenido en calcio, etc., que tienen gran importancia desde el punto de vista práctico. Hemos, sin embargo, desistido de este propósito, en algunos casos porque no había información suficiente, y en otros, porque no encontramos una manera adecuada para conciliar las opiniones divergentes de los técnicos.

---

(1) En muchas regiones, el color del suelo es un rasgo dominante del paisaje. Por muy importante que esto sea para el geógrafo, no es su única significación. Los suelos varían en color, en una amplia gama de tintes desde el blanco hasta el negro. Entre los colores más frecuentes están los tintes obscuros, rojo-obscuros, pardos de orín, amarillos. Estos se deben a distintas formas, grados de hidratación e intensidades de los óxidos de hierro, los cuales se presentan en forma de delgadas películas, cubriendo los gránulos del suelo. En algunas regiones húmedas, un color blanquecino se produce a menudo por falta de hierro. En regiones áridas, el mismo color puede originarse por una concentración dañina de sales solubles. Los colores negro y pardo-obscuro, en los suelos, habitualmente, aunque no siempre, denotan abundancia de materia orgánica. En muchos suelos se encuentran presentes dos o más elementos colorantes, dando origen a tintes intermediarios: pardo amarillento o pardo grisáceo. Puesto que el color del suelo tiene cierta base en las características físicas o químicas, comúnmente se supone, con buena razón, que los suelos obscuros son productivos y los de colores claros—rojos o blancos—son, comparativamente, improductivos. Aunque esto es cierto para muchos suelos, no siempre es verdadero.

El color de los suelos cambia, no sólo con el lugar, sino también desde la superficie hacia abajo y de un tiempo a otro. Los suelos superficiales, en algunas regiones, son disímiles, predominantemente, respecto de los colores del subsuelo, y los húmedos, en general, son más obscuros que los suelos cuando están secos. El color dominante de los suelos en una región, es, en consecuencia, un indicador de la naturaleza general

II. *Descripción de los suelos*

A. *Suelos áridos*

a) Suelos desérticos grises

1. *Suelos desérticos grises.*—En todo el extremo norte de Chile existen condiciones de aridez muy extremas. Mientras en las partes bajas dominan temperaturas relativamente elevadas, que dan ocasión a la formación de suelos de tonalidad rojiza, en las partes elevadas de la Puna encontramos temperaturas bajas, al mismo tiempo que un cierto monto de las precipitaciones, que, sin ser capaces de anular al desierto, dan lugar a una modesta vegetación de plantas perennes, especialmente adaptadas a estas condiciones de sequedad. Como esta vegetación se presenta espaciada, con poco valor de cubierta, no alcanza a constituir un tapiz que procure suficiente cantidad de materia orgánica al suelo, y éste queda constituído esencialmente por los ingredientes minerales. Las bajas temperaturas inhiben la oxidación, y se desarrollan los suelos desérticos grises, característicos de los Andes del norte de Chile. En estas partes dominan suelos delgados, que teóricamente, deben tener un lavado superficial variable, según el monto de las precipitaciones.

Como las temperaturas son relativamente bajas, las posibilidades de utilizarlos para fines agrícolas, son relativamente modestas. Por otra parte, no disponemos de estudios que permitieran dar algunos perfiles, con los cuales se lograran fijar mejor las características.

b) Suelos desérticos rojos

2. *Suelos desérticos rojos.*—Teóricamente, en las partes más bajas del norte desértico, debiéramos encontrar suelos rojos desérticos. Esta ha sido, en todo caso, la suposición necesaria para la organización de la parte descriptiva. Hay que advertir, sin embargo, que no

---

de las propiedades físicas y químicas, y se usa como una designación conveniente de los diferentes grupos mayores de suelos del mundo. El color del suelo tiene también cierta significación en lo que se refiere a las temperaturas. Los suelos obscuros absorben mayor radiación solar que los de colores claros y, en consecuencia, tienen tendencia a ser más cálidos. Sin embargo, el calor del suelo depende más de la circulación del aire y del agua en ellos. Por esta razón, las arenas claras y permeables, pueden calentarse más rápidamente, a pesar de su color. (Finch y Trewartha, Physical Elements of Geography, 1942).

siempre los suelos del desierto presentan este color, principalmente a causa de la ausencia absoluta del agua y de las débiles fluctuaciones anuales de la temperatura.

Sobre estos suelos tenemos informaciones numerosas, gracias a los trabajos realizados por la Caja de Colonización Agrícola en la Pampa del Tamarugal (Ing. Carlos Matthews).

Los suelos están desprovistos de perfil. Las capas que se pueden diferenciar en el subsuelo corresponden a estratos geológicos, producto de avenidas sucesivas que han dejado sedimentos de naturaleza variable, entre los cuales dominan limos, arcillas y arenas. Estos suelos pueden clasificarse en las siguientes categorías, atendiendo a sus condiciones para la agricultura: suelos salinos, suelos alcalinos y suelos normales. En estos últimos también existen sales, pero se estima que su monto no impide el uso agrícola. Para dar una impresión de lo que representan estas ideas, en lo que se refiere a su contenido en sales, damos el siguiente análisis de un suelo normal, que corresponde a la calicata 675 de los levantamientos de la Caja:

Calicata 675.....	Cl	SO_3	CO_3	$2CO_3$
Superficie	0,0	0,105	0,0	0,065%

Tanto los suelos salinos, como los alcalinos, no tienen posibilidades de uso agrícola.

Los levantamientos realizados por la Caja de Colonización agrícola cubrieron una superficie de más o menos 3.000 kms.^{2}. De ellos, sólo cerca del 15% serían utilizables para la agricultura, al colocarlos bajo riego. El mejor sector es el que se desarrolla entre Pozo Almonte y la oficina salitrera Mapocho, en donde predominan francamente suelos normales sobre las otras clases reconocidas. Muchas veces, los suelos tienen, sin embargo, un drenaje restringido, y, a consecuencia de ello, se ve afectada su posible productividad.

Muy interesante es el hecho de que en los suelos estudiados haya sido posible distinguir dos clases de salinidad: algunos suelos son principalmente clorurados, y otros, sulfatados. Es muy posible que este rasgo esté en relación con las dos clases de agua subterránea que ha distinguido Brüggen en el subsuelo de estas regiones. (Ver el capítulo sobre hidrografía, pág. 265).

Las áreas bajo riego (quebradas y oasis) que existen en esta región, han recibido también atención de parte de la Caja de Colonización, y

disponemos de algunas informaciones al respecto. En el valle de Lluta, los suelos dominantes contienen sales solubles que limitan la producción vegetal. Pueden distinguirse dos sectores: uno situado en la mitad poniente del valle, que corresponde a las partes con drenaje más restringido, en donde la salinidad es alta, posiblemente por contaminación de las aguas subterráneas; y otro, en la mitad superior, con suelos normales, de buen drenaje y de interés agrícola.

Muy curioso es el hecho de que, a pesar del alto contenido en sales (cloruros y sulfatos de sodio), los suelos no presenten un pH elevado. Se debe esto a que la alcalinidad de los suelos está controlada, en parte, por la acidez de las aguas del río Lluta. En efecto, ella tiene una acidez que corresponde a un pH de 4,8 y controla, en cierto sentido, la alcalinidad natural en las tierras.

Los suelos del valle de Azapa son también alcalinos, ricos particularmente en carbonato de calcio. La materia orgánica es muy escasa. Son suelos jóvenes. El agua de riego es, sin embargo, dulce.

Finalmente, se dispone de antecedentes sobre los suelos en el fondo del valle del Loa, en la localidad de Quillagua. De igual modo que en los casos anteriores, son suelos alcalinos y salinos, de modesto interés para los cultivos. Esta salinidad está dada aquí, en parte, por las condiciones de las aguas del río, que son las únicas de que se dispone para el riego.

3. *Suelos de la parte septentrional del Norte Chico.*—Pocas informaciones es posible reunir sobre los suelos vírgenes de la región correspondiente al Norte Chico. Esta región, como hemos tenido oportunidad de ponerlo en relieve en el capítulo referente al clima, se encuentra aún bajo la influencia del desierto en toda su parte septentrional. Es solamente en La Serena donde puede decirse que empieza el clima estepario. Debe reconocerse, sin embargo, que este desierto es distinto del que se encuentra en las partes más septentrionales, puesto que las precipitaciones aumentan paulatinamente hacia el sur. En Copiapó caen 25 mm. y en La Serena, 114. A consecuencia de ello, hay una cubierta vegetacional rala y espaciada, que corresponde al jaral, que hemos estudiado oportunamente. De todas maneras, el monto de la materia orgánica que la vegetación procura al suelo, es insignificante, y no altera la condición esencial pedogenética del clima.

Podemos tomar un ejemplo del carácter de los suelos espontáneos, en la Travesía. Son suelos delgados, desprovistos de una estratificación clara, pero en los cuales se observa, a unos 0,50 m. de la superficie, una concentración de carbonato de calcio, en forma de un verdadero *hardpan* calcáreo. Al recibir un tratamiento adecuado, éstos pudieran convertirse en buenos suelos para la agricultura.

Con relación a los suelos espontáneos, los que se encuentran bajo riego y en cultivo presentan notables variantes.

Los suelos del valle del río Copiapó se encuentran establecidos sobre aluviones recientes, desde Piedra Colgada hacia el interior, y presentan una salinidad modesta. En cambio, los que se desarrollan hacia la costa son fuertemente salinos. Es muy curioso que el límite entre los suelos salinos y los no salinos coincida hasta donde, según las evidencias morfológicas, ha logrado penetrar el mar en fecha geológicamente reciente. En todo caso, parece que la explicación verdadera de la alta salinidad de la parte inferior del valle, corresponde a la acción de las aguas subterráneas que vienen a la superficie en esta parte—como lo hemos puesto de manifiesto en el capítulo referente a la hidrografía—, y contaminan con sus sales a los suelos de la parte correspondiente.

Rasgos muy semejantes encontramos en el valle del rio Huasco. Debe hacerse, sin embargo, la observación de que los suelos, en general, son más dulces que en el valle del río Copiapó. Estos tienen también una textura liviana, predominando los limos. Igualmente, estos suelos se encuentran descansando sobre gravas; la parte superior está formada por una cubierta, de espesor variable, de material fino, a expensas de la cual se desarrollan los suelos. De igual modo que en el caso del valle anterior, puede dividirse éste en dos sectores, una parte inferior, en donde existe una cierta salinidad, y una parte media, en la cual ella desaparece. En los alrededores de Freirina es donde la sal contamina los suelos más marcadamente.

En el valle del río Huasco existen numerosas terrazas, en las cuales se han establecido cultivos gracias al riego. Un problema que tiene importancia aquí es la erosión de los suelos, debido a las pendientes y al uso prolongado. Igualmente que los suelos establecidos en el fondo del valle, éstos están ubicados sobre gravas.

Los suelos de la terraza superior son arcilloso-rojizos y poseen una textura pesada. Debe considerárseles como suelos de uso agrícola restringido.

c) *Suelos pardos cálcicos*

Desde La Serena hacia el sur, las precipitaciones aumentan notablemente, de tal modo que en Zapallar ya sobrepasan los 300 mm. Las temperaturas, en cambio, descienden muy modestamente. Los cuadros vegetacionales son ahora más variados que en los casos anteriores, y el matorral arbóreo ocupaba extensiones más o menos considerables en las quiebras de los cerros. Hemos tenido ocasión de señalar que los primeros bosques se desarrollan en este sector, particularmente en las partes expuestas a la influencia de las nieblas y lloviznas del litoral.

A consecuencia de estos diversos factores, al sur de La Serena encontramos ya el dominio de los suelos pardos, los cuales, en algunos ejemplos, se presentan con bastante nitidez.

4. *Suelos de fondo de valle y de terrazas bajo riego.*—En el valle del río Coquimbo o Elqui se desarrollan superficies extensas, que es posible regar. Estos suelos se diferencian de los de los valles estudiados anteriormente, en que la salinidad ahora no juega un papel restrictivo, en la mayor productividad y, en general, en que son muchos más aptos para la agricultura.

Sin embargo, los suelos de las terrazas superiores se caracterizan por ser arcillosos, densos, debido a una fase de sedimentación final de los aluviones, bajo condiciones de escasa pendiente. Los suelos del fondo del valle, en cambio, presentan texturas más livianas.

Los suelos de la parte inferior del valle corresponden más bien a suelos establecidos sobre materiales de origen marino—acumulaciones de conchas—, en los cuales se observan características originales.

Tal vez un ejemplo ayude a comprender algunos de sus caracteres. Corresponde a un perfil levantado por los ingenieros agrónomos C. Díaz y Cuadrado en Cuatro Esquinas, cerca de La Serena.

0 - 15 cms. Materia orgánica, suelta, color pardo claro. pH 7,5;
15 - 35 cms. Capa arcillosa, con débil proporción de arenilla, rica en materia orgánica, color pardo obscuro, plástica. pH 8,11;
35 - 60 cms. Capa arcillo-arenosa fina, de color gris claro, con abundantes raicillas, plástica, no muy compacta. pH 8,36.
Los horizontes anteriores forman el miembro A del perfil;
60 - 80 cms. Arena media con arcilla, de un color gris más obscuro, atravesado por algunas raíces. Semiplástico. pH 8,26;
80 - 110 cms. Arena media y fina, de color gris claro, con bastante arcilla. pH 8,33.

Hacia el interior del valle, en Elqui, los terrenos en cultivo corresponden a los taludes de escombros del valle mismo, en los cuales el sub-suelo está compuesto por rocas esquinadas, mezcladas con material más fino. Los cultivos se hacen en pendientes muy fuertes, y la erosión está bastante avanzada.

Los valles situados más al sur preséntanse desprovistos ya completamente de salinidad.

5. *Suelos de terrazas altas desprovistos de cultivos.*—Un buen ejemplo de los suelos espontáneos correspondientes a este tipo de topografía, nos lo procura el tomado por Storie y Matthews en los alrededores de Ovalle. Se trata de una terraza con topografía suave, cuyo subsuelo está constituído por aluvium derivado de rocas eruptivas neutras. Caen allí más o menos 175 mm. de lluvia, y

domina una vegetación que corresponde a una estepa de pastos cortos. El drenaje es bueno. El perfil que se observó es el siguiente:

0 - 20 cms. Limo arcilloso de color pardo obscuro, con pH 8,0;
20 - 45 cms. Arcilla moderadamente compacta, de un color pardo rojizo, con un pH de 7,9;
45 - 55 cms. Arcilla limosa, de un color rojo-parduzco, con algunos nódulos de cal, pH 8,2;
55 - 140 cms. Limo muy friable, de un color amarillo-parduzco, o bien limo-arcilloso, ocasionalmente con algunos pequeños nódulos de carbonato de cal (1).

Este suelo se usa, cuando está sometido al riego, para cultivos de granos y de pastos.

Su fertilidad es buena.

6. *Suelos pardos neutros del Valle Central.*—El aumento de las precipitaciones hacia el sur, se manifiesta principalmente en la disminución de la alcalinidad del horizonte superior, que tiende ahora a ser neutro. La coloración parda es, sin embargo, la que sigue dominando en casi todo el país. Sólo en los sectores vecinos a la costa, en donde las lluvias se ven exageradas por la acción del relieve, esta coloración parda tiende a ser reemplazada por la roja. Esta es muy característica en las serranías que cruza el camino a Valparaíso, desde la cuesta de Zapata hasta Valparaíso mismo. Estos suelos corresponden, por las características del clima, a una *terrarosa* (terra rossa).

En las otras partes del país dominan siempre los suelos pardos, generados a expensas de la estepa. Storie y Matthews dan como típico para esta región un suelo denominado *vista*, limo-arenoso, tomado unos 80 kms. al SW de Santiago. El perfil es el siguiente:

0 - 0,30 m. Color pardo, franco arenoso, con Hp 7,2, de textura granular y de consistencia suelta;
0,30 a 0,60 m. Pardo, textura franco-arcilloso-arenosa, grueso, suavemente compacto, con pH 7,4.
Subsuelo granítico.

Los suelos que tienen mayor importancia agrícola en esta parte de Chile, son los establecidos sobre aluviones en el fondo del Valle Longitudinal. Ellos se caracterizan por buen drenaje y texturas livianas; poseen una alta productividad gracias al riego, y son particularmente

(1) Los rasgos físicos más importantes de los suelos se expresan mediante las ideas de textura y estructura. Por textura se entienden las variantes en el tamaño de las partículas constitutivas del suelo. Habitualmente se usan las siguientes expresiones para los distintos grados diferenciables: arenoso grueso, arenoso fino, limoso, franco y arcilloso.

Por estructura se entiende la propiedad que tienen los suelos de aglutinar las partículas, que los constituyen en cuerpos de mayor tamaño, que se conducen como individuos y que reciben el nombre de fláculos. Entre una arcilla compacta y una arcilla floculada, hay tanta diferencia como entre un suelo estéril y uno productivo. Al agruparse los fláculos, a su vez, en compuestos de mayor volumen, resultan las estructuras que se distinguen habitualmente: prismática, terronuda, etc.

adecuados para el cultivo de cereales. Sobre ellos, dicen Storie y Matthews:

«Son suelos de un color gris-pardo, bastante ricos en carbonato de cal, establecidos sobre materiales aluviales recientes, en los cuales se encuentran rocas mezcladas de la formación porfirítica. El pH medio para estos suelos es de 7,2, y fué conseguido en un estudio de los horizontes superficiales de las muestras tomadas en el Valle Central, con los tomados en los alrededores de Valparaíso, que tienen un pH ligeramente inferior.

En esta parte de Chile, a pesar de la generalización anterior, los suelos presentan algunas variantes, que es conveniente tomar en consideración.

Hemos tenido oportunidad de poner en relieve en otra parte, que en los tramos septentrionales del Valle Central, existe una estructura en cuencas. Estas han sido rellenadas en parte por acarreo fluvial, pero, en diversas partes, aparecen también en la superficie depósitos glaciales. Los suelos establecidos sobre las morrenas de la última glaciación—ellas se presentan en las vecindades de la salida de los ríos a la depresión intermedia—evolucionan en condiciones normales, presentándose tipos que corresponden a suelos climáticos. Los establecidos sobre los materiales traídos por los ríos, ofrecen, en cambio, variaciones de entidad, y han evolucionado en grado muy diverso, según sea el espesor de la capa de material fino que presenten. En efecto, sobre los rodados depositados por el río, se ha superpuesto una capa de material fino, algunas veces de origen eólico, otras correspondiente a fases de sedimentación de las aguas con débil pendiente. Cuando este material alcanza espesores considerables, como sucede al oeste de Santiago (Pajaritos) o entre Buin y el Maipo, se presentan condiciones que permiten el desarrollo de la totalidad del perfil del suelo sobre este material, acercando los suelos a los suelos zonales.

No es ésta la regla, sin embargo. Las cuencas han sido rellenadas por los ríos mediante el mecanismo de los conos de deyección. Desde las partes altas de los conos hacia la periferia se observa una transición paulatina. Comienza con suelos delgados, poco evolucionados, y con gran permeabilidad. En las vecindades de los ríos, hacia donde ellos entran en fase de sedimentación actual, se observan suelos de esta misma naturaleza (Isla de Maipo). En las partes bajas dominan, en cambio, suelos más potentes, de texturas relativamente pesadas, con nivel de agua vecino de la superficie. Como ejemplo de este último tipo puede darse el observado por el ingeniero agrónomo Manuel Rodríguez (perfil N.° 64) en la región de Hospital. Se trata de un suelo de color gris obscuro, en el cual se desarrollan bien los diversos horizontes.

0,0 - 0,30 m. Horizonte franco-arcilloso, con algo de grava, de un color gris obscuro a negrusco. Estructura terronuda, duro cuando seco, y plástico, húmedo. Reacción débilmente calcárea. pH = 7,8;
0,30 - 0,60 m. Horizonte negro, arcilloso, de estructura prismática, débilmente calcáreo (pH = 7,9);
0,60 - 0,90 m. Horizonte gris-blanquisco, arcilloso, compacto, con un pH de 7,4.

Es un suelo fuertemente agrietado al estado seco, muy poco permeable, con napa de agua cerca de la superficie. Tiene mediocre productividad.

Porciones relativamente importantes de la cuenca de Santiago están ocupadas por las morrenas de piedra pómez, correspondientes a la penúltima glaciación. Estas morrenas están constituídas principalmente por material de origen volcánico, predominando las cenizas en la masa fundamental. Debido al carácter vítreo de las partículas, ellas se meteorizan con gran dificultad, y los suelos resultantes son delgados y con pocos elementos nutritivos. A alguna profundidad, que fluctúa entre algunos centímetros y dos o tres decímetros, se observa la formación de una capa cementada (hardpan). Suelos de este tipo se observan en Barrancas, Pudahuel, Maipú, Cerrillos.

En la parte adosada a los contrafuertes andinos, se observan planos inclinados, que corresponden a un piedmont, en el cual los suelos son pedregosos, muy permeables y de modesto interés agrícola.

Los rasgos que se observan en la cuenca de Santiago se repiten en la de Rancagua, con caracteres semejantes. Al sur de la Angostura de Pelequén, el Valle Central nuevamente repite algunas de las características estudiadas anteriormente, con la salvedad de que, esta vez, las morrenas de la última glaciación penetran ampliamente al Valle Central. Estas, sin embargo, son muy ricas en material volcánico y originan los famosos Cerrillos de Teno.

Al norte de Santiago, en la región de Batuco y de Estación Colina, la falta de un drenaje profundo de las aguas, determina la existencia de suelos salinos, tipo solonnetz. El estudio de los suelos del fundo Noviciado, de la Caja de Colonización, mostró en estos suelos valores del pH (acidez-alcalinidad) que fluctuaron entre 7,2 a 9,45. Dominan el color gris-negruzco, las texturas pesadas, y las estructuras prismáticas. Tienen uso agrícola restringido.

El rasgo más característico es que el horizonte de concentración de sales es muy vecino de la superficie, y durante la prolongada estación seca, se producen abundantes excrecencias salinas en la superficie.

Los suelos de las terrazas marinas de la parte central pueden caracterizarse por su color pardo y, en general, son de textura franco-arenosa fina, granulares y de reacción neutra. Son suelos buenos, con deficiencia en nitrógeno. Estas características de los suelos correspon-

dientes a las terrazas marinas se observan hasta más al sur del río Maipo. Interesante, porque habla en sentido contrario a lo anterior, es el perfil levantado por Manuel Rodríguez en Peumo (camino a Las Arañas). Se trata, en este caso, de un suelo pardo-chocolate, de 30 cms. de espesor, sobre un material secundario, que se desarrolla hasta la profundidad de la calicata, sin variaciones. La textura de la capa externa es franco-arenosa, de grano simple, friable y porosa. El rasgo más interesante lo constituye su acidez media: 5,7.

B. *Suelos de transición*

7. *Suelos de la mitad sur del Núcleo Central.*— Desde Molina hacia el sur, grandes partes del Valle Longitudinal están ocupadas por capas estratificadas de material volcánico, conocidas con el nombre de tosca, las cuales ofrecen condiciones características hacia el sur, en lo que se refiere a la génesis de los suelos. Estos sectores se alternan con partes aluviales recientes, en las cuales dominan los depósitos de los ríos, que previamente erodaron la tosca, y posteriormente dejaron sus aluviones en los alvéolos. Como ejemplo del primero de los casos puede darse el perfil levantado por Storie en las inmediaciones de Chillán. Las precipitaciones en esta región sobrepasan holgadamente los 1.000 mm., y la vegetación está compuesta por pasto corto y matorrales. El perfil es el siguiente:

0 - 12 cms. Horizonte franco-arcilloso, de un color gris-pardo, con acidez mediana, pH = 5,7;
12 - 38 cms. Arcilla de color pardo obscuro, moderadamente compacta, con acidez mediana: pH = 5,7;
38 cms. Hacia abajo, substratum gris-tufáceo, consolidado.

Los suelos aluviales que se desarrollan en esta parte, se caracterizan por su relativa juventud, y, en consecuencia, no han experimentado evolución.

C. *Suelos húmedos*

a) Suelos pardos forestales

8. *Suelos sobre rocas fundamentales en la Cordillera de la Costa.*—Hacia la costa, las precipitaciones son notablemente más abundantes, y la cubierta vegetacional está formada por el bosque de roble colorado. Son suelos forestales ya. Cerca de Concepción, Storie encontró una región de topografía ondulada, aun

con pendiente fuerte, ocupada por suelos de color pardo, forestales y pardo-rojizos, que se han derivado de esquisto y de granito, con acidez entre moderada y fuerte. Son suelos que han sido muy fuertemente erosionados y que hoy día se destinan principalmente a plantaciones de pinos (serie Felton).

En las cuencas intermontanas de este sector, es posible encontrar algunos suelos con características más definidas, y que se avecinen más a los suelos climáticos. En el fundo «El Porvenir», cerca de Cauquenes, Rodríguez levantó el siguiente perfil:

0 - 30 cms. Suelo color pardo-rojizo, de color claro, textura franco-arenosa, con casquijo, estructura terronuda, medianamente compacta, pero friable;
30 - 150 cms. Subsuelo constituído por casquijo unido por arcilla, consistencia compacta.

9. *Los suelos de la provincia de Bío-Bío.*—Disponemos en la actualidad de un excelente levantamiento de los suelos de esta provincia, que ha sido hecho por los funcionarios de la sección Conservación de Suelos, del departamento de Investigaciones Agrícolas. Damos un resumen de este trabajo, preparado por el ingeniero agrónomo Manuel Rodríguez, jefe de esa sección, que representa un esfuerzo de primer orden y nos procura una ocasión para mostrar la gama extraordinariamente variable de suelos que puede presentarse en un área de estas proporciones.

Los suelos de la provincia de Bío-Bío son de un color pardo-claro en el primer horizonte, con una reacción ligeramente ácida (pH 6,2 a 6,5). Su evolución está determinada, en parte, por los hechos geológicos que corresponden a los depósitos del Valle Longitudinal y que han servido de material de origen a los suelos. Los suelos más evolucionados—perfiles con marcada acumulación de arcilla y elementos férricos—se presentan en los depósitos glaciales (grupo *b*); en cambio, los suelos que se forman a expensas de los sedimentos arenosos del gran cono aluvial del río Laja, presentan perfiles poco evolucionados, y no tienen características definidas, para colocarlos dentro de la clasificación climática (grupo *a*).

Los suelos que se presentan en la base de las pendientes inferiores de la Cordillera de la Costa, han evolucionado sobre rocas graníticas y presentan un primer horizonte de color pardo, pobre en materia orgánica; el subsuelo es de coloración pardo-rojiza, algo compacto, de reacción ligeramente ácida. Pertenecen al grupo de los suelos pardos no calcáreos, similares a la serie Felton, que ha sido descrita para los alrededores de Concepción (grupo *e*).

Al pie de la Cordillera de los Andes, los sedimentos de los ventis-

queros se encuentran cubiertos por un manto fino denominado «trumao», proveniente, en parte, de cenizas volcánicas y, en parte, de la acción eólica sobre las mismas morrenas. Una vegetación de *Nothofagus nitida*, mezclada con pradera, da lugar a un horizonte superior delgado, humífero y de color obscuro, con un subsuelo ligeramente ácido, sin evolución y muy permeable. Estos suelos están asociados con los descritos como «trumaos» en el sur de Chile, con posición indefinida dentro de la clasificación climática (grupo *c*).

A estos grupos principales hay que agregar los suelos secundarios aluviales, sin perfil, que ocupan los relieves bajos y poseen napa superficial, al poniente del Valle Longitudinal (grupo *d*), y los suelos arenosos de dunas, que se presentan en varias partes del valle (grupo *f*).

En general, en estos suelos dominan las características heredadas.

Descripción de las series (véase la fig. 50).
(por Manuel Rodríguez)

«*Grupo a*).—Suelos secundarios con predominio de perfiles arenosos y que se encuentran en el gran cono aluvial del río Laja, que rellena en su mayor extensión el Valle Longitudinal, desde el río Bío-Bío al norte.

«*Serie «Coreo»*.—Suelo formado por elementos gruesos, arena gruesa, grava y casquijo, muy suelto y permeable, muy poca capacidad de retención de humedad y muy deficiente en materia orgánica. Los primeros 0,30 m. son de color pardo-grisáceo, de textura areno-gravosa, de consistencia muy suelta y permeable. Reacción ligeramente ácida. El sub-suelo, de 0,30 a 1,5 m., está formado por gravas y casquijos, elementos gruesos, sin cohesión y muy porosos.

«Suelo secundario que se encuentra en la parte alta del cono aluvial del río Laja; topografía plana, napa de agua profunda, material predominantemente volcánico y formado bajo una vegetación natural arbustiva pobre de pichi, romerillo, quillay, etc. Suelos muy secos en verano y formados bajo un clima lluvioso en invierno: 1.300 mm. de agua al año.

«Estos suelos de rulo se han dedicado a las plantaciones forestales de pinos, y existe muy poca superficie bajo riego, estimándose que sus condiciones de producción son bajas.

«*Serie «Llano Blanco»*.—Suelo de arena gruesa, con mucha grava, húmedo en invierno, por las condiciones compactas que presentan las arenas a 1,30 m. El suelo es de color pardo-grisáceo claro,

con tinte rojizo en seco, textura franco-arenosa gruesa, con bastante grava, sin estructura, de consistencia muy porosa y suelta, reacción ligeramente ácida y muy pobre en materia orgánica. El subsuelo, de 0,25 a 1,30 m., es de color pardo-amarillento, por efectos de variaciones en la humedad, de textura areno-gravilloso, manteniéndose con agua libre en invierno. El substratum está formado por arenas y gravas concentradas e impermeables.

«Suelo secundario, formado por los materiales del cono del río Laja, que se encuentra en una posición alta dentro del cono, hacia el oriente del Valle Longitudinal. Perfil sin evolución, que se diferencia de la serie Coreo por no ser tan casquijento y tener un substratum compacto.

«Suelos en pequeña parte regados y que mejoran progresivamente, por efecto de las empastadas y los sedimentos depositados por las aguas de riego; sin embargo, su fertilidad puede considerarse menos que mediana.

«*Serie «Arenales»*.—Es el suelo arenoso de mayor extensión en la provincia. Se caracteriza por un perfil arenoso, profundo y uniforme, en el cual predomina arena gruesa, con un bajo porcentaje de arcilla y materia orgánica. La presencia de arena gruesa le da aspereza al tacto. Suelo muy poroso y filtrante, con poca cohesión.

«Primer horizonte de color débilmente parduzco, con tinte grisáceo en seco, y, en húmedo, de color oscuro; textura franco-arenosa gruesa a arenosa, sin agregación y con estructura pulverulenta, consistencia suelta y porosa y de reacción débilmente ácida.

«De los 0,30 a 1,50 m. presenta un subsuelo arenoso, suelto, muy permeable y de reacción débilmente ácida.

«Suelo secundario, que se encuentra en posición media dentro del gran cono de deyección del río Laja, presenta una topografía casi plana. El material de origen proviene de rocas volcánicas básicas, caracterizándose las arenas por su color obscuro. En condiciones naturales mantiene una vegetación de carácter arbustivo xerófito, con predominio de litre, quillay, maitén, radal, yaquí, etc. y de arbustos bajos: romerillo, pichi, crucero y coirón, lo que da lugar a muy poca acumulación de materia orgánica, como consecuencia de la sequedad estival. Estos suelos son nuevos, con perfil poco evolucionado y no tienen aprovechamiento agrícola sin riego. Regados, mejoran progresivamente su capacidad de producción.

«La fertilidad media es baja para cereales, mediana en leguminosas, como el frejol, y excelente para empastadas de trébol y alfalfa. Plantaciones frutales se han hecho en este suelo, pero los árboles señalan escaso desarrollo.

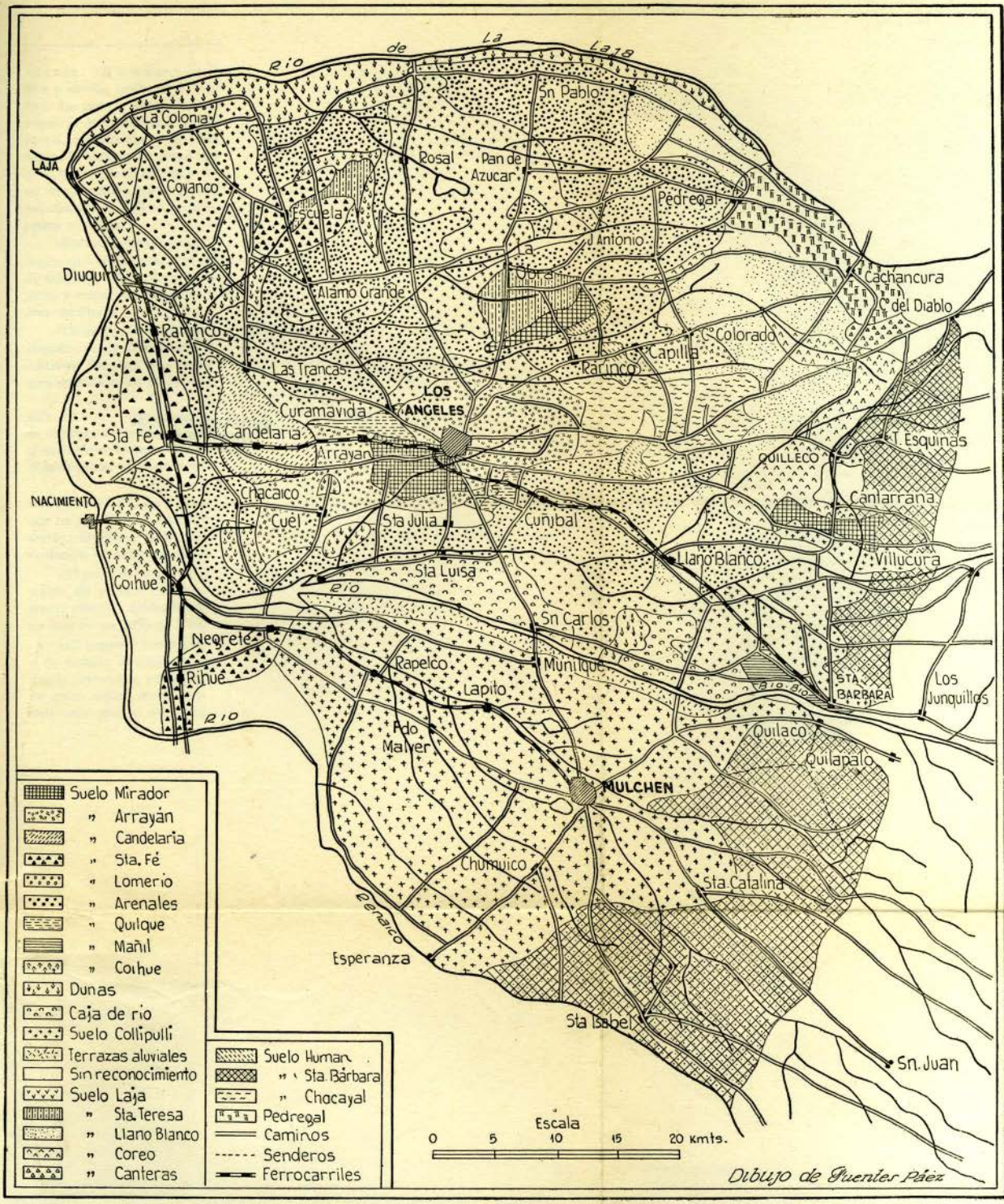


Fig. 50.—Reconocimiento de suelos en la provincia de Bío-Bío.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

«*Serie «Human»*.—Suelo plano, con perfil formado por arena fina y media, uniforme y bien drenado, con una delgada capa humífera. La capa vegetal es de color pardo-grisáceo, que toma un tinte negro al humedecerla; textura ligera, franco-arenosa fina o arenosa media, pulverulenta, de consistencia suelta y reacción ligeramente ácida. Predomina la arena media sobre el elemento fino. El sub-suelo, de 0,30 m. hasta 1,20 m., es de color más claro, pardo-grisáceo claro en seco, franco-arenoso y con más arenilla gruesa, suelto y poroso. El substratum, a 1,20 m., o más, está formado por elementos gruesos de arena y grava.

«Suelo aluvial, formado por arenas media y fina, derivadas de materiales volcánicos, muy permeable; presenta una vegetación mixta de árboles y arbustos, como robles bajos, quillay, maitén, maqui, radal, pichi y romerillo. Formado bajo un clima seco en verano, con 1,200 mm. de lluvia.

«De rulo, sólo se puede dedicar a plantaciones forestales y viñas. Regado, es de fertilidad mediana, susceptible de mejorarse con los cultivos. Presenta más elemento fino y acumulación de materia orgánica que los otros suelos arenosos.

«*Grupo b*).—Suelos secundarios con perfiles densos y arcillosos, que se encuentran ocupando una posición de mesetas en los sedimentos glaciales que rellenan el Valle Longitudinal al sur del río Bío-Bío y, aisladamente, al norte del mismo río.

«*Serie «Collipulli»*.—Suelo de lomaje suavemente ondulado, que ha sufrido una severa erosión. Se caracteriza por su color rojizo, textura arcillosa, perfil denso y profundo, que se ha formado por la evolución de antiguos sedimentos glaciales.

«El perfil de esta serie presenta un primer horizonte de color pardo-rojizo, de textura pesada, franco-limo-arcilloso-terronuda, moderadamente plástico, ácidez fuerte: pH 5,8, horizonte que ha sido erosionado en más de un 30% de los suelos de esta serie.

«El segundo horizonte, de 0,30 a 0,60 m., es de color más rojizo y de textura arcillosa, estructura de bloques, denso, pero moderadamente permeable, y descansa sobre un substratum compacto, profundo, de color rojizo-amarillento, arcilloso-pedregoso, y corresponde a un sedimento glacial en avanzada intemperización.

«Suelo derivado de materiales volcánicos básicos y formado bajo una vegetación arbustiva y de pradera, con topografía de mesetas, que presentan ligeras ondulaciones y pendientes de 8 a 10%. Ha sufrido una severa erosión de manto y zanjas.

«Dedicado principalmente a siembras de trigo sobre barbecho, con empastadas naturales pobres en los años sin siembras, fertilidad limitada por la erosión, falto de cal y gran pobreza en fosfatos.

(Descripción del profesor Earl Storie).

«*Serie «Mirador»*.—Suelo plano, perfil denso, de color pardo-rojizo, se encuentra en terrazas ligeramente más altas que el nivel medio del Valle Longitudinal y con un substratum compacto e impermeable cerca de la superficie.

«Presenta un primer horizonte de color pardo obscuro, de textura franco-limosa, estructura granular, ligeramente plástico, bastante humífero, de reacción ligeramente ácida. Un segundo horizonte, de 0,30 a 1 m., pardo-rojizo, con tinte chocolate en húmedo, textura media, franco-arcilloso, terronudo, bastante plástico y adhesivo y poco permeable; en seco, se presenta compacto, con abundancia de elementos férricos, y el suelo se agrieta al secarse.

«De 1 a 1,20 m. es pardo-rojizo-amarillento, de textura pesada, arcillosa, con arenilla y casquijo, muy plástico y denso, descansando sobre un substratum cementado, toba volcánica amarillenta, impermeable y que puede encontrarse sobre una arena fina glacial compacta. Suelo con perfil evolucionado.

«Vegetación natural de árboles y arbustos, robles, etc. 1.300 mm. de lluvia.

«Dedicado a empastadas de trébol rosado, cereales y chácaras, fertilidad media, poco apropiado para plantaciones y alfalfa.

«*Grupo c*).—Suelos secundarios, con perfiles de texturas muy finas y permeables, probablemente cenizas volcánicas, que se encuentran cubriendo sedimentos glaciales al pie de la Cordillera de los Andes y también sobre sedimentos arenosos aluviales del Valle, denominados «trumaos».

«*Serie «Trumao Santa Bárbara»*.—Suelo en lomaje suave, antepuesto a la Cordillera de los Andes (Ceja de Montaña), con perfil profundo, textura muy fina, polvillento, de color amarillo intenso y muy permeable.

«Presenta un primer horizonte de color pardo-claro amarillento, de textura fina, franco-limosa, sin estructura y de consistencia muy suelta, de reacción ligeramente ácida, con acumulación de humus, el cual es más rico en los primeros 0,10 a 0,20 m. El sub-suelo, de 0,45 m. a profundidad variable, entre 1,20 a 2 m., es uniforme, de color pardo-amarillento, franco-limoso, ligeramente más consistente, muy permeable, de reacción ligeramente ácida y sin materia orgánica. El subs-

tratum es de origen glacial semi-consolidado, muy denso, arcillo-pedregoso, de color rojo y corresponde al mismo de la serie Collipulli.

«Ha sufrido una moderada erosión de manto y zanja en los terrenos más inclinados, formado bajo vegetación boscosa de robles y pastos, bajo un clima de verano seco y precipitación de 1.300 mm., más o menos.

«Suelo dedicado a trigo sobre barbechos, con rendimientos medios, avena, crianza y ovejería en pastos naturales.

«*Serie «Chacayal»*.—Suelo de topografía plana, con perfil delgado, formado por elementos finos, pero con substratum impermeable superficial, que mantiene el subsuelo húmedo, dando lugar a suelo muy típico por su color amarillento y de baja fertilidad.

«Presenta un primer horizonte de color pardo-amarillento obscuro, franco-limoso, polvillento, de consistencia blanda, reacción ligeramente ácida y pobre en materia orgánica. De 0,45 m. a 0,70 m., es de color pardo-rojizo-amarillento en húmedo y amarillo-sucio en seco, franco-limoso a franco-arcillo-limoso, ligeramente plástico. De 0,70 a 1,30 m., es de color amarillento, franco-arcillo-limoso, sin estructura, plástico y con agua libre parte del tiempo o muy húmedo. El substratum de arenilla y grava compacta, poco permeable, aparece a 1,30 m. de profundidad.

«Suelo secundario, asociado con la serie Arrayán, derivado de materiales finos volcánicos, con vegetación natural de matorrales: pichi, romerillo, maqui y radal. Clima con 1.200 mm. de lluvias y verano seco.

«Suelo llamado en la región «trumao amarillo», de fertilidad baja y dedicado a cereales, lentejas y trébol.

«*Serie «Arrayán»*.—Esta es una de las series más intensamente cultivadas bajo riego en Los Angeles. Suelos ricos en humus, de textura fina, perfil profundo y bien drenado, denominados en la zona «trumaos».

«Suelo de topografía plana, ubicado en el centro del Valle Longitudinal. Presenta un primer horizonte muy humífero en los primeros 0,30 m., pero que baja notablemente en el horizonte de transición, entre 0,30 y 0,60 m. El primer horizonte es de color pardo-amarillento obscuro en seco y negro en húmedo, de textura fina, franco-arenosa, muy fina, a franco-limosa, de estructura debilmente granular, con poca cohesión, permeable y de reacción débilmente ácida. De los 0,30 a 0,60 m. es de color pardo-amarillento claro, con las mismas características anteriores. El subsuelo, de 0,60 a 1 m., es de color pardo-rojizo-amarillento, en seco, y pardo rojizo, en húmedo; franco-limoso, ligeramente más denso y plástico, permeable, y permite un buen arraigamiento. A

más de un metro, aumenta la arenilla gruesa y la arcilla, textura débilmente franco-arcillo-limosa, bien drenado, permeable y ligeramente denso. El substratum, a más de 2 metros, está formado por arena gruesa y casquijo moderadamente compacto y poco permeable.

«Suelo secundario, derivado de materiales volcánicos finos, con vegetación natural arbórea, robles de mediano desarrollo, clima seco en verano y 1.200 mm. de precipitación.

«Suelo dedicado a cereales, chacras, empastadas de trébol rosado y plantaciones frutales, con buenos rendimientos.

«Serie «Candelaria».—Suelo plano, muy humífero, profundo, algo húmedo, muy productivo, con perfil moderadamente evolucionado y que se encuentra al poniente del Valle Longitudinal.

«Presenta un primer horizonte de 0,00 a 0,25 m., de color negro en húmedo a negro-parduzco en seco, franco-limoso, de estructura granular, ligeramente plástico, de reacción ligeramente ácida y muy rico en humus. De 0,25 a 0,50 m., pasa gradualmente al subsuelo, diferenciándose por un color obscuro más parduzco y ligeramente menos humífero. De 0,50 a 1,10 m., de color pardo obscuro con tinte rojizo-amarillento, más denso, franco-arcillo-limoso, moderadamente plástico, terronudo y de reacción ligeramente ácida y con acumulación de elementos férricos hidratados. De 1,10 a 1,50 m., aumenta su consistencia, es de color pardo-rojizo-amarillento, franco-arcilloso con arenilla, terronudo y plástico, pero permeable. El substratum, a más de 1,50 m., está constituído por arenas compactas poco permeables, que mantienen el subsuelo húmedo por efectos de la lluvia o del regadío. Se diferencia de la serie Arrayán por su perfil más humífero, más denso, y por ocupar una posición más baja en el Valle Longitudinal.

«Suelo secundario, formado por elementos finos de origen volcánico, napa de agua variable, parte del tiempo a 1,20 m. Formado bajo una vegetación arborescente de roble, asociado con arbustos, como quillay y otros.

«Suelo dedicado a cereales, chacras y trébol, con muy buenos rendimientos, poco apropiado para arraigamientos profundos, por la humedad del subsuelo. Suelo denominado «trumao negro» en la región.

«Grupo d).—Suelos secundarios aluviales, con perfiles estratificados, de arenilla, limo y arcilla, y que ocupan una zona de relieve deprimido, con napa freática alta, alcanzando su mayor extensión al poniente del Valle Longitudinal, a lo largo del ferrocarril.

«Serie «Santa Fe».—Suelo plano, de arena fina, con subsuelo formado por estratas de textura variable, pero más pesada, napa de

agua superficial, y frecuentemente cubierto por arena volada, que le da un microrelieve y dificulta el regadío.

«El primer horizonte, de 0,00 m. a 0,35 m., es de color gris-parduzco claro en seco, y oscuro en húmedo, de textura fina, franco-arenosa fina, estructura granular, consistencia blanda, reacción débilmente ácida y humífero. El subsuelo, de 0,30 m. a 1,50 m., presenta estratas variables, de color gris-parduzco ligeramente moteado, de textura franco-arcillo-limosa a arcillosa y con bastante arenilla, moderadamente plástica y de consistencia media a algo densa, pero permeable y penetrable por las raíces, reacción ligeramente ácida. La napa de agua fluctúa de 1,20 a 0,45 m., según la posición del suelo.

«Suelo secundario aluvial, que se encuentra en una área de depresión y de napas de agua alta, al poniente del Valle Longitudinal, derivado de materiales volcánicos básicos y con perfil ligeramente evolucionado y subsuelo variable. En condiciones naturales, presenta una vegetación arborescente de roble, quillay, litre, radal, maitén, etc. En las áreas vecinas al río Bío-Bío, estos suelos han sido cubiertos por dunas.

«Suelos drenados de fertilidad media a alta, muy pastosos, con rendimientos medios de cereales, linaza y chacras. Las arenas que cubren el suelo en parte, le restan fertilidad, siendo muy secas en verano y formando voladeros.

«*Serie «Coihue»*.—Suelo plano, húmedo, con perfil denso y estratificado. Presenta un primer horizonte pardo-grisáceo, de textura media, terronuda y moderadamente plástica, pero friable en seco, reacción ligeramente ácida, bastante rico en materia orgánica. Un segundo horizonte, de 0,20 a 0,50 m., pardo-amarillento, franco-arcilloso, con arenilla, terronudo, plástico y denso.

«De 0,50 a 0,85 m., es de color gris-amarillento, con la misma textura y consistencia; a más de 0,85 m., el suelo es grisáceo, franco-arcillo-arenoso, muy denso, poco permeable y con napa de agua libre, la que fluctúa alrededor de 1,20 m.

«Suelo secundario aluvial, que se encuentra en un área de depresión y napas de agua alta, al poniente del Valle Longitudinal, formado en sedimentos aluviales de origen volcánico.

«Drenados, son suelos muy fértiles y pastosos, dedicados a cereales y chacras, con buenos rendimientos.

«*Grupo e)*.—Suelos de la Cordillera de la Costa, derivados de rocas graníticas, con topografía de lomajes y severamente erosionados.

«Serie «Lomerío Los Angeles».—Suelo primario de la costa, formado sobre rocas graníticas de topografía ondulada, con perfil bastante evolucionado, suelo pardo-rojizo, denso y substratum maicillento, que corresponde a la roca descompuesta.

«Presenta un primer horizonte, de 0,50 m., de color pardo-rojizo claro, de textura ligera, con arenilla de granos de cuarzo, estructura medianamente terronuda, consistencia friable y áspero al tacto, reacción ligeramente ácida y pobre en materia orgánica.

«El segundo horizonte, de 0,50 a 1,00 m,, es de color pardo-rojizo, franco-arcilloso, acompañado de granos de cuarzo que le dan aspereza al tacto, estructura terronuda media, plástico y de consistencia moderadamente densa.

«El horizonte C, presenta un color gris-parduzco, casquijento, «maicillo», y alcanza hasta 3 metros de profundidad, zona en que aparece la roca viva.

«Suelos dedicados a siembras de trigo de secano, viñas de rulo y empastadas naturales para ovejería. Los suelos más erosionados se han reforestado con pino insigne. Rendimientos medios a bajos, según grado de erosión de los suelos.

«Serie «Laja».—Suelo de topografía ondulada, típica de los primeros lomajes de la costa, al poniente del Valle Longitudinal, formado sobre productos de descomposición muy antiguos, severamente erosionado, con perfil muy denso y compacto.

«Presenta un primer horizonte pardo-amarillento claro, franco-arcilloso, con mucho maicillo cuarzoso, de estructura terronuda, muy plástico y moderadamente friable en seco, de reacción ligeramente ácida, pobre en materia orgánica. El subsuelo, de 0,30 a 1,00 m., es de color pardo-amarillento claro, en seco, con tinte rojizo, en húmedo, muy pesado, arcilloso».

Grupo f).—Formaciones locales de dunas, áreas de desagüe, llanos recientes aluviales, áreas húmedas, áreas pedregosas, áreas de materiales volcánicos cementados, arenas que cubren otros suelos, etc.

En este grupo se ha descrito la serie «Santa Teresa», correspondiente a vegas, en donde el material secundario ha evolucionado bajo la acción de napas de agua; la serie «Quilpué», correspondiente a los llanos de desagüe a lo largo de los esteros que se caracterizan por su drenaje insuficiente; la serie «Maril», que corresponde a un suelo aluvial con un depósito fino de material volcánico y que se ve restringido en su productividad por la base pedregosa y la falta de fosfatos; la serie «Cantera», establecida sobre materiales de origen glacial, pobre en

fosfatos. Debido a la débil extensión que tienen en la región, no se las describe con detalle.

Dunas.—La formación de dunas es frecuente en la provincia de Bío-Bío, debido a la gran extensión que ocupan varias series de suelos arenosos, cuyas arenas entran en movimiento al destruirse la vegetación natural. En la fig. 50 se han marcado sólo aquéllas que cubren una superficie más o menos extensa, aunque ninguna forma dunas continuas, sino que dejan espacios libres entre los montículos.

b) Suelos rojos podzolizados

10. *Suelos de la Frontera.*—Con relación a los suelos que acabamos de presentar, los que siguen hacia el sur, en las provincias de la Frontera, van a diferenciarse por un mayor acuerdo con los rasgos climáticos. Ellos se desarrollan sobre morrenas de las diversas glaciaciones, o bien sobre pizarras y micaesquistos, que son las formaciones dominantes en el sub-suelo. La vegetación que se desarrollaba antiguamente en estas regiones, eran bosques ceñidos a los cursos de los ríos, en forma de bosques-galerías, y un paisaje de pradera en las partes desboscadas, con bosquetes aislados en las quiebras naturales y en los sitios de afloramiento de aguas subterráneas. Las precipitaciones fluctúan entre los 1.300 y los 2.500 mm., y las temperaturas, entre 13 y 11 grados.

Son suelos de un color rojo claro, de textura arenoso-arcillosa, que corresponden a un suelo, en parte, laterizado y, en parte, con un proceso de podzolización avanzado. Se prestan para el cultivo de cereales, pero han sufrido una erosión profunda, que ha substraído, en la mayoría de los casos, todo el horizonte superficial, de un color pardo-amarillento, dejando al descubierto el horizonte *B*, en donde domina la concentración del aluminio y del hierro, dando la fuerte tonalidad rojiza que los caracteriza. Han experimentado en los últimos años una erosión grave, de tal manera que su fertilidad se encuentra fuertemente amagada. En el párrafo que destinaremos al estudio de la erosión de los suelos en Chile, tendremos oportunidad de insistir sobre ellos.

En la parte correspondiente a la cordillera de Nahuelbuta y en la faja Angol-Traiguén, disponemos de algunos datos proporcionados por el ingeniero agrónomo Manuel Rodríguez, en su estudio «Reconocimiento de conservación de suelos en Malleco y Arauco».

Distingue aquí tres grupos de suelos, según sus caracteres fisiográficos: los que ocupan posición alta y cerros abruptos, los que ocupan posición intermedia y presentan lomajes suaves, y los suelos planos,

vegas y depresiones pequeñas. En la región predominan los suelos de posición intermedia, siendo las proporciones correspondientes a los tres grupos mencionados, de 30, 60 y 10%, respectivamente.

De los suelos altos y con topografía escarpada, estudia varias series. Para la región de Los Sauces, puede servirnos de ejemplo la serie «Trintre». En este caso se trata de suelos primarios, directamente establecidos sobre rocas. El horizonte superior (0-0,40 m.) presenta color pardo-rojizo, textura franco-arenosa, con abundante arena y casquijo. El horizonte B (0,40-1,20 m.) tiene color rojizo y textura arcillo-arenosa, con casquijos y trozos de cuarzo. El horizonte C alcanza hasta los 2,00 m., y es de color rojo-pardo, con arena gruesa y algo de fragmentos rocosos.

En general, estos suelos han experimentado una fuerte erosión de manto, con zanjas, frecuentemente se ha perdido completamente la primera capa, y aun hasta el 50% de la segunda. La diversidad de colores que muestran los cerros corresponden a diversos grados de erosión experimentados por los suelos. Son suelos que no deben cultivarse, y su destino es esencialmente forestal. Los cultivos de trigo que se practican en la actualidad acusan débiles rendimientos.

En la región de Purén, los suelos altos se pueden tipificar con la serie «El Carmen». Son suelos primarios, derivados de rocas profundamente intemperizadas, de textura pesada, arcillo-limosa, que domina hasta los 0,50 m. de profundidad. Hacia abajo, hasta 1,70 m., dominan las arcillas. El primer horizonte es gris-verdoso claro, y el segundo, ligeramente más obscuro. Son suelos muy pobres en materia orgánica, que se destinan al cultivo de trigo, con bajos rendimientos. Han experimentado una fuerte erosión en manto y en zanjas. Son los suelos más pobres de la región estudiada.

Los suelos que corresponden al segundo grupo—posición topográfica intermedia—, están representados en la región de Los Sauces por la serie «Bellavista». Han derivado de la intemperización de micacitas, que son las rocas dominantes en la región. Un primer horizonte, de color pardo-rojizo, tiene un espesor de 0-0,15 m. y textura media o liviana (franco-arenosa). El segundo horizonte va hasta los 0,95 m., y presenta textura más densa, debido a eluviación del primero. Su color es rojo-parduzco claro. El tercer horizonte, hasta 2 m. de profundidad, está constituído por materiales intemperizados. Son suelos con erosión moderada en manto, que han perdido entre el 50 y el 100% del primer horizonte. Se cultivan con trigo y avena, y tienen productividad mediana.

Los suelos bajos corresponden al tercer grupo, y puede tomarse como ejemplo de ellos la serie «Recreo», que se presenta en el fundo de este nombre, inmediatamente al sur de Purén. Derivados de mate-

rial aluvial, compuesto principalmente por cantos sedimentarios y micacitas, se presentan en una región de fuertes lluvias, lo que obliga a practicar el drenaje. El primer horizonte es de color gris-verdoso, de textura media, franco-areno-limoso permeable y con buenas condiciones para el arraigamiento. Un segundo horizonte va desde los 0,50 m. hasta profundidades indeterminadas y presenta coloración gris-verdosa clara, con textura franco-limosa. No hay estratas impermeables. Terreno bueno para cultivo de papas, maíz forrajero, porotos y trigo, cuando se encuentra debidamente drenado. Son suelos aptos para el cultivo.

c) Suelos pardos podzólicos

11. *Suelos de las provincias de Osorno y Llanquihue.*—Nuevamente disponemos para las provincias de Osorno y de Valdivia de un levantamiento sistemático, hecho por el departamento de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura. Los ejemplos de suelos que se resumen más adelante, corresponden a este levantamiento, que se presenta en un resumen general hecho por el ingeniero agrónomo Manuel Rodríguez. El alto interés de esta clase de trabajos nos induce a reproducirlo íntegro; junto con el de la provincia de Bío-Bío, dado anteriormente, constituye el esfuerzo de levantamiento más valioso hecho hasta la fecha para la comprensión de los suelos en Chile:

«En las provincias de Osorno y Llanquihue se han descrito doce suelos, o series, que se han designado por el nombre de la localidad en que se les encontró al hacer su primera descripción.

«Cada serie presenta características propias y definidas de perfil, es decir, la misma sucesión de los diversos horizontes, color, estructura, consistencia, reacción, relieve, material de origen, modo de formación y otras características físicas.

«*Origen de los suelos.*—Los suelos de la región se han formado bajo un clima templado-húmedo, que permite el crecimiento de una vegetación boscosa. Característica común a los suelos, como resultado de este hecho, es la de presentar un primer horizonte *A*, muy rico en materia orgánica, humífero, de estructura granular, y en el cual predomina el color obscuro o negro, sea en los tonos pardo-amarillento obscuro, gris-pardusco, negro-pardusco o negro.

«Debido a la precipitación abundante, el agua que se infiltra a través del perfil, produce una lixiviación de las bases, que se traduce en la característica común de los suelos de tener una reacción en el lado ácido, fluctuando los pH del primer horizonte de: 5,6 — 5,5 — 5,7 — 5,8

y excepcionalmente, 6,2; el subsuelo es ligeramente menos ácido que el primer horizonte. Podemos considerar estos suelos como semejantes a los pardos forestales, de reacción ácida.

«Con respecto a los materiales de origen de los suelos, existen grandes evidencias de que la intensa actividad volcánica que se desarrolló en la región, ha proporcionado cenizas y lavas, que fueron repartidas en el llano, en los diferentes procesos glaciales y fluvioglaciales, derivándose principalmente los suelos de las cenizas volcánicas.

«El substratum de los suelos de origen glacial se presenta en un estado semiconsolidado, formado por arcilla, fragmentos de roca y piedra, principalmente andesítica, poco permeable y denso. Sin embargo, también hay suelos descansando sobre un substratum de origen fluvioglacial, constituído por piedra rodada y cementada por material volcánico, que le dan la constitución de un conglomerado completamente impermeable y sin posibilidades de arraigamiento.

«Los suelos antepuestos a la Cordillera de la Costa probablemente han evolucionado directamente en el material dejado por los antiguos glaciares, y sus características son muy distintas a la de los suelos derivados de material volcánico fino, depositado más recientemente, llamado en la región trumao, y que se encuentra tan extensamente distribuído en el país. Estos suelos son característicos por su color rojizo.

«Característica común de los suelos, impresa por el material de origen, es el predominio de las texturas finas en el primer horizonte; franco-arenoso fino, franco-limoso, la abundancia de minerales férricos, y la pobreza casi total de fosfatos.

«Debido a que los procesos que han dado origen a la mayor parte de los suelos son relativamente recientes, éstos, si se encuentran en condiciones de topografía normal, que permite el escurrimiento de las aguas, presentan un estado de evolución juvenil, con ligera acumulación de arcilla en el perfil. En cambio, en los terrenos planos con substratum impermeable, las condiciones de topografía y subsuelo, dan lugar a suelos con perfiles más evolucionados: horizonte *B*, bastante arcilloso, denso, y marcada acumulación de elementos férricos. Estos suelos también han evolucionado en forma típica, por la presencia de una napa de agua superficial.

«Los suelos antepuestos a la Cordillera de la Costa, por el mayor tiempo que han estado expuestos a la acción del medio, presentan perfiles con horizonte *B*, denso y arcilloso.

«*Agrupación de los suelos.*—Las series que hemos descrito se pueden clasificar en cinco grupos, considerando la topografía y el drenaje, que en la región influye notablemente para determinar las características de los suelos:

«A) Suelos de topografía de colinas irregulares e inclinadas, que corresponden a las últimas morrenas de la época glacial y se encuentran en la Región de los Lagos, al pie de la Cordillera de los Andes. Los suelos presentan perfiles permeables, bien drenados y poco evolucionados;

«B) Suelos de topografía ligeramente ondulada, con pendientes suaves de 2 a 8%. Perfil permeable, bien drenado y ligera a moderadamente evolucionado. Se encuentran en el Valle Longitudinal, entre los ríos que lo cruzan de este a oeste.

«C) Suelos de topografía muy plana, o que se encuentran en depresiones. Perfiles densos y presencia de napa de agua, son sus características. Se extienden de norte a sur en el Valle Longitudinal;

«D) Suelos de topografía ondulada, con perfiles densos, pero permeables y bien drenados, que se encuentran en llanos altos, antepuestos a la Cordillera de la Costa; y

«E) Suelos que se encuentran en las terrazas bajas, aluviales, o en llanos de inundación, siguiendo el curso de los ríos. Perfiles poco evolucionados, estratificados, con presencia de napa de agua superficial».

Descripción de las series

(Véase la fig. 51)

Grupo A

«*Serie Trumao de Puerto Octay.*—Topografía de lomas, quebradas o colinas, con pendientes de 15 a 30%. Derivada de cenizas volcánicas y con vegetación natural de árboles de hoja persistente: laurel, ulmo, olivillo, lingue. Suelo poco evolucionado, de color pardo-amarillento obscuro, en seco, y negro, en húmedo; predomina la textura ligera, franco-arenoso-fina o franco-arenosa, de estructura granular, friable y poroso, de reacción ligeramente ácida, pH 6, y rico en materia orgánica. El subsuelo, de 30 a 90 centímetros, es de color pardo, fuertemente amarillento, de textura franca, friable, permeable y con gran abundancia de raicillas finas. El substratum está constituído por arenas compactas o arcilla glacial, piedras y bloques semiconsolidados, densos y poco permeables.

«*Serie Trumao de Puerto Fonck.*—Suelo de características semejantes a la serie de Puerto Octay, pero que difiere de ella por presentar un primer horizonte muy humífero.

El suelo es de color gris-parduzco, predomina la textura franco-arenosa, con abundante arenilla, de estructura granular, friable, muy permeable, muy rico en materia orgánica y de reacción moderadamente ácida; pH 5,6. El subsuelo, de 0,30 a 0,60 m., es de color café-amarillento obscuro o café obscuro, de textura franco o franco-limoso, permeable, pulverulento. De 0,60 a 2 m., se presenta un substratum de color café-amarillento obscuro, franco-limoso y con concresiones duras, tobas. Descansa sobre un substratum geológico de origen glacial, semi-consolidado, semejante a la serie de Puerto Octay.

Esta serie la hemos separado de la anterior por la diferencia de color del suelo y su perfil más profundo, pero sus características generales son muy parecidas a la serie Puerto Octay.

Grupo B

«*Serie Trumao de Osorno.*—Suelo de topografía suavemente ondulada, pendiente de 2 a 6%. Derivada de material volcánico y formado según una vegetación de robles de hoja caediza. Permeable y poco evolucionado. El suelo es de color pardo-obscuro a pardo-amarillento, en seco, y negro, en húmedo; predomina la textura ligera, franco-arenosa-fina o franca, estructura granular, muy friable y poroso, de reacción moderadamente ácida, pH 5,7 a 5,9, con abundante materia orgánica. El subsuelo, de 0,30 a 0,90 m., es de color pardo-amarillento, franco-arenoso-fino, de estructura débilmente granular a algo pulverulenta, permeable y con gran abundancia de raicillas finas. Su espesor es variable, pues es común la fase delgada, de 0,75 m. de espesor. Descansa sobre un substratum glacial semi-consolidado, denso y poco permeable. (Descripción del profesor Storie).

«*Serie de Corte Alto.*—Suelo semejante en clima, topografía y vegetación a la serie de Osorno, pero con perfil más evolucionado y denso, siendo un primer horizonte pardo-negruzco, en seco, y negro, en húmedo, textura fina, franco-arenoso-fina, estructura granular, consistencia blanda, poroso, rico en materia orgánica. El horizonte *A2*, de 0,30 a 0,55 m., es de color pardo, textura franco-limosa. El horizonte *B1*, de 0,55 a 1 m., es de color pardo-rojizo-claro, textura algo densa, franco-arcilla-limosa, consistencia plástica y estructura terronuda, con abundantes raicillas finas. El horizonte *B2*, de 1 a 1,35 m., es de color pardo-amarillento, textura franco-arcillosa, estructura terronuda, algo plástica, permeable y con mucha raicilla fina. De 1,35 m. hacia abajo, sigue un substratum amarillento, franco-arcilloso con mucha arenilla.

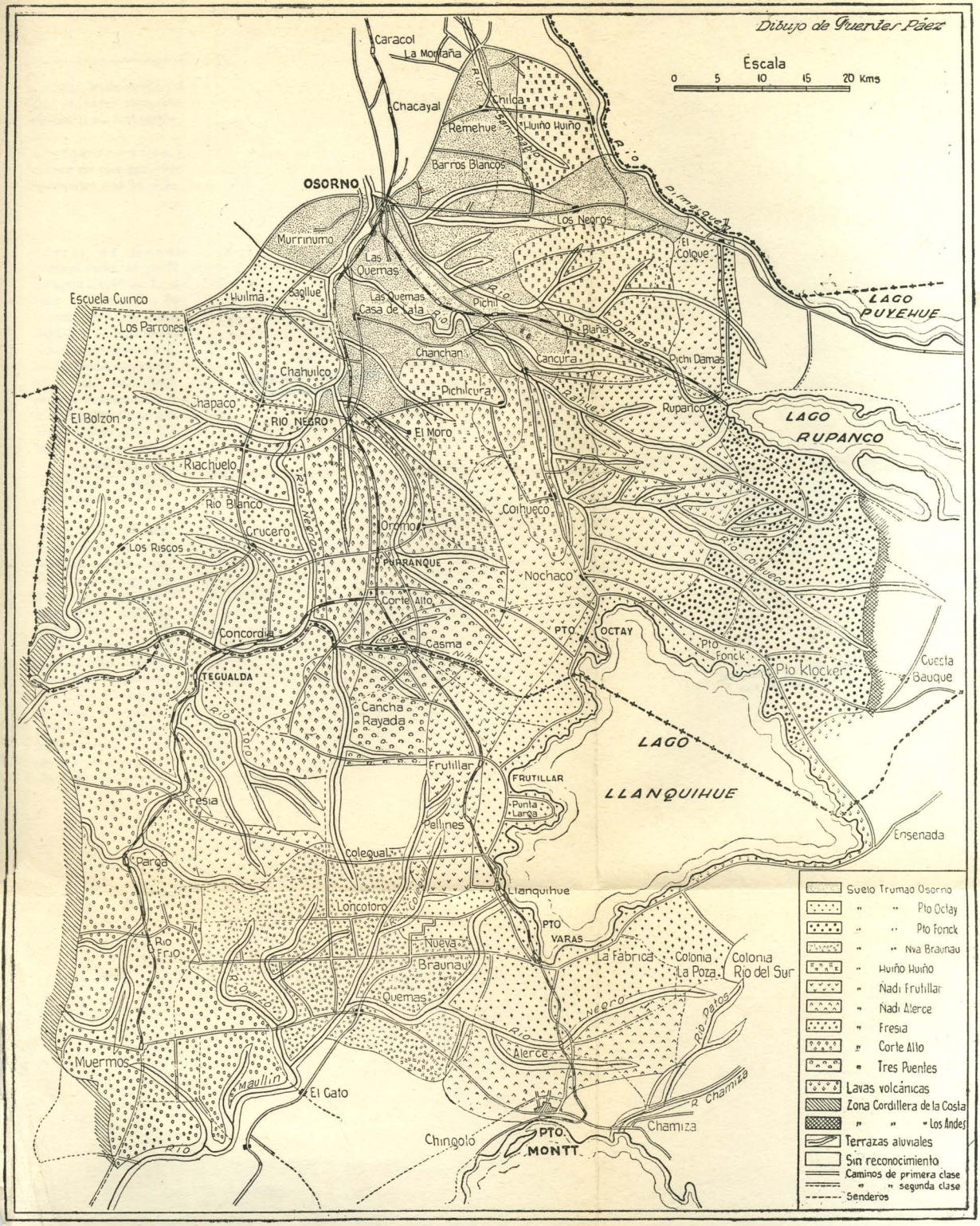


FIG. 51.—Reconocimiento de suelos en las provincias de Osorno y Llanquihue.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

«Serie de perfil profundo, que se diferencia del suelo de Osorno por su mayor evolución, ya que tiene un horizonte *B* moderadamente denso, pero permeable.

«*Serie Braunau.*—Serie semejante a la de Corte Alto, pero que difiere de ella por presentar menor espesor, y un número menor de horizontes que la serie Corte Alto.

Grupo C.

«*Serie de Huiño-Huiño.*—Suelo profundo, moderadamente evolucionado, de perfil algo denso y con drenaje deficiente, y napa de agua a 0,70 m. El suelo es de color pardo-amarillento obscuro, textura fina, franca o franco-arenosa, estructura granular, consistencia blanda, reacción moderadamente ácida, pH 5,6, y rico en materia orgánica. El segundo horizonte, de 0,30 m. a 0,70 m., es de color pardo-amarillento, textura algo densa, franco-arcillo-limosa, estructura terronuda, moderadamente plástica y permeable. De los 0,70 a los 0,90 m., es de color amarillento pálido, plástico y con abundantes elementos férricos hidratados y reducidos, que le dan un color «moteado», debido a la fluctuación de la napa de agua. De 0,90 a 1,50 m. se encuentra un horizonte de color blanco-azulado, muy arcilloso, denso y con agua libre. Descansa sobre un substratum de arena compacta.

«De los terrenos húmedos, esta serie es la que presenta un perfil más profundo, pero su evolución es parecida a las que describiremos a continuación.

«*Serie de Ñadi Frutillar.*—Suelo de topografía muy plana, dando lugar a un escurrimiento lento de las aguas, napa de agua superficial a 0,4 m., con vegetación higrófila: canelos, ñirre, palo colorado, etc., perfil denso y substratum pedregoso, cementado e impermeable. Presenta un primer horizonte orgánico, de color negro, de reacción fuertemente ácida, pH 4,5 y que desaparece con el cultivo. El suelo es de color gris-parduzco, de textura media, estructura granular, consistencia friable y moderadamente ácida. De 30 a 0,50 m., es de color gris-parduzco claro, de textura densa, franco-arcillosa, estructura terronuda, consistencia plástica y adhesiva, moderadamente permeable. De 0,50 a 0,80 m., es de color pardo, ligeramente amarillento, arcilloso, de consistencia muy plástica, poco permeable, y presenta abundantes elementos férricos hidratados y reducidos de color amarillento-rojizo. El substratum aparece a los 0,80 m., y está constituído en la superficie por arenilla cementada y hacia abajo, por piedra rodada y arenilla consolidada, completamente impermeable.

«Esta serie corresponde a las características de la serie denominada Puerto Fonck por Storie.

«*Serie de Ñadi Alerce.*—Suelo semejante al anterior, pero que difiere por su poco espesor, de 0,40 m., lo que determina que sea un suelo agrícola muy pobre. Este suelo, en condiciones naturales, presentaba bosques de alerce con los mejores ejemplares de la especie, entre los cuales se encontraba la famosa «Silla del Presidente».

«*Serie de Tres Puentes.*—Suelo semejante a la serie de Frutillar, pero que difiere de él por tener un subsuelo de arenas compactas, pero no cementadas, lo que permite que las raíces penetren el substratum. La reacción de horizontes y las condiciones de drenaje son semejantes a la serie de Frutillar.

Grupo D

«SUELO derivado de antiguos sedimentos glaciales con materiales volcánicos. Perfil muy evolucionado y denso, con vegetación de coihues, laurel y olivillo, principalmente. Suelo de color pardo-negruzco, textura media, franco-arcillo-limosa, estructura granular, ligeramente plástica, permeable y de reacción fuertemente ácida, pH 4,9. El horizonte A2, de 0,35 a 0,60 m., es de color pardo-rojizo obscuro, franco-arcillo-limoso, estructura terronuda, algo densa, pero permeable, de reacción fuertemente ácida, pH 4,7. De 0,60 a 0,90 m., el horizonte *B* es de color pardo-rojizo obscuro, arcilloso, consistencia muy densa y moderadamente permeable. De 0,90 a 1,50 m., es de color pardo-rojizo obscuro, textura arcillo-limosa, y gradualmente se pasa a un substratum arcillo-pedregoso de color rojizo, semi-consolidado, que presenta la notable característica que los fragmentos de roca y piedra se encuentran completamente desintegrados, siendo posible deshacerlos al presionarlos con la mano.

Grupo E

«*Serie de Rahue.*—Suelo secundario, que se encuentra a lo largo del llano de inundación del río Rahue. No hay erosión; el escurrimiento del agua es regular, y la profundidad de la napa de agua varía de 1,20 a 2 m., al alejarnos del río. Suelo derivado de material volcánico fino, depositado por el río, y que presenta un perfil sin evolución, con una sucesión de estratas o capas superpuestas, que han sido depositadas en distinta época por el río. El primer horizonte es de color pardo-obscuro; la textura es franco-arenoso-fina; la estructura, granular, de consistencia

friable, ligeramente ácida y muy permeable. A este horizonte le siguen capas estratificadas y variables, de color pardo, y texturas franco a franco-arcillo-limosas, pero de consistencia friable. De 1,20 a 1.50 m., es de color pardo-amarillento moteado, con napa de agua libre. El perfil de este suelo es muy variable, debido a que la sedimentación dejada por el río no siempre ha sido del mismo carácter. Suelo denominado en la región como «vega». (Serie descrita por Storie).

Distribución de los suelos

«Nos DA una idea más exacta la distribución que en las 540.000 has., que comprenden los 12 suelos descritos, tienen los cinco grupos que se han clasificado para la distribución por series en particular:

a) Suelos de topografía de colinas, que corresponden a las últimas morrenas que se encuentran en la región de los bosques: Perfiles permeables, poco evolucionados	18,5%
b) Suelos de topografía ligeramente ondulada, que se encuentran en el Valle Longitudinal, permeables, y con perfiles ligera a medianamente evolucionados	16,2 »
c) Suelos de topografía plana, o que se encuentran en depresiones, con drenaje deficiente, napa de agua alta y perfiles algo densos y evolucionados	28,5 »
d) Suelos que ocupan una posición más alta que el Valle Longitudinal, topografía ondulada, perfiles densos y bastante evolucionados	35,1 »
e) Suelos que ocupan posición de terrazas aluviales, perfiles estratificados y poco uniformes, sujetos a inundaciones parte del año	1,7 »
	100,0%

Uso de los suelos

«*Serie de Puerto Octay.*—En este suelo se practica la agricultura más intensiva de la rágión. Las rotaciones las constituyen la papa, el trigo y la empastada de trébol rosado, mezclado con pasto ovillo; también se incluye la linaza. Es en este suelo donde se cultiva principalmente la papa en las provincias de Llanquihue y Osorno. Los terrenos están incorporados a la agricultura. En este suelo es donde es más necesario prevenir los daños que pueda causar la erosión, pues por sus pendientes muy inclinadas, se erosionan cuando se dedican a siembras de trigo, sin control. Los suelos son pobres en fosfato, principalmente, pero en el cultivo de las papas se emplean fórmulas completas. La propiedad está muy subdividida, siendo el promedio de 100 has. por explotación.

«*Serie Puerto Fonck.*—Este suelo sólo en parte está incorporado a la producción, quedando una gran superficie por destroncar y limpiar, aun cuando ya se han rozado los bosques naturales. Actualmente se dedican a cultivo de cereales y empastadas, pero tienen aptitudes semejantes a las de la serie de Puerto Octay. Deben tomarse medidas de control de erosión, pues tienen pendientes muy inclinadas, para cultivarlos sin peligro de erosionarse.

«*Series de Osorno y Corte Alto.*—En estos suelos se encuentran la mayor parte de los mejores criaderos de ganado de la región. Están dedicados a rotaciones de trigo con trébol, asociado con pasto ovillo, durante la empastada de 4 años. También se cultiva avena, y en la serie de Corte Alto se cultiva la linaza para fibra. Los suelos permiten un alto rendimiento en los cereales, especialmente la serie de Corte Alto, que es el mejor suelo de la zona. Son suelos deficientes en fosfatos y de reacción ácida.

«Estos suelos están, en su mayor parte, limpios e incorporados a la agricultura. La agricultura practicada permite conservar fácilmente sus condiciones naturales de producción.

«*Serie de Braunau.*—Terrenos muy productivos, dedicados a papas, cereales, lino y empastadas de trébol y pasto ovillo. Suelos nuevos, que se están recién incorporando a la agricultura. Aun conservan bosques naturales, y sólo en pequeña parte se han destroncado y limpiado. Son suelos de reacción bastante ácida y deficientes en fosfatos. No presentan serios problemas de conservación.

«*Serie de Huiño-Huiño.*—Suelo con drenaje deficiente y napa de agua alta, si no se drena. Esta serie presenta un perfil profundo y drenado, es el mejor de los suelos húmedos. Esta serie es la que más se ha incorporado por drenaje, y son característicos por las excelentes empastadas de trébol y ovillo que mantienen. Reacción ácida y deficiente en fosfatos.

«*Serie de Frutillar.*—Suelo muy húmedo y con napa de agua superficial. En gran parte aun mantiene los bosques naturales de ñirre, canelo, ciruelillo, etc.; es poco drenado (menos de un 10%). Los suelos drenados son de fertilidad neutra, por tener subsuelo muy arcilloso, pero se han dedicado con buenos resultados a cereales y empastadas de ovillo. Actualmente se están recién empezando a drenar. Suelos de reacción fuertemente ácida y deficiente en fosfatos, ricos en materia orgánica.

«*Serie de Tres Puentes.*—Se ha incorporado más que la serie anterior, pero aún más de un 70% no se ha drenado y limpiado. El subsuelo de arenas algo compactas presenta mejores condiciones que la serie de Frutillar, pero su fertilidad es menor, por su textura más arenosa. Suelos menos dedicados a siembra de cereales y empastadas en las partes limpias.

«*Serie de Ñadi Alerce.*—Este suelo tiene, en condiciones naturales, bosques de alerce con ejemplares de 13 m. de diámetro y que fueron totalmente rozados, para incorporarlos a la agricultura. Esta práctica, aplicada sin discernimiento, ha creado un grave problema, pues son suelos impermeables, muy delgados y pobres y de bajo valor agrícola, Se ha tratado de colonizarlos en varias ocasiones, y los colonos han abandonado sus casas, que hoy se están destruyendo. Se trata de un suelo forestal y no agrícola.

«*Serie de Fresia.*—Suelos dedicados a pastos naturales y siembras de trigo sobre barbechos. Su fertilidad es manifiestamente inferior a los otros suelos. Muchos sectores se encuentran erosionados, y son susceptibles a este fenómeno por ser verdaderamente permeables y arcillosos. Reacción fuertemente ácida y muy deficientes en fosfatos. Queda una gran extensión por destroncar y limpiar, pero los bosques naturales ya han sido rozados.

«*Serie de Rahue.*—Es el principal suelo de las terrazas aluviales. Estos suelos se siembras con cultivos de primavera, pues en invierno quedan sometidos a inundaciones de los ríos. También presenta drenaje deficiente y fertilidad variable. El pasto canario, *Phalaris arundinaceas*, presenta muchas posibilidades en este suelo.

Conclusiones

«Del estudio de las provincias de Osorno y Llanquihue resalta la enorme importancia que tienen para aumentar la producción, el intensificar la limpia de terrenos, destronque y las prácticas de desagüe y drenaje, con lo cual se aumentaría su superficie cultivable en más de 100.000 hás., aproximadamente.

«Es necesario prevenir la erosión de los suelos de Pto. Octay, Pto. Fonck y Fresia, donde ya se observa este fenómeno. El resto de los suelos requieren encaladuras, para controlar la acidez, abonos fosfatados y aumento de las siembras de trébol, *Phalaris* y pasto ovillo, para mantener una buena rotación.

Determinación de elementos fertilizantes

(Provincias de Osorno y Llanquihue)

SERIES	pH	P_2O_5 °/₀₀	K_2O °/₀₀	N. N. °/₀₀	CaO%
Tres Puentes.....	5,0	indicios	0,044	+ de 0,000545	0,144
		»	0,064	» » »	0,144
Centinela	5,8	indicios	0,0534	indicios	— de 0,120
		»	0,048	»	0,120
Huiño-Huiño	5,6	indicios	0,0534	+ de 0,00545	0,144
		»	0,086	» » »	0,120
Pto. Fonck	5,6	indicios	0,037	indicios	— de 0,120
		»	0,0284	» » »	— de 0,120
Nueva Braunau.....	5,5	indicios	0,086	0,00414	— de 0,120
		»	0,064	0,00545	»
Casma 9	5,9	indicios	0,1	+ de 0,00545	0,120
		»	+ de 0,1	» » »	0,132
Chahuilco	4,9	0,0036	0,1	0,001495	— de 0,120
		0,0045	+ de 0,1	0,00107	» » »
Trumao Osorno	5,9	0,0034	0,0955	0,00114	0,190
		0,0041	0,1	0,000915	0,179
Ñadi Frutillar.....	5,1	indicios	0,037	0,00545	— de 0,120
		»	0,046	0,00504	» » »
Fresia	4,9	indicios	0,09	0,00156	0,376
		»	0,09	0,00112	0,248
Suelo 25.....	5,5	indicios	0,086	indicios	0,190
		»	0,1	»	0,236
Nva. Braunau	5,6	indicios	0,1	indicios	— de 0,120
(Colegual)		»	+ de 0,1	»	» » »
Pto. Octay (40)	6,0	indicios	0,044	0,00545	0,492
		»	0,0534	0,00404	0,316
Casma 8	5,7	indicios	0,0272	0,002035	0,120
		»	0,045	0,001015	0,120
Oromo.....	5,7	indicios	0,0576	+ de 0,00545	0,430
		»	0,086	» » »	0,289

NOTA.—Los análisis presentados fueron practicados por el ingeniero agrónomo Rubén Cornejo, en el Laboratorio de la Caja de Colonización Agrícola.

«Será necesario encarar el problema creado en 20.000 has., que fueron alerzales y que hoy mantienen una precaria producción. Todos los faldeos de las cordilleras de los Andes y de la Costa deberán conservar y proteger los bosques naturales, por ser su única aptitud».

d) Suelos de tundra rocosa

12. *Suelos de la costa patagónica, al sur de Taitao.*—En las islas antepuestas al país en la Región de los Canales, al sur del golfo de Penas, empiezan a predominar condiciones particularmente adversas para la formación de los suelos. Las rocas han sido desposeídas de todo su regolito, por el efecto de la acción de los hielos durante las épocas glaciales, y conservan este carácter hasta la actualidad. Las partes bajas, hacia donde concurren las partículas de la descomposición del post-glacial, acarreadas por el lavaje de las fuertes lluvias, son los únicos sitios en donde se reúnen condiciones favorables para la formación de suelos. Allí, aguas estancadas han dado lugar, primero, a una hidrosere, mediante la cual estas depresiones se han visto cubiertas por una sucesión vegetacional, hasta llevar a la constitución de formas topográficas planas. Los elementos vegetacionales que intervienen en esta acción son principalmente musgos y líquenes, los que generan los extensos turbales, tan frecuentes de la Isla Grande de Chiloé hacia el sur.

Aun cuando no se han hecho estudios detallados en estas regiones, debemos suponer la existencia de suelos de pantano y de turbal, como los más frecuentes. Algunas veces corresponderían éstos a turbales con buen drenaje, como sucede hacia las regiones del estrecho de Magallanes, y otras a turbales generados por la formación de una capa de hierro metálico en el subsuelo, que retiene el agua (ñadis, mallines, etc.).

En las partes eminentes, en cambio, la roca desnuda se presenta sin ninguna evolución, y no se puede hablar de suelo propiamente tal.

e) Suelos pardo-rojizos de pradera fría (1)

13. *Suelos de la estepa magallánica.*—En las regiones magallánicas existen nuevamente condiciones adecuadas para la formación de suelos. Aunque ellas son muy diferenciadas, por la variación del clima, se puede suponer que la mayoría de los suelos de las pampas magallánicas corresponden a los pardo-rojizos de pradera. Son suelos con muy poca materia orgánica, por lo cual Matthei los calificó de esqueléticos. No disponemos de perfiles en esta región.

III. *Erosión del suelo*

Hemos tenido ocasión de afirmar en alguna parte de este libro que los dos recursos fundamentales con que cuentan los países, son el agua y

(1) Este grupo corresponde, en realidad, a los suelos áridos y no a los húmedos. Lo tratamos aquí por razones de su ubicación geográfica.

el suelo. Mientras el agua se repone regularmente, gracias a los ciclos en los fenómenos meteorológicos, los suelos representan un bien que debe cautelarse primorosamente, para que no desaparezca a breve plazo. Tal vez el hecho fundamental de la historia de nuestro tiempo, sea la conciencia que ha tomado el hombre de la necesidad de salvaguardiar el capital que representan los suelos y no malgastarlo con requerimientos o usos excesivos. La ciencia del suelo, desarrollada tanto en los últimos años, pone, en la actualidad, en manos de los hombres sus resultados, para cautelar el porvenir de la nación, que depende fundamentalmente de la conservación y el uso racional de los suelos.

Según los datos proporcionados por los estudios, «en términos generales, para la formación de una capa vegetal de 15 cm. de espesor, se necesitan de 1.000 a 6.000 años» (Rodríguez y Suárez, 1946, p. 26). Basta este sólo dato para comprender lo fundamental que es para el hombre mantener intacto una labor tan demorosa de la naturaleza.

En Chile, hasta el momento, hemos visto desaparecer la vida en regiones extensas, otrora prósperas y feraces, por la simple incuria en los cultivos y la consecuente erosión incontrolada de las capas superficiales. El daño que involucra la destrucción de los suelos es tanto más grave, cuanto que nuestro país es montañoso y tiene una reducida proporción de suelos agrícolas, en relación con su extensión total. Según los mismos autores, sólo el 26% de la superficie total del país está constituída por suelos agrícolas, y sólo el 16% por forestales (p. 26).

Elgueta y Jirkal (1942) han publicado un estudio de la erosión de los suelos en nuestro país. Se advierte en él que las áreas afectadas más duramente son las que corresponden a la Cordillera de la Costa, en todo el Núcleo Central, y a las provincias de Malleco y Cautín, en donde la erosión afecta en la actualidad a la región triguera por excelencia. Al hacer la descripción de los suelos, tuvimos oportunidad de señalar el hecho que los suelos rojos de estas provincias corresponden a los que han perdido ya su horizonte superior (*A*), por la erosión, y se encuentra a descubierto, constituyendo en la actualidad la tierra cultivable, el horizonte *B*. De Arauco a Cautín, la erosión manifiesta abarca alrededor de 1.500.000 has., es decir, el 31% de la superficie territorial de las cuatro provincias. Por su parte, Rodríguez y Suárez (1946, p. 30-31) dejan constancia que de las seis clases de suelos que se han reconocido en las comunas de Los Sauces, Purén y Lumaco, «tres de las que ocupaban la mayor parte, se han erosionado en tal grado que, dos de ellas, han perdido totalmente la capa vegetal en el 80% de la superficie que ocupan y la tercera, en un 30%». En la provincia de Ñuble, departamento de Itata, un 30% de la superficie agrícola ha perdido totalmente la capa vegetal (horizonte A). La región entre

Ñinhue y Quirihue está perdida completamente para la producción agrícola.

La gravedad de estos hechos se acusa claramente en los rendimientos regionales. En los principales departamentos afectados, Elgueta y Jirkal (1942) sintetizan las disminuciones que corresponden, en el siguiente cuadro que expresa el rendimiento medio del trigo por hectárea:

AÑOS	CAUQUENES	CHANCO	QUIRIHUE	FLORIDA	MULCHÉN	TRAIGUÉN	IMPERIAL	COLLIPULLI
1911 - 18.....	8,7	9,7	7,7	11,2	10,3	11,3	12,0	13,4
1918 - 24.....	8,6	7,2	..	..	9,9	11,1	12,6	9,9
1925 - 31.....	8,0	6,8	7,1	7,3	8,0	11,1	10,9	8,8
1932 - 39.....	5,9	4,7	4,8	6,7	7,7	10,2	9,9	7,2

Pero los daños ocasionados por la erosión de los suelos no quedan restringidos a la simple disminución del rendimiento. A ello se agrega el embancamiento de los ríos, de los puertos, de los tranques, el relleno de los canales, la formación de las dunas que, a su vez, destruyen terrenos agrícolas, la desaparición de los bancos de mariscos (Albert, 1900, p. 30), etc.

Puede decirse, con justo motivo, pues, que la erosión de los suelos es el riesgo más grave que debe afrontar la humanidad en el futuro inmediato, y que si en las naciones no hay una conciencia bien clara para evitarlo, los daños se harán sentir a corto plazo. Vogt, en este sentido, es de un pesimismo alucinante.

El fenómeno de la erosión de los suelos empieza a producirse en una región, a partir del instante en que el hombre, con su acción sobre la superficie terrestre, altera el libre juego de las fuerzas naturales. En nuestro país, por la fecha en que Federico Albert hacía el estudio de las dunas litoráneas, la provincia de Cautín no tenía dunas desarrolladas. En la fecha actual, ellas se cuentan entre las más imponentes del país en la región de Puerto Saavedra, debido a la fuerte erosión que han experimentado los suelos en los 60 años transcurridos desde que se incorporaron estas tierras al uso agrícola.

Las modificaciones que acarrea el hombre, se refieren, en primer lugar, a la destrucción del tapiz vegetal espontáneo, ya sean praderas o selvas, con lo cual la superficie exterior se ve libre de protección para la acción del agua lluvia. Bianchi Gundián (1947, p. 3), dice gráficamente: «Las laderas de los cerros no pueden recibir impúnemente el golpe de los millones de pequeños dardos que significan las gotas de

lluvia». El lavaje superficial se ve, de este modo, poderosamente intensificado, y todas las partículas finas del suelo se ven en el peligro de moverse ladera abajo, dejando de pertenecer al terreno en que primitivamente se encontraban. De esta manera, los constituyentes del suelo emigran, y se produce la destrucción de ellos. El viento es capaz de actuar en el mismo sentido, y fuera de acumular los materiales más lejos, en forma de dunas, que inutilizan campos de labrantío, desnuda la superficie terrestre a un grado tal, que la roca viva puede quedar expuesta en la superficie. La acción destructora del viento adquiere gravedad en los terrenos de las pampas patagónicas y magallánicas, en donde, al encauzarse por los cañadones, crea las impresionantes tolvaneras.

Hemos tenido oportunidad de decir que una erosión moderada es beneficiosa para los suelos, por cuanto pone a disposición de ellos porciones intocadas del regolito, ricas en sustancias minerales nutritivas. Una erosión acelerada, en cambio, es profundamente dañina, porque sustrae las partes superficiales más valiosas, a un ritmo superior al que crece el suelo hacia abajo. Se distinguen tres clases fundamentalmente de erosión: laminar, en zanjas y en barrancos. La mayor gravedad corresponde a las últimas, aunque la primera, ya de por sí sola, explica la inquietud que este fenómeno produce en las personas de juicio avisado.

IV. *Las dunas*

CONECTADAS con el fenómeno de los suelos, debemos considerar también a las dunas. En efecto, el avance de las arenas en el litoral substrae anualmente a la agricultura, terrenos fértiles que previamente estaban bajo cultivo.

En Chile, las dunas se desarrollan de preferencia en la costa, en donde se reúnen condiciones que hacen de ellas un fenómeno geológico en activa progresión. Cada vez que el mar se encuentra en fase de sedimentación, la arena abandonada por el oleaje en las playas con ocasión de la alta marea, se mueve, empujada por el viento, hacia el interior, dando origen a montículos que reciben el nombre de dunas. En nuestro país, los vientos que trabajan en este sentido son los del sur y del suroeste, que predominan en la costa. Por esta razón, cuando el relieve es poco conspicuo, las dunas se mueven con dirección oblicua a la playa, penetrando hacia el interior, con dirección general SW-NE. Las dunas se encuentran conectadas también con los movimientos de las aguas en los océanos, debido al oleaje, que, puesto que se encuentra dirigido por el viento predominante, arrastra partículas de sur a norte. Esta es la razón por la cual las dunas se encuentran situadas casi siem-

pre al norte de la desembocadura de los ríos, o bien en la costa sur de las prominencias importantes del litoral: sur de la península de Arauco, sur de Punta Carranza, Llico. Al sur de Punta Carranza, en Chanco, se presenta uno de los sitios donde ellas han amagado más duramente a la agricultura.

Federico Albert pudo probar en 1900 que las dunas en Chile son, en general, un fenómeno reciente. Hace fluctuar la existencia de dunas en el litoral entre 70 a 120 años, desde la fecha de su publicación. Y en un justo análisis demuestra que su formación está relacionada con el desboscamiento y el cultivo intenso de los territorios interiores del país, los cuales facilitaron la erosión de los suelos. Son los ríos los que, al arrastrar mayor cantidad de sedimentos, por efecto de una mayor erosión, procuran al mar cantidades siempre renovadas de arenas, que éste deposita después a lo largo de la costa.

Es incuestionable, sin embargo, que en el litoral, fuera de las dunas actualmente activas y que el hombre ha visto desarrollarse, se observan campos de dunas viejos—médanos prefiere llamarlos Albert—que se han formado en épocas más remotas (cuaternario), debido a las acciones geológicas normales.

Las dunas tienen importancia en Chile desde Coquimbo al sur. En el norte, si existen algunos campos de dunas en las partes bajas de las plataformas de abrasión marina, como sucede en Iquique y Caldera, el fenómeno no tiene gran desarrollo, ni la trascendencia para la agricultura que más al sur, puesto que las arenas invaden campos desprovistos de interés agrícola.

En la desembocadura de los ríos del Norte Chico, las dunas tienen poco desarrollo. Las hay en la desembocadura del Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Quilimarí y La Ligua-Petorca. En la desembocadura del Choapa se presenta la particularidad de que el campo más importante se encuentra al sur del río, en vez de existir al norte. Las más desarrolladas son las que se presentan en la desembocadura de los ríos Petorca y la Ligua, donde cubren una faja litoral hasta Punta Pichicui. Ellas han logrado penetrar bastante hacia el interior (a las casas de la hacienda Huaquén), de tal manera que en los cortes de la variante del ferrocarril longitudinal se las encuentra hasta cerca del estero Ballena, y una debe ser atravesada aun por el ferrocarril, por medio de un túnel. Constituyen, pues, una de las acumulaciones más importantes de Chile.

Al norte del Aconcagua se desarrollan dunas hasta Quinteros, con un ancho variable. Al norte del río Maipo, ellas tienen, en cambio, poca importancia. Mucho más interesante a este respecto es el río Rapel, que da en su desembocadura los médanos de Matanzas. El Mataquito no tiene dunas inmediatamente al norte de su desemboca-

dura, y es necesario llegar a la región de Llico para observar otra vez vastas extensiones cubiertas por las dunas, que han remontado los relieves situados al norte del canal que desagua la laguna de Vichuquén. Ellas corresponden a campos de dunas formados por algún torbellino de la corriente costera, gracias a la forma del litoral.

Las dunas entre el Maule y el Mataquito quedan limitadas a la terraza inferior, que corresponde a una terraza de abrasión marina reciente, y tienen su mayor ancho entre Quivolgo y Putú.

En Chanco es donde las dunas tienen su desarrollo más imponente en todo Chile Central. Según cálculos modestos, hay allí 227 kms^2. cubiertos por arenales movedizos (Albert, 1900, p. 34 y 58).

Después es necesario llegar al río Bío-Bío, para encontrar de nuevo imponentes dunas en San Vicente.

Pero tal vez el área más importante de dunas de todo Chile es la que se presenta al sur de la península de Arauco. La zona de dunas «tiene una longitud de 50 kms. y un ancho medio de 6 ó más kilómetros, resultando así una superficie de 300 kms.^{2}» (Brüggen, 1929, p. 106).

Más al sur, las dunas vuelven a tener importancia en la desembocadura del río Imperial, en donde grandes extensiones cubiertas por arenas se presentan en los alrededores de Puerto Saavedra.

Más al sur, las dunas pierden interés, debido al clima lluvioso, que no deja tiempo para que las arenas se sequen y puedan ser movilizadas por el viento. Las hay, sin embargo, en la desembocadura del río Maullín y también en Chiloé (en Chepu y Cucao).

Para comprender la importancia de este fenómeno como invasor de los terrenos agrícolas, recordemos que Albert calculó que 4.221,5 kms^2. de superficie, hacia el año 1900, habían sido perdidos por la invasión de las dunas. Según sus estudios, anualmente se perdían 336 kms.^{2}.

Fuera de las dunas litorales, hay algunos sitios del interior del país en donde capas geológicas vecinas de la superficie tienen arenas que pueden entrar en movimiento bajo el impulso del viento. El sitio donde esta concomitancia existe y tiene mayor importancia, dejando de lado los arenales del norte, es la región entre Yumbel y los Angeles. Son arenales superficiales que, según el departamento de Investigaciones Agrícolas, cubren aproximadamente el 55% de la superficie total de la provincia de Bío-Bío.

Las dunas chilenas son favorables para la forestación. Su carácter heterogéneo hace que en ellas las plantas encuentren los elementos nutritivos minerales y, a expensas de ellos, se desarrollan terrenos fértiles, que, sin embargo, no pueden ararse, porque, al romper la capa superficial, la arena se pone nuevamente en movimiento. El hermoso

balneario de Santo Domingo se encuentra edificado sobre dunas fijadas por forestación y empastadas.

Dunas más viejas pueden cultivarse, sin embargo, y ser muy productivas. Brüggen anota que al interior de la faja de dunas actuales de la costa sur de Arauco «hay otra zona de dunas muy descompuestas, que tienen edad cuaternaria y que forman los fértiles suelos de trigo de la región de Cañete» (1929, p. 106).

BIBLIOGRAFIA

ALBERT, FEDERICO. — *Las dunas del Centro de Chile:* Act. Soc. Cient. de Chile. 1900. t. X. 2.ª entrega.

BIANCHI GUNDIAN, VÍCTOR.—*Erosión, cáncer del suelo.* Public. Dep. de Bosques, del Min. de Tierras. Santiago, 1947.

BRÜGGEN, JUAN. — *Texto de Geología.* Santiago, 1929.

DÍAZ, CARLOS.—*Los suelos y la agricultura en la Isla de Pascua.* Revista Simiente, año XVII, N.º 4. Santiago, 1947.

ELGUETA GUERIN, MANUEL.—*Mantenimiento de la fertilidad de los suelos.* Revista El Campesino. Santiago, Oct. de 1938, p. 165.

ELGUETA y JIRKAL.—*Erosión de los suelos de Chile.* Dep. de Fitotec. y Genét. Public. n. 4. Santiago, 1943.

FINCH and TREWARTHA.—*Elements of Geography,* McGraw-Hill, New York, 1936.

LYON and BUCKMAN.—*The Nature and Properties of Soils.* McMillan, New York, 1938.

RODRÍGUEZ Z., MANUEL.—*Reconocimiento de conservación de suelos en Malleco y Arauco.* Revista Simiente, año XV, N.º 2. Santiago, 1945.

RODRÍGUEZ y SUÁREZ.—*La conservación de los suelos de Chile.* Min. de Agricultura. Santiago, 1946.

STORIE, R. E.—*Inventario de los suelos de Chile Central.* Trad. de M. Rodríguez, con nota del traductor. Agricultura Técnica. Año V, N.º 1, 1945. Pág. 79.

STORIE y MATTHEWS. — *Preliminary Study of Chilean Soils.* Proceedings of the Soil Science Sc. of America. Vol. 10, 1945, pp. 351-355.

UU. SS. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. —*Soils and Men.* Washington, 1938.

RESUMEN

En un país de tan variadas condiciones como Chile, debe esperarse encontrar una gama rica de suelos. En el estudio correspondiente se describen numerosas clases. A pesar de ello, existen ciertas características generales que es conveniente recordar: los suelos chilenos son jóvenes, en los cuales los caracteres heredados desempeñan un importante papel. Por otra parte, los suelos autígenos en Chile ofrecen pocas variaciones, debido a la predominancia de rocas finas mesocilícicas en la constitución del país. Será el clima, pues, la causa de las variaciones que tendremos oportunidad de observar.

Los suelos chilenos, para el estudio que se ha hecho, se clasificaron buscando un compromiso entre la clasificación propuesta por Storie y Matthews (que es fisiográfica) y la que los reúne en grandes grupos climáticos, usada universalmente.

Se han distinguido dos grandes categorías, separados por una zona de transición: suelos áridos y suelos húmedos. Entre los primeros se han distinguido:

Suelos desérticos rojos,
Suelos desérticos grises (altura),
Suelos pardos cálcicos, y
Suelos pardo-rojizos de pradera fría.

Entre los segundos se han distinguido:

Suelos pardos forestales,
Suelos rojos podzolizados,
Suelos pardos podzólicos, y
Suelos de tundra rocosa.

El estudio, por razones que se expresan en el texto, se ha reducido a los suelos de superficies planas o débilmente onduladas. En el desarrollo de la materia se advertirán diferencias muy notables, porque, mientras para algunos sectores se ha podido disponer de levantamientos detallados—los cuales se ha preferido reproducir casi in-extenso, para mostrar la variabilidad de suelos en áreas relativamente modestas—, en otras no se dispone de observaciones suficientes.

A. Suelos áridos.—En la parte descriptiva de los suelos, se estudian primero los suelos desérticos grises, los cuales se presentan en los altiplanos del norte de Chile. Son suelos esqueléticos, sin materia orgánica y con oxidación mínima, por efecto del frío. Los suelos desérticos rojos se presentan en las pampas del norte y en las regiones vecinas al litoral. En ellos, de acuerdo con los resultados conseguidos en el estudio de los suelos de la Pampa del Tamarugal, se distingue entre suelos salinos, alcalinos y normales, según el contenido en sales. De unos 3.000 kms.² que abarcó el levantamiento, sólo un 15% correspondía a esta última categoría. Se estudian también algunos suelos de las quebradas y del valle del Loa.

Los suelos de la parte septentrional del Norte Chico, en general, son delgados, desprovistos de una estratificación clara, en los cuales se observa un horizonte de concentración de carbonato de calcio, a poca profundidad. Los suelos bajo riego presentan

notables variantes, pudiéndose reconocer en las partes bajas de los valles, suelos salinos, mientras que en las más elevadas ellos son normales.

Al sur de la Serena, comienzan los suelos pardos cálcicos. Dentro de esta categoría, se han estudiado los suelos de fondo de valle y terrazas bajas, y los suelos de terrazas altas. Los primeros son de excelente productividad, con texturas livianas. En las terrazas altas dominan suelos arcillosos.

En Chile Central dominan los suelos pardos neutros. En el valle central se caracterizan por su buen drenaje, sus texturas livianas, y un pH medio de 7,2 (Storie). En las terrazas marinas de esta parte de Chile, se presentan suelos con características muy semejantes, pero con pH ligeramente inferior.

B. Suelos de transición.—En la mitad sur del Núcleo Central se observan suelos muy variables, debido a las variaciones en los depósitos del fondo del valle. Se da un ejemplo tomado cerca de Chillán. Constituyen la categoría de los suelos de transición.

C. Suelos húmedos.—Los suelos húmedos comienzan por la costa un poco antes que por el Valle Longitudinal. Se presenta un ejemplo tomado por Storie, cerca de Concepción. Son suelos rojos y pardo-rojizos, con acidez entre moderada y fuerte.

En la provincia de Bío-Bío se presenta el levantamiento realizado por el Departamento de Investigaciones Agrícolas. Son suelos con reacción ligeramente ácida, de un color pardo claro. Se distinguen cinco grupos: suelos formados a expensas de subsuelo arenoso, en el cono aluvial del Laja (a), suelos desarrollados a expensas del material glacial (b), suelos de «trumao» (c), suelos desarrollados, en la base de las pendientes inferiores de la Cordillera de la Costa (e), suelos secundarios aluviales (d), y suelos de dunas (f). A continuación se describen las series que ha sido posible distinguir.

Los suelos rojos podzolizados empiezan a presentarse en la región de la Frontera. Estos dominan en la parte céntrica del país, pero se desarrollan también hacia la costa, a veces sobre micacitas, que son las rocas dominantes, a veces sobre morrenas. El Ing. Agrón. Manuel Rodríguez distingue, en la parte que cubre su estudio, tres grupos de suelos: los que ocupan posición alta y cerros abruptos, los que ocupan posición intermedia, y, finalmente, los que ocupan lomajes suaves y terrenos planos.

Nuevamente, en las provincias de Osorno y Llanquihue, se presenta un resumen de los trabajos hechos por el departamento de Investigaciones Agrícolas. Se distinguen cinco grupos, que son los siguientes: *a*) suelos de colinas irregulares, *b*) suelos de topografía ligeramente inclinada, *c*) suelos de topografía muy plana, que corresponden a depresiones, *d*) suelos de topografía ondulada, de los llanos altos y en suelos de terrazas bajas aluviales. A continuación se describen las series que fué posible diferenciar, y se dan los usos de cada una de ellas.

Los suelos de tundra rocosa, son los que se encuentran en las islas de la región austral, en los cuales no han habido procesos que lleven a la formación de verdaderos suelos. Sólo en las depresiones es posible encontrar algunos ejemplos de suelos pantanosos y de turbales.

Finalmente, se estudian en el extremo sur los suelos de pradera fría.

Erosión del suelo.—En breves líneas se llama la atención hacia la gravedad del fenómeno de la erosión del suelo en nuestro país, a base de los estudios realizados hasta la fecha por funcionarios del Ministerio de Agricultura. Se pone de manifiesto que en la Cordillera de la Costa, desde Valparaíso hacia el sur, y en las provincias de Cautín y Malleco, es donde el fenómeno adquiere mayor gravedad. En las provincias de Arauco a Cautín, 1,5 millones de hectáreas han sido destruídas por la erosión.

Con los datos que procuran Elgueta y Jirkal, se estudia la disminución de la productividad de las provincias de la Frontera, a causa de la erosión.

Las dunas.—Del mismo modo que la erosión destruye los suelos, se pierden para la agricultura otros que son cubiertos por las arenas, en los sitios vecinos al mar. Se hace un estudio de los avances de las dunas en el siglo pasado y en lo corrido del presente, a base de los datos disponibles, y se señala su distribución actual.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

CAPÍTULO VII

BIOGEOGRAFIA (1)

I. *Clasificación y división*

Según Carlos Reiche (2) la flora de Chile comprende 5.000 a 5.500 especies. Ellas se reparten en 685 géneros, distribuídos, a su vez, en 180 familias. Según el número de los géneros, las familias aparecen en el siguiente orden de importancia:

Compuestas	118 géneros.	Solanáceas	17 géneros.
Gramíneas	47 »	Polipodiáceas	17 »
Crucíferas	23 »	Saxifragáceas	12 »
Umbelíferas	23 »	Rosáceas	11 »
Leguminosas	22 »	Onagráceas	11 »
Liliáceas	21 »	Borragináceas	11 »
Cariofiláceas	17 »	Malváceas	10 »
Escrofulariáceas	17 »		

Ninguna familia de las criptógamas vasculares logra tener más de 3 ó 4 géneros, con excepción de las polipodiáceas, que en Chile y en Juan Fernández presenta 17 géneros.

La importancia fisonómica es muy distinta de la que acabamos de dar: en efecto, son las gramíneas, fagáceas, mirtáceas, leguminosas y rosáceas las que tienen mayor interés para la comprensión de la vegetación del país. La mayoría de los bosques chilenos, ya sean xerófilos, mesófilos o higrófilos, están compuestos de árboles que pertenecen a estas familias.

Según Engler, nuestro país, hasta los 37° de Lat. S, se extiende

(1) Este capítulo ha sido confeccionado con la colaboración del Ing. Agrón. Edmundo Pisano. Gracias a ello, hemos podido consultar, antes de su publicación, la obra intitulada «Mapa de las formaciones fitogeográficas de Chile», que Pisano prepara con el distinguido botánico norteamericano Dr. T. H. Goodspeed.

(2) Geografía Botánica de Chile. Traducción del alemán de G. Looser, Santiago, 1934.

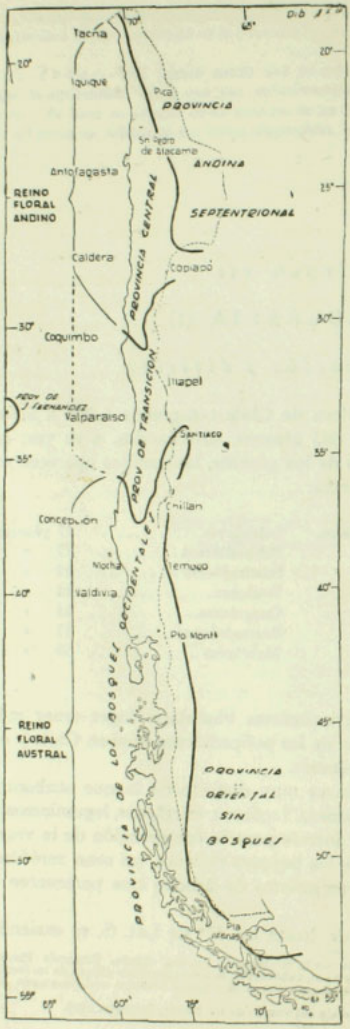


FIG. 52.—Las provincias florales de Chile.

sobre la región floral andina. Desde esta latitud hasta su extremo sur, se extiende sobre el reino floral austral. Dentro de la región floral andina, distingue, como porción que interesa a Chile, la provincia andina septentrional y la central, hasta los 30½° de Lat. S; entre ésta y los 37° de Lat. S se desarrolla la provincia de transición, mediante la cual se pasa al reino floral austral. Parte de este reino es la provincia de los bosques occidentales, que se desarrolla en casi todo el resto de Chile. Sólo en la medida en que nuestro país cubre porciones en las planicies y mesetas orientales del extremo sur del continente, logra penetrar a la provincia oriental sin bosques y a la provincia patagónica andina.

En el gráfico de la Fig. 52 se han representado las áreas cubiertas por estas distintas provincias en la parte meridional del continente suramericano.

La nomenclatura y los límites de las diferentes entidades a que nos hemos referido anteriormente, han sido modificados recientemente por el estudio de Alfredo Castellanos y Román Pérez Moreau, para la parte que corresponde a la República Argentina. De sus modificaciones nos interesa para nuestros fines la provin-

cia antartándica, nombre que reservan estos autores para los bosques meridionales de la costa occidental.

Las islas de Juan Fernández forman una provincia geobotánica independiente, conectada, sin embargo, con la de transición, a que nos hemos referido anteriormente.

La isla de Pascua, en cambio, pertenece al reino floral oceánico.

Por lo que se ha observado más arriba, Chile tiene numerosas relaciones florísticas con la República Argentina, ya que algunas de las provincias florales nos son comunes. Fuera de estas relaciones, Chile presenta parentesco floral con Australia, Nueva Zelandia e islas subantárticas, por un lado, y con California, por otro. Las relaciones con Australia y Nueva Zelandia, se explicarían por la existencia de conexiones continentales que habría habido entre la América del Sur y esas masas terrestres a través de la Antártida— es muy posible que con una extensión mucho mayor que la que tiene en la actualidad—, en fechas geológicas no muy distantes. Las relaciones con la flora de California se explicarían por la similitud climática: plantas con necesidades mesológicas semejantes han podido prosperar en los ámbitos de ambos países.

A pesar de las numerosas relaciones a que nos hemos referido, la flora chilena, en cualquiera de sus provincias, presenta numerosos endemismos, que le confieren carácter y hacen singular su conjunto. Estos suelen llega hasta la categoría de las familias, algunas de ellas monotípicas, y algunos rasgos anatómicos de plantas chilenas son revolucionarios, con relación a la familia a que pertenecen (1).

Las singularidades que presenta la flora chilena son fácilmente explicables por las condiciones de aislamiento en que se encuentra nuestro país. El desierto, por el norte, ha servido de valla a los elementos florísticos de la América tropical, que sólo en breve número han logrado llegar hasta las regiones en donde habrían encontrado la humedad suficiente para su desarrollo. La Cordillera de los Andes, por otra parte, constituye un obstáculo para las plantas de la provincia bonariense. La faja de aridez, que desde la Patagonia austral se dilata sin interrupción por el territorio argentino, hasta el extremo norte, ha venido a reforzar esta barrera por el sur, en donde el dominio antartándico traspone la cordillera y se extiende sobre el territorio argentino.

En el estudio que vamos a hacer a continuación, consideraremos como unidad descriptiva a la formación, entendiendo por tal a la comunidad vegetal climax, o sea, considerada desde el punto de vista fisiognómico y en sus relaciones con el medio. Desde este punto de vista, nuestro

(1) Tal es el caso del género *Placseptalia* Esp., de la familia de las Bromeliáceas. En las flores de esta familia, la posición de los óvulos debe ser axil, según la definición de ella. Pues bien, numerosas Bromeliáceas chilenas presentan placentación septal, constituyendo, con este rasgo, un grupo aparte, enteramente definido, dentro de la familia. Este rasgo anatómico, que había pasado enteramente desapercibido hasta ahora, ha sido puesto de manifiesto recientemente por Marcial R. Espinosa B., del Museo Nacional.

país es extraordinariamente variado. Gracias a la diversidad de los climas, del relieve y de la hidrografía, existen en él posibilidades ilimitadas en este sentido. Sería tarea mucho más dilatada que la que ahora nos proponemos, dar cuenta de la gama total que es posible observar en nuestro territorio. Por eso, vamos a limitarnos únicamente al estudio de las formaciones vegetales climax, es decir aquellas que representan un equilibrio definitivo con los factores que las determinan, en particular con el clima.

En este sentido, Chile puede ser dividido en tres grandes zonas, caracterizadas por la disponibilidad de agua (precipitaciones, humedad atmosférica y humedad subterránea) para la vida de las plantas que constituyen las formaciones.

Cuando, como consecuencia de modalidades de distribución y abastecimiento de agua fundamentalmente diferentes, las formaciones vegetales fisiognómica y florísticamente relacionadas, muestran una tendencia a agruparse en determinadas regiones geográficas, y las diferencias existentes entre las formaciones de dos áreas geográficas de humedad diferente, son mayores que las exhibidas por las formaciones que están dentro de cada una de estas áreas, puede hablarse de zonas fitogeográficas.

Estas zonas fitogeográficas muestran cierta similitud de fisonomía que relaciona a sus formaciones. Sin embargo, puede haber, y a menudo existen, formaciones que desde el punto de la fisiognomía pueden considerarse como aberrantes, pero hay siempre entre estas formaciones que se apartan del tipo medio, relaciones de carácter florístico, debidas principalmente a migraciones o movimientos de desplazamiento de las unidades que las integran.

En consideración a estos hechos, se puede dividir el país en tres zonas fitogeográficas: la xeromórfica, la mesomórfica y la higromórfica. Este sistema de división, que agrupa fisiognómicamente a las grandes unidades vegetacionales, se presta sobremanera a ser aplicado en un país con las condiciones físicas de Chile.

La *zona xeromórfica* se extiende desde el límite norte hasta el río Petorca. Climáticamente, corresponde a la parte de Chile que se caracteriza por la insuficiencia de las precipitaciones, lo que da a la vegetación un carácter desértico o estepario. El aspecto dominante en las formaciones es el de matorrales xerófitos, de poco valor de cubierta. En realidad, el límite no puede marcarse con gran nitidez. Considerando como hecho biológico esencial el aparecimiento del árbol en asociaciones continuas de cierto desarrollo, debiéramos establecer el límite en las márgenes del río Limarí, en la región costera, puesto que allí tenemos el primer bosque (el de Fray Jorge). Este bosque representa, sin embargo, un área modesta, y se explica más por los continuos nubla-

dos que procuran abundante humedad, al presentarse como nieblas en las faldas de los cerros expuestos a la acción marina. Es solamente al sur del Choapa, cuando se advierte que las asociaciones arbóreas de plantas mesófilas, empiezan a desarrollarse continua y regularmente. Por el interior del país, en cambio, el área esteparia se extiende mucho más hacia el sur. Como tuvimos oportunidad de verlo en el capítulo de climatología, es solamente a la altura de Jahuel cuando se presentan las condiciones de humedad satisfactorias para permitir la asociación de árboles.

La *zona mesomórfica* se extiende desde el río Choapa hasta el Itata. Lo mismo que en el caso anterior, el límite es muy variable, según si consideramos la Cordillera de la Costa, el Valle Longitudinal o la Cordillera de los Andes. Mientras por las dos cordilleras, gracias a la altura, la humedad crece notablemente, por la depresión intermedia la aridez se continúa casi hasta el Laja. Esta zona es de transición. Las lluvias se presentan en invierno con una estación seca bien marcada en los meses de verano. Está constituída por matorrales relativamente densos y altos, que fácilmente, en las partes favorecidas por las precipitaciones, se transforman en bosques. Su extensión coincide aproximadamente con la distribución de la estepa con *Acacia cavenia* (espino).

La *zona higromórfica* se extiende desde el río Laja hasta el extremo sur del país. Con excepción de una pequeña porción en su límite norte, no se observa una estación seca, o ella está reducida a uno o dos meses en el año. El tipo de vegetación que domina es el bosque tupido, formado de varios estratos de vegetación y con un rico sotobosque.

A estas tres zonas podría agregarse una cuarta, la zona andina para caracterizar el paisaje de altura por encima del límite superior de los árboles. Su aspecto dominante sería el de estepa en el centro de Chile. Por razones de simplificación, sin embargo, y para no establecer una premisa heteróclita en la clasificación de las grandes áreas vegetacionales, se ha preferido incluir en cada una de las zonas, como formación peculiar de la altura, a la vegetación de las partes altas de la cordillera.

A continuación procederemos a describir las principales formaciones de cada una de las zonas fitogeográficas que acabamos de enumerar (1).

(1) Como regla general, se citan a continuación los nombres científicos. Los vulgares de las principales especies pueden consultarse en el vocabulario, al final de este capítulo.

II. *Zona xeromórfica*

En el mapa correspondiente se han expresado las diversas formaciones climax que se presentan en esta área. Las más importantes son los desiertos, las estepas, los jarales y los matorrales espinosos.

Bajo la designación de desierto vamos a entender las comunidades vegetales que no consiguen revestir el terreno con un tapiz, por efímero que sea, de vegetación, dejando grandes espacios desnudos entre individuo e individuo vegetal. Esta formación está constituída, en ciertos casos, por árboles de pequeña estatura, pero, en regla general, por arbustos, subarbustos, yerbas lignificadas en la base y terófitas efímeras. El tipo biológico de las especies de mayor estatura no permite la formación de estratos vegetacionales interdependientes, en los cuales los inferiores encontraran protección de la luz y conservación de la humedad.

Por muy escasa que sea la vegetación en los desiertos, no los podemos caracterizar por la ausencia de vegetación, puesto que, aun en los casos extremos, ésta se encuentra presente en forma de semillas diseminadas por el suelo, las cuales, cuando encuentran factores favorables, prenden rápidamente, se desarrollan, florecen y fructifican, dando los sorpresivos cuadros que se advierten con ocasión de las escasas lluvias.

Por estepa vamos a entender una vegetación de yerbas, de vida breve o prolongada, que forman champas y que, ya a breve distancia del observador, parecen cubrir todo el terreno con un tapiz vegetal. Dominan entre las yerbas las gramíneas. Los órganos aéreos son bastante rígidos. En principio, la estepa no debe tener árboles.

Por matorral vamos a entender las formaciones compuestas predominantemente de arbustos y árboles de pequeña alzada, aunque tengan una cubierta estacional de yerbas.

Las descripciones que se hacen a continuación no se han organizado en grupos sistemáticos, para permitir una mayor elasticidad y lograr así una mejor comprensión de la vegetación del país en su desarrollo geográfico.

a) Las formaciones vegetales (1)

1. *Desierto costero.*—La formación desértica costera se extiende desde el límite norte del país, hasta aproximadamente los 28° 20′ de Lat. S. Hasta más o menos los 24° 30′, ella cubre las pendientes de la Cordillera de la Costa expuestas a la acción del mar y el angosto

(1) En el mapa referente a las formaciones vegetales, se han agregado a la leyenda de éstas la misma numeración que aparece a continuación. Las formaciones que en él no llevan numeración, son de menor importancia y no se describen.

plano que se intercala entre ella y el litoral, en las partes donde existe. A lo largo de las quebradas se interna hacia el interior del país, y en algunos casos logra penetrar bastante. Desde esta latitud hacia el sur, la formación sigue el curso de la Cordillera de la Costa, separándose del mar e internándose.

En términos generales, puede hacerse dentro del desierto costero dos grandes divisiones, basadas principalmente en la fisonomía de la vegetación. La primera de ellas, que abarca la parte más septentrional, está caracterizada por asociaciones herbáceas y subarbustivas de vegetación invernal, formada principalmente por especies anuales. Llega por el sur hasta más o menos las vecindades de Iquique (20° 15'). Los principales componentes de esta vegetación son especies anuales de *Cristaria*, *Tetragonia*, *Plantago*, *Gilia* y especies de la familia *Amarylidacea*. Los reducidos matorrales que se encuentran en los lechos de las quebradas están compuestos por *Baccharis petiolata*, *B. marginalis*, *Franseria Meyeniana*, etc. En habitats secos y arenosos se encuentran especies de los géneros *Coldenia*, *Boerhalia*, *Telanthera*, *Chenopodium* y la maleza *Heliotropium curassavicum*.

La parte sur del desierto costero está dominada por arbustos y cactáceas, siendo comunes las plantas herbáceas perennes, de vegetación invernal y primaveral. Abundan las cactáceas *Eulychnia spinibarbis*, *Cereus coquimbensis*, *Echinocactus ocultus*, *E. humilis*, *E. cinereus* y especies de *Opuntia*. Entre los arbustos dominantes se pueden mencionar: *Lycium chañar*, *Bahia ambrosioides*, *Proustia tipia*, *Euphorbia lactiflua* y *Ophryosporus foliosus*. La vegetación herbácea está representada por especies de *Tetragonia*, *Cristaria*, *Nolana*, *Cacabus*, *Oxalis*, etc., *Cleome chilensis*, *Sicyos bryoniifolius*, *Zephyra elegans*, *Apium laciniatum*, *Alstroemeria violacea*, *A. pratensis*, *Pasithea coerulea*, *Argylia puberula*, *Stachys grandidentata*, *Nicotiana solanifolia* y otras especies.

2. *Jaral costero.*—La formación del jaral costero se extiende entre la punta Miguel Díaz (24° 30') y las vecindades de La Serena. Ocupa los faldeos inferiores de la Cordillera de la Costa y las planicies litoráneas. Su aspecto es el de un matorral relativamente abierto, formado por arbustos de alrededor de 1,20 m. de altura, marcadamente xeróficos, asociados con yerbas de vegetación primaveral. Debido a las mayores y más regulares precipitaciones (v. cap. IV), el período de vegetación de las especies arbustivas es más largo que el de los componentes del desierto costero, y existen algunos arbustos siempre verdes.

Fuera de las cactáceas mencionadas para el desierto costero, que también abundan en esta formación, aparecen especies nuevas de esta familia, como *Eulychnia acida*, *Neoporteria subgibosa* y *Eriosyce* sp. Las principales especies arbustivas en esta región son: *Balbisia*

peduncularis, Euphorbia lactiflua, Skytanthus acutus, Oxalis gigantea Ephedra americana var. andina, Heliotropium stenophyllum, H. floribundum, Polyachyrus litoralis, etc., entre los que crecen yerbas de los géneros *Atriplex, Frankenia, Tetragonia, Nolana, Calandrinia, Nicotiana, Silvaea* y varios otros. El suelo, durante los períodos lluviosos de fines de invierno y comienzos de primavera, soporta una cubierta polícroma de especies de *Hippeastrum, Habranthus, Oenothera, Calandrinia, Cristaria, Oxalis, Adesmia, Zephyra, Nosthocordum, Encelia* y varias otras plantas de menor frecuencia.

3. *Formación pre-andina de cactáceas columnares.*—La formación preandina de cactáceas columnares se encuentra entre el límite norte del país y la latitud aproximada de 20° 16', a altitudes comprendidas entre los 1.500 y los 3.600 m.

La fisonomía de esta formación la dan una asociación de cactáceas columnares, relativamente densa, acompañada con especies de la misma familia, de crecimiento cespitoso, y representantes de otras familias, con marcados caracteres xerófitos. Las especies dominantes no son bien conocidas, pero incluyen *Cereus candelaris, C. atacamensis*, entre las especies columnares, y especies de *Opuntia* y *Pilocereus*, entre las cespitosas.

Los arbustos y yerbas perennes asociados con las cactáceas nombradas, y formando el piso inferior de la formación, son principalmente: *Polyachyrus tarapacanus, Flourensia Gayana, Stevia pinifolia, Heterothalamus bolivianus, Trixis cacalioides, Mentzelia ignea*, etc.

4. *Tamarugal.*—La formación del tamarugal, encontrada en la pampa del mismo nombre, abarca la parte superior del Valle Longitudinal, desde los 20° hasta las orillas del río Loa, en su gran curva hacia el norte. Está limitada hacia el oeste por el desierto interior y al este por la formación que mencionamos anteriormente.

Su aspecto es el de un jaral abierto, de muy pobre composición florística y sin una marcada estratificación vegetacional. De vez en cuando se presentan grupos de tamarugos de pequeña extensión, separados por vastas extensiones casi desnudas de vegetación.

La especie dominante es *Prosopis tamarugo* (tamarugo). Entre las especies asociadas, cuya importancia ecológica es muy inferior a la del tamarugo, merecen citarse *Tessaria absinthioides, Cressa cretica, Distichlis* sp., *Euphorbia tarapacana* y *Tagetes glandulosa*.

La existencia de esta vegetación es un resultado de la condensación por la altura de las neblinas de origen marino, que suelen penetrar empujadas por el viento, y de la existencia de una napa de agua freática, a relativamente poca profundidad.

5. *Jaral desértico.*—El jaral desértico es una de las formaciones vegetales que ocupa una mayor superficie en la región. Se extiende por la región preandina, comprendiendo la parte alta de los desiertos del norte y los faldeos inferiores de los Andes, desde el grado 20 hasta la latitud 30° 10′, aproximadamente. Su ancho es variable, estando supeditado principalmente por hechos de orografía y de pendiente en su parte norte,—que son factores modificantes del abastecimiento de humedad—y en su sección sur por el aumento de las precipitaciones. Es así como hacia los 26° 20′ toma contacto con las formaciones de la Cordillera de la Costa.

Su aspecto es el de un jaral relativamente bajo (40 a 60 cms.), poco denso, con abundantes especies espinosas. Todos sus componentes muestran fuertes caracteres xerofíticos y presentan un período vegetativo invernal y primaveral. Los componentes del piso inferior son escasos, y durante varios años permanecen en estado latente (semilla o bulbo), en espera de las lluvias ocasionales que se presentan en el desierto. En esta oportunidad, vegetan con gran rapidez, alcanzan su pleno desarrollo, florecen y fructifican en el breve espacio de unos días, para volver a su condición de semilla durante un nuevo período de años.

Su composición florística es variada y relativamente rica. Nos limitaremos, sin embargo, a citar las especies dominantes que ocupan las mayores áreas y, en lo posible, que estén distribuídas a través de toda la formación.

Entre los arbustos pueden mencionarse: *Adesmia atacamensis*, *Adesmia* sp., *Atriplex atacamense*, *Ephedra andina*, *Lippia trifida*, *L. deserticola*, *Tessaria absinthioides*, *Proustia baccharioides*, *Ophryosporus triangularis*, especies de *Senecio* y *Haplopappus*. Entre estas plantas crecen *Coldenia atacamensis*, *Cristaria divaricata*, *Cristaria* spp., *Loasa fruticosa*, *Calandrinia salsoloides*, *C. spicata*, *Argylia puberula*, *Silvaea fastigiata*, *Dinemandra glaberrima*, *Gimnophytum flexuosum*, *Urmenetea atacamensis*, *Suaeda divaricata*, *Glaux atacamense*, etc.

En la parte de esta formación comprendida entre Copiapó y Vallenar dominan especies que no se encuentran más al norte. Sin embargo, como desde el punto de vista fisiognómico no se advierten diferencias, y para no crear nuevas divisiones, la hemos incluído en la formación de los jarales desérticos. Aquí se encuentran: *Haplopappus breviradiatus*, *Balsmocarpum brevifolium*, *Caesalpina angulicaulis*, *Bulnesia chilensis*, *Cordia decandra*, *Cassia acutifolia*, y algunas especies de las que hemos mencionado en la composición del matorral costero.

6. *Tolar.*—El matorral andino que, respetando el nombre con que se le conoce corrientemente, hemos llamado tolar, se extiende desde el

límite norte del país, hasta aproximadamente la latitud de 31° 40'. Se encuentra en los faldeos de los Andes, altas mesetas y cordones interiores del sistema andino. Está caracterizado por la dominancia de plantas arbustivas de hojas y ramillas resinosas, apariencia fastigiada y generalmente de follaje color verde obscuro. El aspecto de la vegetación es el de un matorral relativamente denso, con arbustos dominantes de más o menos 1 m. de altura, y con una cubierta inferior formada, en general, por plantas perennes, gramíneas y pequeños arbustos subfrutescentes.

Las especies dominantes características de esta formación son los arbustos: *Baccharis tola, B. Santelices, Fabiana ericoides, F. denudata,* asociados localmente con especies como *Adesmia hystrix, Atriplex axillaris, Ephedra andina, Lippia deserticola,* una especie cespitosa de *Opuntia, Phacelia viscosa, Senecio graveolens, Calandrinia salsoloides, Artemisia copa, Phacelia viscosa,* etc.

En los lugares en donde los arbustos son menos densos, se empiezan a manifestar asociaciones pertenecientes a la formación que le sigue en altura, esto es, de la estepa andina.

7. *Estepa andina.*—La estepa andina es una formación constituída principalmente por asociaciones de gramíneas de carácter xerófito, formando champas perennes y mezcladas con algunas comunidades de arbustos enanos, subarbustos y hierbas perennes.

Se extiende en las altas mesetas de la Cordillera de los Andes, en el extremo norte, y más al sur cubre los faldeos de los cordones montañosos, los grandes planos disectados andinos y alcanza, a veces, hasta las cumbres inferiores en los lugares protegidos de los vientos dominantes.

Esta formación está a menudo interrumpida por grandes extensiones desvegetadas, ya sea por efecto de la exposición al viento, como por constituir emergencias rocosas. En ella se encuentran también las *vegas andinas,* formadas por afloramiento de aguas provenientes del derretimiento de las nieves, algunas veces, y otras, por emergencia de aguas termales. Estas vegas forman conjuntos vegetacionales muy densos, que procuran abundante alimento a las recuas de ganado. Ellas son muy características en los contornos de las lagunas y de los salares.

La *estepa andina* es una formación que se puede considerar existente a lo largo de todo el país, pero como su composición florística varía mucho, en la medida en que se avanza en latitud, consideraremos sólo como estepa andina, la formación de la zona xeromórfica, que se extiende por la Cordillera de los Andes hasta la latitud aproximada de 31° 30'. La densidad de esta estepa es muy variable. Mien-

tras que ella es muy densa en los departamentos de Arica y Pisagua, en el departamento de El Loa es mucho más rala. Como es obvio, esto depende de las precipitaciones.

Las principales especies son: *Stipa frigida* y *S. ichu*, especies de *Distichlis*, *Polypogon*, *Poa* y *Festuca*, *Werneria*, *Gentiana* y *Astragalus;* entre los arbustos pueden mencionarse *Chuquiragua oppositifolia*, *Adesmia histrix*, *Baccharis genistelloides*, *Erigeron senecioides* y otras especies.

La estepa andina se desarrolla entre los 3.500 y los 4.000 m.

8. *Llaretales.*—Por sobre los 4.000 m. solamente se encuentran plantas que crecen en cojines, designadas con el nombre genérico de llaretas, y árboles achaparrados de queñoa. Gracias a su crecimiento difícil, las yerbas lignifican en la base, y constituye esta formación el principal recurso de combustible del norte. Las especies más interesantes son *Laretia compacta*, *Azorella* spp., *Laretia acaulis*, etc. *Pycnophyllum molle* crece en forma parecida. El arbol de la queñoa, *Polylepis incana*, concurre con las plantas mencionadas.

b) Observaciones sobre el valor económico de las plantas

Las plantas de las formaciones que hemos mencionado tienen un interés económico tanto más notable, cuanto que ellas se encuentran en una región prácticamente considerada como desprovista de vegetación. La penuria de madera ha hecho que se explotaran desde tiempos inmemoriales, todas las especies leñosas. Los pastizales efímeros que se forman con ocasión de las escasas e irregulares lluvias, son utilizados por el hombre en sus tareas de pastoreo, y en las ciudades, con ocasión de ellas, se desarrolla un curioso comercio de sus flores. Son las formaciones andinas y sub-andinas las que el hombre somete a contribución con más regularidad. El tolar y la estepa andina, constituyen la faja de pastos a que nos hemos referido en otros capítulos, en donde encuentran su alimento los 58.221 llamos y alpacas que existen en la región, junto con los 11.090 burros. Hacia el sur, el jaral costero y el jaral desértico son el asiento de la ganadería de caprinos, que empieza a desarrollarse exactamente en la misma medida en que, por penetración hacia el interior del jaral costero, se dispone de una vegetación más extendida. En las precarias condiciones que determina la poca densidad de la cubierta vegetal, la ganadería debe ser trashumante, y buscar continuamente los campos no agotados.

A pesar de que, en la mayoría de los casos, el interés económico de la cubierta vegetal radica principalmente en su continuidad y re-

gularidad, hay algunas especies que merecen destacarse. En este sentido, hay que advertir que los pajonales y vegas a que nos hemos referido, tienen un interés económico descollante, y algunos de ellos, aun, han dado ocasión a actividades de orden industrial. Como dijimos oportunamente, la vegetación en cojines es explotada sistemáticamente como fuente de combustible. Este combustible se destina principalmente a fines domésticos, pero son las llaretas, también, el principal combustible a que se echa mano en la explotación del azufre. La vegetación de las vegas, en las cuales *Ephedra andina* (pingo-pingo), y *Atriplex retusum* (cachiyuyo), tienen un desarrollo que logra ser hasta de 2 m. de altura, se explotan activamente para la fabricación de carbón, que se utiliza en la elaboración de la pólvora (Salar de Atacama). Las plantas de pantano y las gramíneas de inflorescencias abundantes se utilizan para fabricar las techumbres de las casas en la región andina.

En todo caso, la utilización de la vegetación como recurso económico queda limitado a los usos locales, puesto que no existen condiciones físicas satisfactorias para la producción de elementos de vegetación que tengan interés para la exportación o el intercambio regional.

Mencionaremos todavía algunas plantas que tienen algún interés económico: *Euphorbia lactiflua*, produce latex (vulgarmente llamada por esto lechero); *Polygonum quinoa* (quinoa) produce un grano comestible; el algarrobo (*Prosopis chilensis*, *P. alpataco*, etc.) produce vainas comestibles; el chañar (*Gourliea decorticans*) produce buena madera para las construcciones.

c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del norte extremo

En cada uno de los cuadros vegetacionales que hemos tenido ocasión de analizar se presenta una fauna asociada, la cual tiene mayor o menor variedad, según sea la riqueza de ellos. Los animales que viven en el ambiente considerado, a veces dependen exclusivamente de los cuadros vegetacionales para su sustento, pero otras veces, como sucede en la costa, muchos de ellos buscan sus recursos en el mar. En este sentido, las aves, por su potencia de vuelo, logran independizarse notablemente de los cuadros inmediatos en que se las encuentra, y cubrir amplias extensiones con su difusion.

En el desierto costero encontraremos así algunos animales de habitat acuático, que logran penetrar a los roqueríos de la costa y que aun habitan cavernas y sitios litoráneos habitualmente, de tal manera que nos veremos obligados a mencionarlos.

Las enumeraciones que haremos en seguida, se limitarán a los

animales característicos y a aquellos que, de un modo u otro, tengan interés para la economía. Para seleccionar los nombres, hemos contado con la colaboración de Guillermo Mann F. y R. A. Philippi, a quienes agradecemos aquí su aporte.

En el desierto costero de todo el norte se encuentran algunos mamíferos, como son *Pseudalopex griseus domeykoanus* (chilla) y el *P. culpaeus* (culpeo). En los roquedales de la costa es frecuente encontrar a *Otaria flavescens* (lobo de un pelo) y a *Lutra felina peruviensis* (chungungo). Bastante frecuente en las cavernas del litoral es el vampiro: *Desmodus rotundus d'Orbignyi* (piuchén).

Entre las aves que pueblan este litoral y que tienen gran importancia, puesto que son las formadoras del guano, debemos mencionar como de primera importancia a *Sula variegata* (piquero), *Pelecanus thagus* (pelícano), *Phalacrocorax bougainvillei* (guanay). En el litoral también es frecuente un pájaro niño: *Spheniscus humboldtii* y *Larus modestus* (garuma) que nidifica en las pampas de la cordillera de la costa.

En los valles y oasis del norte se encuentra una fauna bastante variada, entre la cual hay que mencionar la salamanqueja (*Phyllodactilus gerrhopygus*), la laucha orejuda (*Phyllotis darwini rupestris*), el culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Las aves más frecuentes son *Crotophaga sulcirostris* (mata-caballos) y *Zenaida asiatica meloda* (paloma). Como vectores de enfermedades se tiene a los insectos *Anopheles pseudopunctipennis* (zancudo) y *Triatoma infestans* (vinchuca). Una araña venenosa completa este cuadro: *Loxosceles laeta* (araña negra).

En la Pampa del Tamarugal, el organismo animal más característico es el tuco-tuco (*Ctenomys robustus*).

En los planos inclinados por los cuales se asciende al altiplano, existe una topografía más accidentada, debido a la acción erosiva de las aguas corrientes, al mismo tiempo que algunas serranías se destacan, formando un bio-topo bien característico. La vegetación corresponde a la formación preandina de cactáceas columnares. En este ambiente se encuentran el huemul del norte (*Hippocamellus bisulcus antisiensis*), el guanaco (*Lama guanicoe*), el puma (*Puma concolor puma*), la vizcacha del norte (*Lagidium viscacia cuvieri*), etc. Entre las aves pueden señalarse como características el cóndor (*Vultur gryphus*) y la perdiz (*Nothoprocta ornata*).

En los cuadros vegetacionales de la Puna se encuentra una fauna más variada y más acantonada en biotopos especiales. En el tolar, por ejemplo, pueden mencionarse, como elementos faunísticos que le dan carácter, al quirquincho (*Chaetophractus nationi*), al chingue real (*Conepatus rex*), al cuy (*Galea musteloides*); en las porciones cubiertas por la estepa se destacan, por su gran papel en la vida de estas regiones,

la vicuña (*Vicugna vicugna*), la alpaca (*Lama pacos*), la llama (*Lama glama*), el avestruz (*Pterocnemia tarapacensis*) y la perdiz llamada kiula (*Tinamotis pentlandii*); en los roqueríos, varios roedores son característicos, entre los cuales deben mencionarse la chinchilla (*Chinchilla boliviana*), el chinchillón (*Chinchillula sahamae*) y el ratón chinchilla (*Abrocoma cinerea*).

Finalmente, en los contornos de los lagos y de los salares son características las siguientes aves: *Fulica gigantea* (Tagua gigante), *Phoenicoparrus andinus* (parina), *Recurvirostra andina* (caiti) y *Chloephaga melanoptera* (guayata, piuquén).

III. *Zona mesomórfica*

En el capítulo de climatología llamamos la atención al hecho de que, al sur de la Serena, ya se observan precipitaciones regulares y abundantes durante los inviernos. El aumento de las precipitaciones hacia el sur se hace con gran rapidez, de tal manera que en Valparaíso se mide un promedio anual superior a 500 mm. La cantidad de agua de que pueden disponer las plantas en el sector litoral se ve acrecida por la continua humedad de la atmósfera y por la existencia de neblinas mojadoras muy frecuentes, que no sólo aportan agua, sino que también son importantes al reducir las pérdidas de humedad por evaporación, de tal manera que en la región vecina al mar la vegetación encuentra un notable apoyo en esta humedad atmosférica. La consecuencia de estos hechos es que, ya inmediatamente al sur de La Serena, en la desembocadura del río Limarí, se presenta la primera agrupación forestal: los bosques de Fray Jorge y Talinay. Un hecho curioso lo constituye la composición florística de este bosque, pues en él se encuentran especies arbóreas que sólo vamos a encontrar notablemente más al sur (*Aextoxicon punctatum* = olivillo y *Drimys Winteri* = canelo). Pero desde allí hacia el sur, todas las serranías paralelas a la costa y colocadas en su vecindad van a presentar una vegetación en la cual los árboles mesófilos juegan un papel preponderante, y continuamente se asocian en un matorral alto, con aspecto de bosque. Aunque a la fecha actual estos matorrales han sido despiadadamente explotados por el hombre, todavía se encuentran algunos testimonios importantes.

Es natural que estos cuadros vegetacionales, en los que las plantas arbóreas entran a jugar un papel tan importante, se vean, en la parte más septentrional, exclusivamente limitadas a las serranías vecinas a la costa. Pero, a medida que se avanza hacia el sur, esta zona de bosques mesófitos penetra cada vez más hacia el interior, y abarcaba antiguamente ya todo el ancho del país en la latitud de Jahuel.

Por otra parte, por las pendientes de los Andes, en donde las precipitaciones se ven notablemente acrecidas por el valor de los relieves, se vuelven a encontrar estas asociaciones densas, de árboles con abundante follaje verde.

En estricto sentido, la zona mesomórfica debiéramos hacerla comenzar con el Limarí, pero el área cubierta por ella es todavía despreciable, con relación a la superficie del país. Por eso se ha preferido el río Choapa, a partir del cual, ya los bosques mesófilos se regularizan y constituyen el rasgo dominante en las quiebras de los cerros y en las cumbres.

Como corresponde a la mayor cantidad de precipitaciones y a las vicisitudes que crea el relieve accidentado, con relación a las precipitaciones, los cuadros vegetacionales que vamos a encontrar en esta parte de Chile serán mucho más variados. La vegetación se acusa, en las regiones correspondientes, como extraordinariamente sensible a las variaciones de exposición de las montañas, y a la posición en altitud. De esta manera, las formaciones que describiremos más adelante, corresponden a grandes cuadros, dentro de los cuales hay notables variaciones, pero que siempre es posible caracterizarlos, gracias a su composición florística y a sus características vegetacionales.

Lo mismo que en el caso anterior, vamos a librar a la descripción del engorro de la ordenación sistemática, para dejar un mejor juego a la comprensión geográfica del desarrollo de la vegetación.

a) Las formaciones vegetales

9. *Estepa con Acacia cavenia.*—La más característica de las formaciones de la zona mesomórfica es la estepa con *Acacia cavenia* (espino). Ella aparece ya bien constituída en la región, algunos kilómetros al sur del río Limarí, en donde constituye la continuación del jaral desértico, y se extiende a través del Valle Longitudinal hasta la región del Laja, en donde la humedad es notablemente mayor.

En su parte más septentrional, esta formación se encuentra en los valles longitudinales del interior de la montaña y en los transversales formados por los ríos principales que llevan aguas al mar. Pero es en las regiones planas de más al sur (Valle Central) donde presenta su aspecto más típico. Aquí forma los llamados «espinales» (de la palabra espino, que designa, en expresión vernacular, a *Acacia cavenia*). En las pendientes de la Cordillera de los Andes, lo mismo que en los cerros-islas que se levantan en el Valle Longitudinal, la formación se mezcla en un ecotono con los representantes de las asociaciones de plantas que se encuentran en las formaciones vecinas, perdiendo, de esta manera, su carácter.

El aspecto general de la estepa con *Acacia cavenia* es el de una maraña más o menos abierta, de árboles y arbustos espinudos, con una cubierta herbácea rica en plantas anuales, de vida primaveral.

La especie arborescente dominante es *Acacia cavenia*, asociada con varios otros arbustos altos y pequeños árboles, los más importantes son: *Proustia pungens, Trevoa trinervis, Colletia spinosa, Quillaja saponaria, Maytenus boaria, Schinus dependens, Sch. pollyphyllus, Adesmia arborea, Talguenea costata, Cestrum parqui, Boldea boldus, Podanthus mitiqui, Colliguaya odorifera, Eupatorium Salvia, Baccharis rosmarinifolia, Porlieria chilensis, Lithraea caustica, Haplopappus* spp., etc. En los sitios húmedos, *Salix chilensis* y *Maytenus boaria* sustituyen a las especies anteriores.

La vegetación herbácea está compuesta por: *Godetia Cavanillesii, Anemone decapetala, Oxalis rosea, O. lobata, O. micrantha, Moscharia pinnatifida, Geranium Robertianum, Galium aparine, Tecophilae violaeflora, Chaetanthera moenchioides, Scilla chloroleuca, Trichopetalum stellatum, Gilia laciniata, Sisyrinchium pedunculatum, Alonsoa incisifolia, Pasithea coerulea, Calceolaria spp., Calandrinia compressa*, especies de los géneros: *Stipa, Bromus, Nassella, Melica, Tropaeolum, Gastridium, Gnaphalium, Dioscorea, Erigeron, Valeriana, Verbena* y de varios otros de menor importancia.

Los llamados palmares, asociaciones de *Jubaea chilensis*, como los de Ocoa y Cocalán, pueden considerarse como una formación forestal, pero, en consideración a su débil extensión y a que los arbustos con los cuales concurre son, en gran parte, los mismos que integran la asociación de *Acacia cavenia*, los incluímos en esta formación. La especie dominante es *Jubaea chilensis* y las subdominantes son *Acacia cavenia, Quillaja saponaria, Lithraea caustica, Trevoa trinervis, Boldea boldus, Proustia pungens, Cryptocarya rubra, Cereus chilensis* y otras pocas más.

10. *Estepa costera de arbustos y yerbas mesófitas.*—Esta formación se extiende desde los 31° hasta los 34° por las planicies costeras y los terrenos ondulados antepuestos a la Cordillera de la Costa. Muchos de los elementos característicos de la formación costera septentrional faltan en ella, como *Oxalis gigantea* y varias especies de *Cristaria*. En esta formación se encuentra el límite norte de *Stenandrium dulce* y *Chaptalia exscapa*, del mismo modo que el meridional de *Polyachyrus*. El área geográfica del género *Chlorea* comienza en esta formación.

Nolanaceae y *Cactaceae* son abundantes, y las especies más características, aunque no las dominantes, son *Fuchsia rosea, Carica chi-*

lensis, Lucuma valparadisiaea, Passiflora pinnatiffida, y *Teocophilae violaeflora.*

El aspecto general de la formación es el de una estepa enmarañada, con una cubierta primaveral herbácea muy rica. Las cactáceas y las bromeliáceas son frecuentes. Se encuentran algunas áreas pantanosas y matorrales arbustivos en los sitios húmedos y quiebras de los cerros.

Las especies más importantes son: *Bahia ambrosioides, Senecio brachylobus, S. paucidentatus, Eupatorium Salvia, Margyricarpus setosus, Schinus dependens, Baccharis concava, Cereus chilensis, C. nigripilis, Eulychnia breviflora, Echinocactus* spp., *Opuntia* spp., *Puya chilensis, P. coarctata, Lithraea caustica, Solanum maglia, S. pinnatum, S. maritima, Calandrinia discolor, Nolana rupicola, N. paradoxa, Dolia vermicularis, Cristaria intermedia, Menonvillea orbiculata, Mesembrianthemum chilense, Euphorbia chilensis,* etc.

En los sitios pantanosos, la vegetación se compone de especies higrófilas, como *Malacochaete riparia, Hydrocotyle ranunculoides, Nasturtium officinale, Cotula coronopifolia, Gunnera chilensis, Lomaria* sp. y pequeñas *Cyperaceae.*

Los matorrales, en el fondo de los quiebras de los cerros o cerca de los pantanos, están formados por: *Drimys Winteri, Myrceugenia pitra, Azara lanceolata, Boldea boldus,* y especies de *Escallonia* y *Cissus striata,* se les encuentra a menudo junto con helechos, como *Lomaria chilensis* y *Pegopteris spectabilis.*

11. *Formación de los matorrales arborescentes de la Cordillera de la Costa.*—Esta es una formación que habitualmente presenta tres estratos de vegetación: arbórea, arbustiva y un tapiz de yerbas anuales y perennes. Se extiende por las pendientes y colinas de la Cordillera de la Costa, entre los 30° 50′ hasta los 36° 30′ de Lat. S. En partes se ve interrumpida por asociaciones típicas de montaña en las altitudes mayores, y por asociaciones forestales de carácter higrófilo, en las partes más húmedas.

Las especies más importantes en la formación son: *Lithraea caustica, Schinus latifolius, Sch. dependens, Boldea boldus, Quillaja saponaria, Maytenus boaria, Adesmia arborea, A. baccharoides, Baccharis concava, B. panniculata, B. rosmarinifolia, Acacia cavenia, Colliguaya odorifera, Trevoa trinervis, Kageneckia oblonga, Adenopeltis colliguaya, Muehlenbeckia chilensis, Cestrum parqui, Senecio paniculatus, S. trilobus, S. capricus, Eupatorium Salvia, E. glechonophyllum, Haplopappus Berteri, H. foliosus, H. litoralis, Sophora macrocarpa, Aristotelia chilensis, Podanthus mitiqui, Porlieria chilensis, Bahia ambrosioides, Psoralea*

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

glandulosa, Puya chilensis, P. coarctata, Flourensia thurifera, Chusquea parvifolia, etc.

El tapiz herbáceo se compone de: *Eryngium paniculatum, Cummingia campanulata, Asteriscium chilense, Madia sativa, Cephalophora chilensis, Calceolaria corymbosa, C. ascendens, Lathyrus epetiolaris, Gutierrezia paniculata, Lupinus microcarpus, Oxalis carnosa, O. laxa, O. articulata, O. rosea, Alonsoa incisifolia, Vicia vicina, Valeriana simplex, Verbena sulfurea, Tropaeolum tricolor, Sisyrinchium graminifolium, Leucocoryne alliacea, Hippeastrum bicolor, Acaena trifida, Melica aspera, Aristolochia chilensis, Chloraea aurantia, Calandrinia compressa, Viola asteriae, Leuceria* sp., etc.

La vegetación que se encuentra en las quebradas presenta como especies muy constantes: *Drimys Winteri, Boldea boldus, Azara celastrina, Persea lingue, Cryptocarya rubra, Myrceugenia apiculata, M. pitra, Crinodendron patagua* y *Aristotelia chilensis.* Con estas especies, hasta los 34° de Lat. sur, se mezclan *Bellota Miersii, Beilschmedia Berteroana, Escallonia pulverulenta, E. illinita, Cassia stipulacea* y *Fuchsia lycioides.* Más al sur, *Persea lingue, Rhaphithamnus spinosus* y *Citronella chilensis* toman un papel importante. En el extremo sur, *Aextoxicon punctatum,* que ha sido escaso a través de toda la formación, y *Nothofagus obliqua,* que se presenta en algunas localidades, comienzan a presentarse como miembros importantes en las quebradas. La vegetación herbácea de las quebradas, presenta helechos.

12. *Matorrales espinosos subandinos.*—A partir de los 32° de Lat. sur, el tolar, que ha sido la formación andina en la región xeromórfica, deja lugar a un matorral con numerosas plantas espinosas, pero en el cual varios arbustos mesomórficos descuellan por su importancia. Estos arbustos adquieren características arborescentes en las quebradas de los cerros, a medida que se avanza hacia el sur. Sin embargo, los individuos de las especies espinosas constituyen todavía una considerable proporción de la cubierta.

La altitud a que se encuentra esta formación va de los 600 a los 1.300 m. Las temperaturas son ligeramente más bajas que en el Valle Central, al mismo tiempo que las precipitaciones se presentan más abundantes. A consecuencia de esto, la vegetación es más densa y tiene un valor de cubierta superior al de las formaciones vecinas.

Los principales arbustos son: *Colletia spinosa, Proustia pungens, P. baccharioides, Trevoa trinervis, Talguenea costata, Porlieria chilensis, Ophryosphorus triangularis, Schinus dependens, Sch. polygamus, Colliguaya odorifera, Acacia cavenia, Cereus chilensis, Eulychnia acida, Puya coarctata, Flourensia thurifera, Adesmia arborea, Adesmia* spp., *Lithraea caustica, Cassia closiana, Boldea boldus, Eupatorium*

Salvia, E. glechonophyllum, Quillaja saponaria, Podanthus mitiqui, Cryptocarya rubra, Muehlenbeckia chilensis, Baccharis confertifolia, B. rosmarinifolia, B. panniculata, Haplopappus multifolius, H. acerosus, Lobelia salicifolia, Cestrum parqui, Fabiana imbricata, Azara Gilliesii, etc.

La cubierta herbácea primaveral es relativamente rica y abundante. Hay *Calceolaria* spp., *Verbena erinoides, V. sulfurea, Oxalis rosea, Oxalis* spp., *Sisyrinchium pedunculatum, Alstroemeria pulchra, Chaetanthera monochioides, Vicia vicina, Madia sativa, Galium aparine*, etc.

Quillaja saponaria, Lithraea caustica y *Prosopis chilensis* alcanzan desarrollo arbóreo en las pendientes y el fondo de las quebradas intermitentes. *Myrceugenia chequen, Azara gilliesii, Cryptocarya rubra, Maytenus boaria* y *Crinodendron patagua* toman desarrollo arbóreo en las planicies aluviales y en los lechos de los ríos.

13. *Formación xeromórfica andina.*—La fisonomía de esta formación es muy variada: pequeños arbustos, pastos en champas, plantas en cojines, todas las cuales forman una cubierta rala, con grandes espacios desnudos y rocosos. El rasgo característico de la formación lo ofrece su marcado xerofitismo, el cual es ocasionado por las bajas temperaturas durante la mayor parte del día, las cuales no permiten el agua líquida. Esta formación es la continuación meridional de la estepa andina del norte. Su altitud varía entre los 2.000 y los 4.000 m. para la parte septentrional, y entre 2.100 y 2.800, para la parte sur. El límite superior corresponde al límite inferior del erial andino y la zona de las nieves permanentes.

Esta formación se extiende desde las latitudes del Coquimbo (30° 20′) hasta los Andes de Curicó, en forma cerrada; más al sur aparece en manchas.

Las especies arbustivas principales son las siguientes: *Fabiana imbricata, Nardophyllum revolutum, Chuquiragua oppositifolia, Ephedra andina, Anarthrophyllum andicola, A. elegans, A. Cummingii, Adesmia oligophylla, Berberis empetrifolia*, etc.

Las plantas en cojines más importantes—que son las que dan carácter a esta formación—son las siguientes: *Laretia acaulis, Azorella apoda, A. laevigata., A. madreporica, Anartrophyllum umbellatum, Calandrinia rupestris, Verbena spatulata, Pycnophyllum lanatum.* etc. Estas dominan en los sitios áridos. En los sitios húmedos, tienen este interesante modo de crecimiento: *Patosia clandestina, Oxychloe andina* y *Scirpus hieronymi.*

Los pastos en champas se encuentran representados por *Stipa chrysophylla, Hordeum jubatum, Festuca* spp. y otros. Mezcladas con

estas plantas crecen muchas yerbas, que se desarrollan con gran rapidez, tan pronto se retiran las nieves invernales.

Solamente a vía de ejemplo vamos a dar unos cuantos nombres, porque las especies son muy abundantes y su enumeración nos llevaría muy lejos: *Mutisia sinuata, Carmelita spatulcta, Calceolaria plantaginea, Viola aizoon, Calandrinia affinis, Geantus* sp., *Nicotiana scapigera, Acaena splendens*, etc.

14. *Matorral costero mesomórfico.*—A partir de los 34° de Lat., adosada a la costa, corre una faja de matorrales que debemos diferenciar de la estepa costera. Estos ocupan las planicies de abrasión marina que tienen un notable desarrollo en esta parte de Chile; alcanza por el sur hasta los 37° de Lat.

Su aspecto general es muy variable, pero se les puede caracterizar por la existencia de arbustos abundantes, hasta arbóreos, con una cubierta herbácea de plantas perennes. Las especies arborescentes son de carácter mesofítico; sin embargo, no es raro encontrar algunas plantas xerófilas. Los arbustos dominantes son: *Boldea boldus, Podanthus ovalifolius, Sophora macrocarpa, Eupatorium Salvia, Lobelia salicifolia, Baccharis concava, Schinus latifolius, Empetrum rubrum, Colliguaya odorifera, Bahia ambrosioides, Lithraea caustica, Adenopeltis colliguaya*, etc. Entre ellos viven *Puya coarctata, Griselinia scandens, Echinocactus* sp. etc. En las partes pantanosas crecen *Drimys Winteri, Blepharocalyx divaricatus, Myrceugenia apiculata, Eugenia chequen, Escallonia revoluta, Azara* sp., que se mezclan con las yerbas siguientes: *Gunnera chilensis, Senecio hualtata, Scirpus* y *Carex* spp.

Las plantas herbáceas que se encuentran en la cubierta inferior son principalmente las siguientes: *Pasithea coerulea, Tropaeolum* sp., *Panicum d'Urbilleanum, Aristida pallens, Leuceria peduncularis, Fragaria chiloensis, Plantago tumida, Leucocoryne alliacea*, etc.

15. *Bosque abierto andino, sin coníferas.*—Entre los 600 y los 1.200 m., por las pendientes externas de los Andes, se desarrolla un bosque mixto bastante rico, en el cual el roble, el coihue y el olivillo, se encuentran formando asociaciones importantes. Este bosque no tiene área continua, sino que se desarrolla en aquellos sitios en donde se presentan condiciones favorables. Se le encuentra desde los 35° de Lat., aunque ha existido en el pasado, en áreas importantes, en regiones situadas más al norte. El rasgo característico, desde el punto de vista floral, lo constituye la ausencia de coníferas; y desde el punto de vista fisiognómico, el sotobosque relativamente abierto. En las partes bajas, este sotobosque presenta comunidades importantes de *Chusquea*, pero tan pronto se sobrepasan los 800 m., éstas tienden a desapa-

recer. Las especies arborescentes dominantes son *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus Dombeyi* y *Bellota nitida*. En las partes bajas, *Drimys Winteri*, *Persea lingue*, *Lomatia ferruginea* y *Lithraea caustica* son abundantes. El carácter mesofítico de la formación se marca mejor en el estrato vegetacional intermedio, en donde encontramos *Aristotelia chilensis*, mezclada con individuos mal desarrollados de *Lithraea caustica*, *Lomatia ferruginea*, etc. La cubierta herbácea es una asociación de: *Hydrocotyle chamaemorus*, *H. marchantioides*, *Nertera depressa*, *Osmorrhiza Berterii*, *Lagenophora hirsuta*, *Adenocaulon chilensis*, *Senecio otites*, *S. calocephalus*, *Viviana elegans*, *Mutisia decurrens*, etc.

16. *Matorral preandino de hojas lauriformes.*— Las pendientes más inferiores de los Andes, entre el río Cachapoal (34° 05′ de Lat. S) y el Quillén (38° 25′), presentan una formación de un carácter abiertamente mesofítico. El aspecto de esta formación es un matorral denso, que en las quiebras presenta una asociación de árboles siempre verdes. Los dominantes son *Fabiana imbricata*, *Colletia* sp., *Ephedra andina*, *Chuquiragua oppositifolia*, *Retamilla ephedra*, entre los arbustos. Las especies más altas que se mezclan con las anteriores son: *Boldea boldus*, *Cryptocarya rubra*, *Crinodendron patagua*, *Persea lingue*, *Lithraea caustica*, etc. En los sitios húmedos se mezclan con ellos *Aristotelia chilensis*, *Drimys Winteri*, *Myrceugenia apiculata*, *M. chequen*, *Escallonia rubra*, etc.

El estrato inferior de la vegetación está compuesto por yerbas y arbustos enanos, entre los cuales conviene señalar: *Alstroemeria*, *Schizanthus*, *Calandrinia*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Danthonia*, *Melica*, *Aster*, *Calamagrostis*, *Loasa*, etc.

17. *Bosque transicional o maulino.*—Entre las latitudes de 34° 55′ y 37° 20′, la Cordillera de la Costa presenta una formación de carácter boscoso que puede considerarse como un ecotono entre las formaciones arbustivas que se extienden al norte de ella y la selva valdiviana de la costa.

Aunque el área de esta formación tiene una estación seca más o menos marcada durante los meses del verano, dispone de mayores lluvias que las regiones situadas inmediatamente más al norte y al este; aun más, la vegetación aprovecha mejor estas mayores lluvias, gracias al efecto de las frecuentes neblinas de origen oceánico.

La duración de la estación seca disminuye a medida que aumenta la latitud, y con este acortamiento de la sequía estival aumentan las especies componentes de las formaciones más higrófilas de más al sur.

En esta formación se nota una distribución de los elementos vegetacionales de la zona mesomórfica en los lugares más aridos, tales como

los faldeos con exposición norte y aquellos lugares con suelos delgados y rocosos, mientras que los de la zona higromórfica se presentan principalmente en sitios húmedos, como quebradas, valles, orillas de los cursos de agua y faldeos con exposición sur.

Los árboles principales son *Nothofagus obliqua, N. Dombeyi, N. glauca, N. Alessandrii, N. Leoni* (estos dos endémicos del área de la formación), *Persea lingue, Aextoxicon punctatum., Drimys Winteri, Laurelia sempervirens, Podocarpus nubigenus* y *Saxegothaea conspicua.* El estrato de árboles pequeños del bosque, que es también el único que se encuentra en las regiones algo más áridas, está formado por: *Boldea boldus, Quillaja saponaria, Lithraea caustica, Villaresia mucronata, Myrceugenia apiculata, Myrtus luma, Guevina avellana, Gomortega queule, Cryptocarya rubra, Caldcluvia paniculata, Lomatia ferruginea, L. dentata, Weinmannia trichosperma* y *Flotowia diacanthoides.*

Los principales arbustos son: *Rhaphithamnus spinosus, Aristotelia chilensis, Baccharis concava, Kageneckia oblonga, Sphacele campanulata, Fuchsia coccinea, Chusquea spp., Podanthus ovalifolius, Ugni Molinae, Psoralea glandulosa, Empetrum rubrum,* etc.

Las trepadoras están mejor representadas por *Lapageria rosea, Boquila trifoliata, Luzuriaga radicans, Herreria stellata* y *Cissus striata.*

En los lugares más húmedos del bosque se encuentra una densa cubierta formada principalmente por *Lomaria chilensis, L. magellanica, Blechnum spp., Himenophyllum spp., Gleichenia spp., Nertera depressa, Greigia sphacelata* y *Disopsis glechomoides.*

En las superficies demasiado secas para el desarrollo del bosque se encuentra una rica flora herbácea primaveral, compuesta principalmente por: *Fragaria chiloensis, Acaena argentea, Viola maculata, Linum aquilinum, Chevreulia stolonifera, Aristida pallens, Hypericum chilense,* especies de *Calceolaria, Hyppeastrum, Oenothera,* etc.

b) Observaciones sobre el valor económico de las plantas

Según Reiche, «si se siguiera un cultivo racional, casi no cabe duda que se obtendrían fácilmente productos valiosos de los árboles y arbustos frutales indígenas, como *Gomortega nitida* (queule), *Lucuma valparadisaea* (lúcuma), *Cryptocarya rubra* (peumo), *Aristotelia chilensis* (maqui), *Berberis* (calafate y michai) y *Ribes* (murta)».

En realidad, nuestro país aprovecha sus especies vegetales casi exclusivamente en su estado silvestre, existiendo un amplio campo de investigación para realizar la idea del ilustre botánico que hemos citado.

En este lugar, nos vamos a limitar a señalar algunas aplicaciones

prácticas de esas especies, sin que esta pequeña reseña pretenda abarcarlas todas.

Frutales.—Una serie de especies endémicas dan frutos, entre las cuales merecen señalarse los de *Jubaea chilensis*, nuestra palma, que da drupas esféricas, produciendo un árbol hasta diez mil; de *Cryptocarya rubra*, el peumo, cuyos frutos tienen un largo de 2 cms. y son rojos pupúreos por un lado y blancos por el otro, de sabor aceitoso y aromático, que se consumen cocidos; de *Boldea boldus*, el boldo, que son de pequeño tamaño y buen sabor; de *Lucuma valparadisaea*, el lúcumo, que tiene aplicación industrial bastante amplia; de los géneros *Cereus* y *Opuntia*, los quiscos y las tunas, que dan frutos denominados copaos, guillaves y tunas, en muchas partes de la zona central y septentrional cultivados en las huertas; de *Mesembrianthemum chilense*, la doca o frutilla de mar, que crece sobre las dunas y cuyo fruto recuerda a la grosella; y de *Lapageria rosea*, el copihue, cuyo fruto se consume igualmente.

Para preparar bebidas y jarabes se empleaban antiguamente los frutos de muchas especies, pero el consumo de bebidas derivadas de plantas importadas ha hecho innecesario recurrir a ellas. No obstante, todavía se usa para este fin el fruto del molle, *Schinus molle*, y la corteza y las hojas de *Psoralea glandulosa*, el culén. *Jubaea chilensis*, la palma chilena, por su parte, al ser cortado el árbol, da unos 300-400 litros de jugo, del que se obtienen 50 - 60 kgs. de la llamada miel de palma, industria que todavía subsiste en Cocalán y Ocoa.

Verduras.—Muy popular en casi todo el país es el berro, que se obtiene de las especies *Nasturtium officinale* y *Cardamine nasturtioides*. De la *Puya*, el chagual, se prepara una verdura dulce, cortándola en discos; sus troncos tiernos se consumen como ensalada.

Tubérculos y bulbos.—Los tallos subterráneos de una serie de especies eran consumidos antiguamente y todavía lo son, en parte, encontrándose entre ellas las dioscoreáceas, tropaeoláceas, oxalidáceas y liliáceas. De *Alstroemeria ligtu*, el lluto, se prepara chuño.

Fibras.—Las especies *Jubaea*, *Typha* y *Festuca*, o sean, la palma chilena, la totora y el coirón, suministran un excelente material para techumbres.

Para la fabricación de esteras se emplean materiales de *Typha*, *Juncus* (junco), *Scirpus* (taguatagua, totora) y *Greigia Landbecki* (ñocha).

Hilos textiles pueden elaborarse de *Jubaea chilensis* y de *Puya alpestris*.

Curtientes.—Un material curtiente de excelente calidad lo suministra *Balsamocarpon brevifolium*, la algarrobilla, cuyo fruto contiene 50% de ácido tánico y que, además de su consumo en el país, constituye un artículo de exportación de importancia del Norte Chico. Los frutos de *Acacia cavenia*, el espino, contienen 23% de la misma substancia. También puede utilizarse, para igual fin, *Cryptocarya* rubra.

Plantas medicinales.—Toda una farmacopea popular se basa en Chile en el empleo de especies vegetales para preparar medicinas, siendo innumerables las que tienen esta aplicación, de manera que nos excederíamos si pretendiéramos enumerar siquiera las más importantes. Muchas de ellas han encontrado aplicación en la industria, como *Boldea boldus*, de que se prepara la boldina, de renombre mundial.

Diversos usos industriales.—El quillay, *Quillaja saponaria*, contiene en su corteza la saponina, que se emplea tanto en el país, como fuera de él, exportándose fuertes partidas. *Puya alpestris* contiene una goma, cuya aplicación convendría estudiar, lo mismo que el contenido de caucho de *Lobelia* y de *Euphorbia lactiflua*.

Maderas y leñas.—La mayor parte de las antiguas existencias de árboles maderables han sido explotadas en toda la zona mesomórfica, pero todavía quedan algunas reservas desde la latitud de Curicó hacia el sur, cuya producción, sin embargo, representa una fracción muy pequeña de la nacional. Famosa era y es la industria de lanchas maulinas, especialmente en Quivolgo, donde se emplea *Nothofagus Leoni*, el roble colorado y *N. glauca* (roble del Maule), para su construcción.

Los arbustos xerófilos y las selvas cordilleranas suministran, en cambio, grandes cantidades de leña y de carbón vegetal, siendo especialmente afamado el de *Acacia cavenia* (espino), *Lithraea caustica* (litre), *Cryptocarya rubra* (peumo) y *Boldea boldus* (boldo). «Para reparo del frío—escribe el padre Ovalle—, crió Dios en todo este país dilatados y espesos montes de espino». Y, en realidad, la existencia de dos cordilleras cubiertas de arbustos leñíferos, en las vecindades de los centros poblados, ha hecho innecesario destinar las tierras feraces del Valle Central para la forestación.

Flores.—Los campos y cerros chilenos se cubren en primavera de una gran abundancia de hermosas flores, muchas de ellas de gran belleza. Desgraciadamente, como viven en un ambiente seco, es difícil

transplantarlas a los jardines, sometidos durante gran parte del año a regadío. No obstante, uno de los principales parques de la capital, que se extiende a lo largo del Mapocho, contiene un gran número de especies arbóreas indígenas.

c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del centro de Chile

En los roqueríos de la costa de Chile central se ven numerosos animales del mar, los cuales tienen sus madrigueras en los islotes antepuestos al litoral. Entre estos tiene importancia el chungungo (que en este caso corresponde a una sub-especie distinta de la del norte, la *Lutra felina felina*) y el lobo de un pelo (*Otaria flavescens*). Entre las aves que buscan su alimento en el mar y que se avecinan en el litoral, debemos mencionar el pájaro niño, que en este caso corresponde a *Spheniscus magellanicus*, el pato yeco (*Phalacrocorax olivaceus*), el pelícano y el pato lile (*Phalacrocorax gaimardii*). Estas aves se ven acompañadas por la gaviota común (*Larus dominicanus*), por el cahuil (*Larus maculipennis*), la garuma (*Larus modestus*), y por la golondrina del mar (*Sterna hirudinacea*).

En los matorrales del interior y en la estepa de *Acacia cavenia* es donde se presenta una fauna más rica y más variada. Entre los carnívoros encontramos al culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), la chilla (*Pseudalopex griseus*), el gato montés (*Lynchailurus pajeros*), el quique (*Grison cuja*). Entre los roedores cabe señalar, como característicos para estos ambientes, el ratón chinchilla (*Abrocoma bennetti*), el degú (*Octodon degus*) el cururo (*Spalocopus cyaneus*), el lauchón (*Phyllotis d. darwini*), la lauchita de los espinos (*Oryzomys longicaudatus*), el chingue (*Conepatus chinga*), el coipo (*Myocastor c. coypus*), y, finalmente, el conocido marsupial, la comadreja (*Marmosa elegans*).

Las aves características de estos paisajes son el zorzal (*Turdus falklandii magellanicus*), la tenca (*Mimus thenca*), el chercán (*Troglodytes musculus chilensis*), la diuca (*Diuca d. diuca*), el chincol (*Zonotrichia capensis chilensis*), el jilguero (*Spinus barbatus*), el chirihue (*Sicalis luteola luteiventris*), el mirlo (*Molothrus bonariensis*), el trile (*Agelaius thilius*), el tordo (*Notiopsar curaeus*), la loica (*Pezites militaris*), la rara (*Phytotoma rara*), la turca (*Pteroptochos megapodius*) y el loro grande (*Cyanoliseus patagonus byroni*). Las aves nocturnas más frecuentes son la lechuza (*Tyto alba tuidara*) y el chuncho (*Glaucidium nanum*). Entre las rapaces deben mencionarse como características las siguientes: el peuco (*Parabuteo unicinctus*), el águila (*Geranoaetus melanoleucus*), el cernícalo (*Cerchneis sparveria*), el tiuque (*Milvago chimango*) y el cuervo (*Plegadis falcenellus garauna*). Agreguemos

como aves de los ambientes boscados a la tórtola (*Zenaida auriculata*) y a la tortolita cuyana (*Columbina p. picui*). En los secanos es frecuente la perdiz (*Nothoprocta perdicaria*).

Los reptiles más frecuentes son la culebra de cola larga (*Dromicus chamissonis*), la culebra de cola corta (*Tachymenis peruviana*), las lagartijas (*Liolaemus sp.*) y la iguana (*Callopistes maculatus*). En los charcos y en las aguas corrientes se encuentran el sapo cuatro ojos (*Pleurodema bibronii*) y la rana grande (*Calyptocephalus gayii*).

En las aguas de los ríos se encuentran algunos peces, entre los cuales deben mencionarse como característicos las siguientes especies autóctonas: *Cheirodon pisciculus* (pocha), *Nematogenys inermis* (bagre), *Cauque mauleanum* (pejerrey); concurren a la fauna de agua dulce varias especies del género *Unio* (choro de agua dulce), *Aegla laevis* (pancora de río) y varias especies de *Parastacus* (camarón de río).

Finalmente, debemos mencionar como característicos para esta región, las siguientes alimañas: *Lathrodectus mactans* (araña de poto colorado), *Phryxotrichus sp.* (araña peluda), *Autostreptus chilensis* (milpiés) y *Hemiscolopendra chilensis* (cientopiés).

En la Cordillera de los Andes de la parte central de Chile, tanto en ambientes boscados como en los matorrales y roqueríos altos, se encuentran los siguientes animales: vizcacha del centro (*Lagidium v. viscacia*), el puma (*Puma concolor puma*) y algunos zorrinos. Como animales que en el pasado tuvieron bastante importancia, pero que se encuentran actualmente casi extinguidos, deben mencionarse el huemul (*Hippocamellus bisulcus*) y el guanaco (*Lama guanicoe*). Entre las aves que tienen su habitat principalmente dentro del ámbito andino, debe mencionarse el pato corta-corriente (*Marganetta armata*), el piuquén (*Chleophaga melanoptera*), la perdiz cordillerana (*Attagis gayi*), el cóndor (*Vultur gryphus*) y algunos loros de los roqueríos.

Concluyen por dar carácter a esta fauna andina el lagarto vivíparo (*Phymaturus palluma*) y el tabolango (*Paradoxomorpha crasa*).

IV. *Zona higromórfica y xeromórfica patagónica*

Más allá de los 38-39° de Latitud S, la disponibilidad de agua que encuentran las plantas en todos los sectores del país, es alta. Una vegetación caracterizada por rasgos higrofíticos, se acentúa poco a poco y cubre el país, prácticamente en toda su extensión, con bosques más o menos densos. Sólo en la región que se dilata directamente detrás de la Cordillera de Nahuelbuta y algunos sectores de la depresión intermedia, se presentan precipitaciones que, sin ser modestas, van a favorecer todavía un ligero mesofitismo. En todo caso, el monto de las precipitaciones va a ocasionar distintos grados de densidad en la cubierta

vegetal y variaciones de especies adaptadas cada vez más a un más alto higrofitismo. Este proceso alcanza su máximo hacia los 45° de Lat. S, a partir de donde se observa una nueva tendencia a la mesofitia, y aun xerofitia, por las bajas temperaturas. Los vientos, por su parte, limitan el desarrollo arbóreo en las partes expuestas directamente al oeste, en tanto que la extensión de los hielos en las partes montañosas, disminuye el área utilizable por la vegetación.

a) Las formaciones vegetales

18. *Matorrales de transición.*—Al sur del río Laja se desarrolla todavía un paisaje abierto, que es una continuación de la estepa con *Acacia cavenia*, pero el cual poco a poco se densifica, sin alcanzar la categoría de bosque. Sus características intermedias entre mesomórfico e higromórfico, hacen que pueda describirse como un matorral de transición. Su fisonomía corresponde a un matorral relativamente denso, con trozos de bosque enclavados en su seno, especialmente a lo largo de los ríos.

Las asociaciones arbustivas están compuestas por: *Fabiana imbricata*, *Lithraea caustica*, *Aristotelia chilensis*, *Schinus dependens*, *Colletia spinosa*, *Persea lingue* y *Sophora macrocarpa*. El suelo está cubierto por *Haplopappus acerosus*, *Calandrinia sericea*, *Chaethantera serrata*, *Maihuenia Poeppigii*, *Wahlenbergia linarioides*, *Aira cariophyllea*, *Aristida pallens*, *Panicum d'Urbilleanum*, *Eryngium rostratum*, *Anemone decapetala*, *Oenothera mutica*, *Fragaria chiloensis*, *Hypericum chilense*, *Viviana elegans*, *Cephalophora plantaginea*, *Pasithea coerulea*, especies de orquídeas, de los géneros *Azarca* y *Chloraea*, y especies de *Dantonia*, *Stipa*, *Melica*, *Conyza*, *Erigeron*, etc. En los sitios húmedos se encuentran *Eryngium pseudojunceum*, *Carex Berteroana*, *Malachochaete riparia*, *Mimulus luteus* y cerrazones con *Drimys Winteri*, *Myrceugenia apiculata*, *Azara lanceolata* y otras pocas especies. Los bosques, que se desarrollan con intensidad a lo largo de los ríos, están formados por *Nothofagus obliqua*, *Cryptocarya rubra*, *Guevina avellana*, *Lomatia obliqua*, bajo las cuales crecen *Baccharis rosmarinifolia*, *Aristotelia chilensis*, *Pernettya sp.* y otras.

19. *Parque.*—Cuando en una región se dispone de mayor cantidad de agua que la necesaria para la formación de una pradera, pero no bastante para dar origen al bosque, es la formación de parque la que domina como climax. Se caracteriza éste por bosques que ocupan los sitios húmedos—vecindades de los cursos de los ríos, vertientes de montaña expuestas al viento, etc.—alternando con extensiones abiertas, en donde domina la cubierta herbácea, y aun sitios en donde

es posible observar cierto xerofitismo. Esta formación encuentra un desarrollo generalizado al sur del Malleco y hasta las riberas del río Cautín, tanto por el centro del país, como por las planicies costeras, en donde alcanza buen desarrollo al sur de la península de Arauco.

Los bosques están compuestos por *Nothofagus obliqua, N. Dombeyi, Aextoxicon punctatum, Drimys Winteri, Cryptocarya rubra, Lomatia obliqua, Guevina avellana, Lithraea caustica, Eucryphia cordifolia,* y *Citronella chilensis*. Los tres últimos son relativamente escasos. Los arbustos que intervienen en la formación son principalmente *Sophora macrocarpa, Azara dentata, Aristotelia chilensis* y *Chusquea*. Las lianas están representadas por *Lardizabala biternata, Lapageria rosea, Dioscorea brachybotrya* y *Bomaria salsilla*. Ellas son todavía relativamente raras.

En los sitios húmedos, el bosque está compuesto por *Aextoxicon punctatum, Myrceugenia luma, M. planipes, Drimys Winteri, Azara lanceolata, Fuchsia coccinea, Podanthus ovalifolius*, etc., con abundantes quilantales de *Chusquea spp.*

En ambos tipos de bosques, el piso está compuesto por *Calceolaria punctata, Greigia sphacelata, Francoa sonchifolia, Pilea elegans, Viola maculata, Sanicula liberta, Hierochloe utriculata, Acaena pinnatifida, Alophia pulchella*, etc.

En los sitios más secos se desarrolla un matorral compuesto por *Schinus dependens, Lithraea caustica, Boldea boldus* y *Quillaja saponaria*. El suelo está cubierto con asociaciones abiertas de *Aristida pallens, Eryngium rostratum, Triptilion spinosum, Calycera balsamifolia, Conanthera bifolia* y especies de *Donatia, Pernettya, Conyza, Erigeron*, etc.

Los espacios cubiertos con yerbas presentan principalmente *Hierochloe utriculata, Fragaria chiloensis, Hippeastrum chilense, Noticastrum album, Chaetanthera araucana, Quinchamalium ericoides, Linum selaginoides, Aira caryophyllea, Oxalis aureoflava, Muehlenbeckia tamnifolia, Viola maculata, Pasithea coerulea, Hypericum chilensis, Anemone decapetala, Viviana elegans*, etc.

20. *Formación de Nothofagus obliqua y Laurelia sempervirens.*—Desde la línea divisoria de aguas entre los ríos Cautín y Toltén, hasta las márgenes del Maullín, por la parte céntrica y occidental de la depresión intermedia, se desarrolla un bosque mixto, constituído principalmente por árboles de gran tamaño, con un sotobosque relativamente abierto. Las especies dominantes son *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, asociados en los lugares más húmedos con las especies típicas del bosque pantanoso: *Myrceugenia apiculata, M. pitra, M. planipes, Myrtus luma, Tepualia stipularis, Podo-*

carpus nubigenus, *P. salignus*, *Nothofagus antarctica*, *N. betuloides*, *N. pumilio*, *Escallonia rigida*, *E. leucantha*, *Drimys Winteri*, etc. En los sitios dotados de mejor drenaje, en cambio, las principales especies asociadas son *Aextoxicon punctatum*, *Saxegothaea conspicua*, *Eucryphia cordifolia*, *Guevina avellana* y *Nothofagus Dombeyi*.

Las especies arbustivas más comunes en el bosque son *Rhaphithamnus spinosus*, *Berberis buxifolia*, *B. Darwini*, *Pernettya mucronata*, *P. furens*, *Schinus dependens*, *Colletia crenata*, etc.

En los sitios abiertos, sin cubierta boscosa, se encuentran matorrales higrófilos, que pueden considerarse como una etapa evolutiva preliminar al climax. Ellos están formados por especies de *Pernettya*, *Gaultheria*, *Berberis*, *Ugni*, etc.

Una etapa preliminar a la arbustiva, en el proceso de sucesión vegetal, está formada por comunidades herbáceas, en las que se encuentran algunos arbustos, por lo general de pequeño desarrollo. Estas asociaciones son las mismas que se encuentran en la formación que hemos llamado «de ñadis» y que se desarrolla hacia el este de la que acabamos de describir.

21. *Formación de ñadis*.—Durante las glaciaciones, los ventisqueros andinos lograron alcanzar ampliamente hasta el Valle Longitudinal al sur de los 38° de Lat. S, rellenando con sus morrenas terminales una faja de éste que corre paralela a la anterior, reteniendo las aguas de los lagos.

El material transportado por el hielo está constituído por una mezcla impermeable de arcilla, limo, arena y cantos esquinados, que, gracias a sus características mecánicas y a la acción de las grandes precipitaciones y relativamente bajas temperaturas propias de la región, contienen una típica vegetación de pantano.

La fisonomía de esta formación es variada, a consecuencia de la presencia local de diversos estados sucesionales de la hydrosere. Su aspecto más generalizado es el matorral higromórfico, compuesto por *Drimys Winteri*, *Tepualia stipularis*, *Embothrium coccineum*, *Ovidia pillo-pillo*, *Escallonia rigida*, *E. virgata*, *E. leucantha*, *Guevina avellana*, *Lomatia ferruginea*, *L. obliqua*, *Baccharis lycioides*, *Berberis Darwini*, *B. buxifolia*, *B. valdiviana* y varias especies de *Pernettya*. En algunos sitios se observan mirtáceas, como *Myrceugenia planipes*, *M. pitra*, *Myrtus luma* y otras, asociadas con *Podocarpus nubigenus* y *Saxegothaea conspicua*.

En los sitios en donde el musgo *Sphagnum* cubre el suelo, se observa una variación en la composición florística del matorral. En este caso, está compuesto por pequeños árboles de *Nothofagus antarctica* y

N. pumilio, asociados con algunos de los arbustos señalados anteriormente.

En cualesquiera de estas comunidades, el estrato inferior de vegetación está compuesto por *Juncus procerus*, *J. planifolius*, *Lomaria chilensis*, *L. pennamarina*, *Baccharis sagittalis*, *Gunnera chilensis*, *Verbena corymbosa*, *Oldenlandia uniflora*, *Isolepis vivipara*, *Greigia Landbeckii* y varias otras especies.

Muy frecuentemente se encuentran comunidades herbáceas abiertas de *Festuca Steudelii*, *Chusquea uliginosa*, *Cortaderia* sp. y especies de los géneros *Dichromena*, *Cyperus* y *Carex*, que tienen el rasgo común de crecer en champas. Entre ellas se encuentra *Danthonia chilensis*, *Carpha paniculata*, *Uncinia tenuis*, *Elymus Gayanus*, *Carex flava* var. *brevirostris*, *Fragaria chiloensis*, etc.

22. *Bosque de Araucaria araucana.*—El pehuén es un árbol que tiene en Chile un área discontinua de distribución. Se le encuentra en la Cordillera de Nahuelbuta entre los 37° 30′ y los 38° 40′ de Lat. S, aproximadamente, y en la Cordillera de los Andes entre los 37° 40′ y los 40° 10′. En ambos casos, es un árbol de altura y falta, en consecuencia, completamente en el Valle Longitudinal. Las causas de la discontinuidad en el área corresponde, pues, posiblemente, a condiciones climatéricas, y, probablemente, edáficas. En la Cordillera de Nahuelbuta, las precipitaciones fluctúan entre 1.500 y 3.000 mm., y en la de los Andes, entre 1.500 y 5.000 mm. Parece, sin embargo, que el factor fundamental que determina la distribución, es el descenso de la temperatura con la altura.

En el pasado, este árbol ha tenido una distribución mucho mayor. Hoy día, el género *Araucaria* está reducido en América a dos especies: *Araucaria araucana* y *Araucaria angustifolia*, del norte de Argentina y sur del Brasil. Representantes fósiles de especies muy vecinas a éstas han sido encontradas en la Tierra de O'Higgins (Antartica). Conos del género *Proaraucaria*, han sido encontrados en Córdoba y en Ecuador, señalando el carácter de una amplia distribución en el continente, en el Terciario reciente. Gracias al mejoramiento del clima, su área se ha restringido notablemente, muchas especies han desaparecido o emigrado, quedando sólo las que hemos mencionado al principio. La discontinuidad del área debe corresponder a los movimientos recientes que separaron la Cordillera de la Costa de la de los Andes, en donde las condiciones de altura han logrado conservar la especie.

La formación que ahora nos preocupa está constituída por una selva abierta, formada por una asociación de *Araucaria araucana*, *Nothofagus pumilio*, *N. antarctica*, *Rhacoma distícha*, *Drimys Winteri var. andina*, *Ovidia pillo-pillo* y *Embothrium coccineum*. Las especies

leñosas acompañantes generalmente alcanzan sólo el aspecto de arbustos. En las partes más bajas de la formación de la Cordillera de Nahuelbuta, *Nothofagus Dombeyi* se encuentra como semidominante, y el mismo papel juegan en los Andes *N. obliqua* y *N. procera*. En las partes más elevadas se presenta aquí solamente la araucaria.

La típica asociación arbustiva de los estratos inferiores del bosque está compuesta por *Berberis linearifolia, B. Darwini, Baccharis magellanica, Chiliotrichum rosmarinifolium, Chusquea coleu, Senecio calocephalus*, etc. Las yerbas que cubren el piso son *Festuca scabriuscula* y otras especies perennes del mismo género, *Anemone antucensis, Armeria vulgaris, Quinchamalium majus, Chlorea inconspicua, Pernettya pumilia, Adenocaulon chilensis, Rubus radicans, Fragaria chiloensis*, etc.

23. *Selva valdiviana de la costa.*—La selva costera valdiviana y selva andina valdiviana han sido consideradas por algunos autores como una unidad ecológica y florística. Las diferencias, sin embargo, que es posible anotar entre ellas son de un valor tal, que autorizan su separación.

La selva valdiviana costera corresponde a un medio más húmedo, y su vegetación es más densa y más rica en especies, particularmente en lianas, helechos, musgos y epífitas. A su vez, ella puede diferenciarse de la selva chilota mixta, gracias a una diferente composición florística.

Puede considerarse como una selva siempreverde, con pocas especies deciduas. Los árboles presentan tendencia a formar asociaciones puras; el estrato medio casi siempre se encuentra bien desarrollado, y el inferior está compuesto casi exclusivamente por helechos y musgos, con yerbas abundantes.

Las especies arborescentes dominantes son: *Nothofagus Dombeyi, N. obliqua, N. procera, Aextoxicon punctatum, Podocarpus nubigenus, P. salignus, Saxegothaea conspicua, Laurelia sempervirens, L. serrata, Eucryphia cordifolia, Persea lingue, Guevina avellana, Weinmannia trichosperma, Drimys Winteri, Flotowia diacanthoides, Myrtus luma, Caldcluvia paniculata, Myrceugenia planipes, M. pitra.* En los sitios elevados aparece *Nothofagus pumilio*, y en los parajes permanentemente húmedos, *Fitzroya cupressoides* y *Pilgerodendron uviferum* tienden a formar comunidades puras.

Las asociaciones arbustivas están formadas con las siguientes especies: *Embothrium coccineum, Azara lanceolata, Chusquea coleu, Ch. quila, Fuchsia coccinea, Senecio cymosus, S. calocephalus, Ovidia pillo-pillo, Pseudopanax laetevirens, Aristotelia chilensis, Sophora macrocarpa, S. tetraptera, Rhaphithamnus spinosus, Lomatia ferruginea, L. obliqua, L. dentata, Myrtus meli, Blepharocalyx divaricatus, Tepualia stipularis,*

Baccharis sphaerocephala, *B. elaeoides*, *Ugni Molinae*, *Crinodendron Hookerianum* y especies de *Pernettya* y *Solanum*.

Los helechos más frecuentes del piso de la selva son: *Alsophila pruinata*, *Lomaria chilensis*, *Lophosoria quadripinata*, y especies de *Adiantum*, *Hymmenophyllum*, *Blechnum*, etc.

Numerosas lianas contribuyen a dar trabazón a los distintos pisos vegetacionales, entre las cuales pueden citarse *Lapageria rosea*, *Boquila trifoliata*, *Sarmienta repens* y muchas otras.

El piso herbáceo que se reconoce en los sitios más abiertos de la selva está compuesto por *Loasa acanthifolia*, *Phytolacca australis*, *Viola capillaris*, *Oxalis valdiviensis*, *O. parviflora*, *Libertia ixioides*, *Valeriana Bridgesii*, *Geum chiloense*, etc.

Numerosos parásitos vegetales atacan a los componentes de esta formación. También abundan las bromeliáceas epífitas.

24. *Selva valdiviana andina.*—En el sentido más estricto, la selva valdiviana andina se extiende entre los 37° 30′ y el río Rupanco (40° 30′), cubriendo las pendientes de los Andes. Es una selva mixta, correspondiente a un clima templado-frío, bastante isotermo, con lluvias abundantes a lo largo de todo el año. Está compuesta por árboles siempre-verdes y de hojas caedizas, que pueden presentarse mezclados, o bien en stands uniformes. Tiene pocas coníferas. Su diferencia respecto de la anterior radica en un ligeramente menor higrofilismo, debido a la falta de nieblas costeras y evaporación creciente, debido a la mayor altura y vientos secantes. Esto ocasiona la reducción de las epífitas, musgos, helechos y lianas.

Los árboles más importantes son los siguientes: *Guevina avellana*, *Aextoxicon punctatum*, *Persea lingue*, *Eucryphia cordifolia*, *Nothofagus obliqua*, *N. Dombeyi*, *N. betuloides*, *Laurelia sempervirens*, *L. serrata*, *Drimys Winteri*. En los sitios más húmedos se presentan *Aextoxicon*, *punctatum*, *Podocarpus nubigenus* y *Pilgerodendron uviferum*. Entre los 500 y los 700 m., *Eucryphia*, *Persea* y *Laurelia* desaparecen, y especies como *Nothofagus procera*, *N. pumilio*, *Saxegothaea conspicua* y *Podocarpus andinus*, ocupan su lugar.

Los arbustos son: *Rhaphithamnus spinosus*, *Berberis Darwini*, *Desfontainea spinosa*, *Ovidia pillo-pillo*, *Pernettya mucronata*, *Ugni Molinae*, *Gaultheria myrtilloides*, *Fuchsia coccinea*, etc. Por los bordes de la selva, *Chusquea coleu* y *Ch. quila* forman corrientemente comunidades muy densas. Arboles pequeños se mezclan con los arbustos anteriores, entre los cuales mencionaremos *Lomatia ferruginea*, *Caldcluvia paniculata*, *Weinmannia trichosperma*, *Sophora tetraptera*, *Sophora macrocarpa*, etc.

Las yerbas más frecuentes son *Adenocaulon sp.*, *Lagenophora hir-*

suta, *Codonorchis Lessoni*, etc. Las lianas están representadas por *Lapageria rosea* y *Cissus striata*.

El bosque andino degenera paulatinamente hacia las alturas, hasta convertirse en una asociación monótona de *Nothofagus antarctica* y *N. pumilio*, los ñirres y las lengas de nuestros campesinos. Hacia mayores alturas, aun estos ejemplares encuentran malas condiciones para su crecimiento, y se presentan achaparrados, atormentados por el viento, en forma de matorrales, a veces tan cerrados y de pequeñas dimensiones, que es casi imposible salir al paisaje abierto de las alturas.

25. *Alerzales.*—En cualquiera de las formaciones 23, 24, y 26 es posible encontrar individuos aislados o asociaciones de *Fitzroya cupressoides*, que reciben el nombre de alerzales.

El árbol crece desde Valdivia hacia el sur, hasta la parte central de Chiloé y el río Vodudahue, en distintas condiciones climáticas y edáficas. Existen o han existido alerzales en los terrenos bajos y en las cumbres de los cerros. Desde este punto de vista, pueden distinguirse alerzales de altura y alerzales de pantano.

En el segundo caso, lo encontramos en asociaciones puras, en donde se mezcla con algunos arbustos: *Tepualia stipularis* y *Embothrium coccineum*. Otros árboles de menor importancia en la formación son *Drimys Winteri*, *Desfontainea spinosa* y *Guevina avellana*. Hacia el sur, dos otras coníferas se hacen presente en la asociación: *Pilgerodendron uviferum* en las tierras bajas, cerca del mar, y *Libocedrus chilensis*, en los valles montañosos y en las cumbres.

La cubierta del piso consiste principalmente en asociaciones de *Sphagnum acutifolium*, *Oreobolus clandestinus*, *Carpha paniculata*, y pequeñas juncáceas, ciperáceas y gramíneas.

Los alerzales de altura se encuentran en el flanco o en el filo de las montañas, desde los 500 hasta los 1.100 m. de altitud. Alcanzan su óptimo en cuanto a desarrollo en diámetro de los árboles entre los 700 y los 800 m., pero la mayor pureza y el predominio franco del alerce entre los 800 y los 900 m. El carácter de estos alerzales varía notablemente en su composición florística, según sea el punto en que se les encuentre. Son los que tienen mayor interés económico en la actualidad.

Otras asociaciones puras que tienen interés económico son los mañihuales, de *Saxegothaea conspicua*, y los cipresales. Algunas de éstas las consideraremos más adelante.

26. *Selva de Chiloé.*—La selva que nos ocupa ahora se extiende desde el río Gaviotas, al este del Lago Rupanco, en la Cordillera de los Andes, y el río Maullin, en la de la Costa, pasando por la rivera sur del lago Llanquihue hasta el estero de los Jesuítas; al sur de la Isla

Grande de Chiloé ella se presenta solamente a ambos lados del canal Moraleda y su prolongación hacia el sur. Según Pisano y Goodspeed, parece conveniente distinguirla de la selva valdiviana, principalmente a base del desaparecimiento de *Nothofagus obliqua* y el aparecimiento de *N. nitida*. Este hecho se ve reforzado aún por la gran importancia que adquiere como dominante *N. Dombeyi*.

Las diferencias esenciales que pueden advertirse entre la selva de Chiloé y la que se desarrolla más al sur (selva de Magallanes), radica en que en la primera es el dominante *Nothofagus Dombeyi*, mientras en la selva siempre-verde magallánica *Nothofagus betuloides* ocupa su lugar. Al norte de la selva magallánica, esta especie aparece como un relicto glacial.

Esta formación tiene el aspecto de una selva siempre-verde, relativamente densa, rica en especies y formada por un estrato vegetacional de árboles de gran tamaño, un estrato de árboles pequeños, un estrato de arbustos y un estrato de yerbas que cubre el suelo.

La especie dominante en los árboles de gran tamaño es *Nothofagus Dombeyi*, asociado habitualmente con *Eucryphia cordifolia*, *Laurelia serrata*, *L. sempervirens*, *Drimys Winteri*, *Aextoxicon punctatum*, *Myrtus meli*, *Podocarpus nubigenus*, *Saxegothaea conspicua*, *Pilgerodendron uviferum*, *Fitzroya cupressoides* (éste se encuentra en asociaciones uniformes, con las características que hemos dado anteriormente), *Nothofagus nitida*, *Myrtus luma*, *Myrceugenia planipes*, y en algunos sitios, *Nothofagus betuloides*.

En el estrato formado por los árboles más pequeños, que se presenta muy nítido en aquellos sitios en donde los árboles altos son muy viejos y poco densos, está constituída por *Guevina avellana*, *Lomatia ferruginea*, *Weinmannia trichosperma*, *Caldcluvia paniculata*, *Flotowia diacanthoides*, *Rhaphithamnus spinosus*, *Tepualia stipularis*, *Myrceugenia apiculata*, *Maytenus magellanica*, *Escallonia macrantha*, *Aristotelia chilensis*, *Azara lanceolata*, etc.

Los arbustos más importantes que se encuentran tanto en los conjuntos arbóreos como en los espacios abiertos, son: *Desfontainea spinosa*, *Pernettya mucronata*, *P. furens*, *Philesia buxifolia*, *Ovidia pillo-pillo*, *Solanum Gayanum*, *Ugni Molinae*, *Buddleia globosa*, *Berberis Darwini*, *Fuchsia coccinea*, *Gaultheria myrtilloides* y especies de *Chusquea*, *Ribes* y *Baccharis*. La primera forma grandes cerrazones, que dificultan extraordinariamente la penetración a la selva en las partes bajas.

El piso de la selva es pobre en especies y tiene un valor de cubierta escaso. Sus componentes principales son: *Nertera depressa*, *Urtica magellanica*, *Pilea elliptica*, *Uncinia phleoides*, *Rubus radicans*, *Gunnera chilensis*, *G. magellanica* y numerosas especies de helechos.

Las lianas son también numerosas, y ellas están representadas principalmente por *Campsidium chilense*, *Griselinia ruscifolia*, *Astheranthera chiloensis*, *Mitraria coccinea*, *Luzuriaga radicans*, e *Hydrangea scandens*.

Las diferentes clases de suelos que se presentan dentro de la formación, tienen trascendencia para el carácter de la asociación vegetal. Las siguientes han sido destacadas por Carl Skottsberg:

En suelos porosos y permeables, la asociación *Eucryphia cordifolia-Myrceugenia apiculata* es muy común.

En suelos arenosos, *Aextoxicon punctatum* domina prácticamente de un modo absoluto.

En los sitios húmedos, pero con un suelo más bien fértil, dominan las asociaciones de *Nothofagus Dombeyi-Myrceugenia apiculata* y *Laurelia serrata*.

En los suelos pantanosos, como resultado del mal drenaje, *Pilgerodendron uviferum* y *Tepualia stipularis* son las especies más comunes, mientras el suelo está cubierto por cojines de *Sphagnum medium*.

La faja costera del bosque está compuesta comúnmente por asociaciones de *Podocarpus nubigenus-Pilgerodendron uviferum*, en tanto que el piso tiene una cubierta de *Marsippospermum grandiflorum*, *Sphagnum medium* y *Lepicola ochroleuca*.

27. *Formación pantanosa de Pernettya y Gleichenia*.—La formación pantanosa de *Pernettya* y *Gleichenia* se encuentra dentro del área del bosque de Chiloé. Se presenta en localidades que, como resultado de subsuelos impermeables o de falta de un drenaje conveniente (el que generalmente se debe a la falta de pendiente), son demasiado húmedos para soportar una cubierta boscosa. Bajo este punto de vista, puede ser considerada como una formación edáfica.

La gran abundancia de agua estancada favorece, en esta zona, el desarrollo de una densa cubierta arbustiva acidófila, dominada por *Ericaceae* y helechos. El estrato inferior se compone de *Juncaceae*, *Cyperaceae* y *Gramineae* herbáceas acidófilas y musgos de turberas.

Las especies dominantes del estrato arbustivo son *Pernettya mucronata* var. *angustifolia* y *Gleichenia cryptocarpa*, las que alcanzan una altura de unos 60 a 80 cm. La *Pernettya* es, por lo general, más alta que el helecho. Se encuentran asociadas con estas especies: *Baccharis umbeliformis*, *B. sagittifolia*, *Pernettya vernalis*, *Ugni Molinae*, *Gaultheria myrtilloides*, *Fuchsia magellanica*, *Empetrum rubrum*, *Berberis empetrifolia*, *B. Darwini*, *Ovidia pillo-pillo*, *Blechnum auriculatum*, *B. chilense*, *Lomaria penna-marina*, *Gunnera magellanica* y formas arbustivas

de *Nothofagus antarctica*, *N. betuloides*, *N. nitida*, *Drimys Winteri* y *Lomatia obliqua*.

La cubierta del suelo está formada por: *Agrostis palustris*, *Hierochloe antarctica*, *Libertia ixioides* y varias especies de *Juncus* y *Carex*.

En algunos lugares se encuentran cojines de *Sphagnum acutifolium*.

En los sitios con mejor drenaje, tales como las pequeñas quebradillas, se encuentran pequeños bosques de *Nothofagus Dombeyi*, *Tepualia stipularis* y *Drimys Winteri*.

28. *Bosque patagónico transandino.*—El bosque de Chiloé puede decirse que se encuentra confinado a la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes. Lo mismo que el valdiviano, degenera con la altitud, pero debido a la penetración de las lluvias a la región situada al este de la línea de cumbres, cubre las pendientes orientales de la Cordillera de los Andes y se extiende en los abiertos valles que se dilatan hacia el este. El sello característico de este bosque es un mesomorfismo cada vez más marcado, en la medida en que se avanza hacia las mesetas patagónicas, en donde el xeromorfismo imprime su carácter a la vegetación.

Las especies que sobreviven a este proceso son principalmente *Nothofagus antarctica* y *Nothofagus pumilio*, que forman bosques extensos en las regiones transandinas. Junto a estas especies, otros miembros de la formación son *Drimys Winteri var. andina*, *Libocedrus chilensis*, con individuos enanos en las partes más húmedas, *Nothofagus Dombeyi*, *Nothofagus betuloides*, *Aristotelia chilensis*, *Berberis rotundifolia*, *B. buxifolia*, *B. empetrifolia*, *Empetrum rubrum*, *Escallonia carmelita*, *Maytenus magellanica* y especies de *Ribes*.

En el piso se encuentran *Adenocaulon chilense*, *Perezia prenanthoides*, *Fragaria chiloensis*, *Valeriana laxiflora*, *Euphorbia portulacoides*, *Rubus radicans*, especies de *Calandrinia* y algunos helechos.

Debido a las condiciones cada vez más adversas que encuentra el árbol, el valor maderero de estos bosques es muy modesto cuando se abandona el ámbito andino stricto-sensu y se penetra en la región preandina oriental. Aquí los árboles son achaparrados, mal formados y los troncos casi siempre han sido atacados por innumerables parásitos y enfermedades.

29. *Bosque magallánico siempre-verde.*—Esta formación se extiende desde el estero de los Jesuítas hasta las islas del cabo de Hornos. Poco a poco, la selva, que se presenta al principio en la parte occidental de la montaña, tiende a pasar a la vertiente oriental, y en las latitudes del Estrecho de Magallanes es donde ella se presenta mejor desarrollada. De todas maneras, en las partes bajas de

las islas y de los canales es posible encontrar asociaciones boscosas que pueden engañar respecto de las posibilidades madereras de la región. Ellas no tienen importancia desde el punto de vista cuantitativo.

Puede describirse la formación como una selva siempre verde de regiones con precipitaciones superiores a 2.000 mm., bajas temperaturas y oscilación anual y diaria del termómetro muy modesta. Tiene una composición florística pobre y carece casi completamente de lianas. Las espesuras formadas por *Chusquea* (quila), tan comunes en las otras selvas chilenas, no se encuentran en ella. Aun los helechos también disminuyen notablemente, y se encuentran representados sólo por unas pocas especies. Como contrapartida, hay una gran cantidad de musgos y líquenes.

La especie dominante es *Nothofagus betuloides*, el que se encuentra en esta región en forma de árboles de gran talla, ya en asociaciones puras, ya mezclado con *Drimys Winteri*, *Maytenus magellanica*, *Pilgerodendrum uviferum* y *Libocedrus chilensis*. Algunas veces, *Embothrium coccineum* se encuentra también como co-dominante.

Los arbustos más importantes del estrato medio del bosque son: *Berberis ilicifolia*, *B. microphylla*, *Chiliotrichum diffusum*, *Fuchsia coccinea*, *Pernettya mucronata*, *Desfontainea spinosa*, *Dacrydium Fonckii*, *Escallonia serrata*, *Ribes magellanicum* y *Veronica elliptica*. En ciertos sitios, especialmente en la parte norte de la formación, *Tepualia stipularis* forma espesuras hacia el borde externo de la selva.

En los claros del bosque se encuentran algunos arbustos que crecen formando cerrazones; los más comunes son: *Empetrum rubrum*, *Gaultheria serpyllifolia* y *Myrteola nummularia*.

Los helechos se encuentran representados por *Alsophila quadripinnata*, *Blechnum magellanicum*, *Asplenium magellanicum*, *Gleichenia quadripartita*, *Polystichum multifidum*, etc.

En la parte más septentrional de la formación, se encuentran también mezclados con los anteriores algunos elementos florísticos de la selva chilota: *Podocarpus nubigenus*, *Myrtus luma*, *Pseudopanax laetevirens*, *Lomatia ferruginea*, etc.

30. *Bosque magallánico caducifolio.*—El bosque magallánico caducifolio aparece como una faja más o menos estrecha, separando la selva siempre-verde magallánica, propia de la vertiente del Pacífico, y las formaciones esteparias que cubren grandes extensiones al este de los Andes, especialmente en la Patagonia argentina.

Por su humedad, la región que cubre este bosque es intermediaria entre las formaciones mencionadas. Esta formación es esencialmente la misma que hemos estudiado al interior de Aysén, representada por la asociación de *Nothofagus antarctica* y *N. pumilio*. El hecho que la

explica son las precipitaciones menores de las regiones trasandinas. Debido al cambio de la dirección de la montaña, que empieza a observarse hacia los 51° Lat. S, en circunstancias que en la región de los lagos Argentino y Viedma tiene escaso desarrollo la selva, al sur del seno Ultima Esperanza empieza a tener una notable expansión. Sin diferencias notables, cubre ahora de un solo rasgo las regiones tramontanas desde allí hasta las mismas costas del canal Beagle, alcanza el extremo oriental de la Tierra del Fuego y penetra en las islas de los Estados.

La fisonomía de esta formación es la de una selva estivifolia, de composición florística relativamente pobre, asociada a veces con especies siempre-verdes. Posee un estrato medio y uno inferior bien desarrollados, como consecuencia de la amplia cantidad de luz que penetra a su interior.

Los árboles dominantes son *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*, que alcanzan normalmente estatura arbórea. *N. antarctica* se encuentra habitualmente a altitudes mayores que *N. pumilio*. Las especies siempre-verdes asociadas a éstas son: *Pilgerodendron uviferum*, *Nothofagus betuloides* y *Drimys Winteri*, que son elementos de la selva magallánica siempre-verde.

Los arbustos que forman el estrato medio de la selva son *Chiliotrichum amelloides*, *Berberis microphylla*, *B. ilicifolia*, *B. empetrifolia*, *Pernettya mucronata*, *Ribes cucullatum*, *R. magellanicum*, *R. lacarense*, *Baccharis magellanica*, *Maytenus magellanica*, y *Escallonia Foncki*.

Faltan lianas y epifitas. *Myzodendron* se presenta como parásito de *Nothofagus*.

Las yerbas que forman el estrato inferior son *Osmorrhiza chilensis*, *Luzula chilensis*, *Viola maculata*, *Asarca lutea*, *Hierochloe redolens magellanica*, *Macrachaenium gracile*, *Poa fuegiana*, *Bromus unioloides*, *Cardamine geranifolia*, *Erigeron Philippii*, *Codonorchis Lessonii*, *Alopecurus alpinus var. antarcticus*, *Cardamine hirsuta var. magellanica*, *Galium fuegianum*, *Ranunculus minutiflorus*, etc.

31. *Tundra magallánica.*—La tundra magallánica es una formación típica de regiones de altas precipitaciones, bajas temperaturas durante todo el año y frecuentes vientos y una notoria falta de drenaje natural, resultante principalmente de una topografía plana, que tiende a crear un subsuelo impermeable, debido a la iluviación de sales férricas y magnésicas en un medio ácido, producido por la oxidación incompleta de los restos vegetales.

Su fisonomía es la de una extensión plana, pantanosa, cubierta de plantas de crecimiento en cojín, con espacios barrosos de suelo desnudo, en los que se apoza o circula lentamente el agua. Entre los coji-

nes se encuentran generalmente diversas especies de hierbas perennes, y en los lugares con mejor drenaje, como las orillas de los lentos cursos de agua y regiones algo más elevadas, se presenta un matorral de arbustos o árboles enanos.

Esta formación se extiende aproximadamente desde el paralelo 42 S, hasta el extremo sur del archipiélago de Tierra del Fuego. Por lo general, se encuentra en las regiones cordilleranas planas de baja altura. Entre los paralelos 40 y 41, en las cumbres de la Cordillera Pelada, del sistema orográfico de la costa, la tundra magallánica se encuentra como una formación reliquial preglacial, es decir, como evidencia de su gran importancia y distribución antes de las glaciaciones del pleistoceno. Se ha perpetuado en este habitat, que puede considerarse fuera del área natural de la formación, debido a la existencia de condiciones favorables de precipitación y temperatura, inducidas principalmente por la altura. A medida que se avanza hacia el sur, ella desciende a menores altitudes y se encuentra en Magallanes al nivel del mar.

Las plantas de crecimiento en cojín más importantes de la tundra magallánica son: *Marsippospermum grandiflorum*, *Donatia fascicularis*, *Sphagnum acutifolium*, *Astelia pumila*, *Oreobolus obtusangulus*, *Carpha schoenoides*, *Gaimardia australis*, *Tapeinia magellanica*, *Azorella caespitosa* y algunas otras.

Entre los cojines se encuentran *Drosera uniflora*, *Perezia magellanica*, *P. palustris*, *Caltha sagittata*, *Ranunculus peduncularis* y otras especies del género, *Gunnera magellanica*, *Armeria chilensis*, *Pinguicula antarctica*, *Isolepis melanocephala*, y varias otras, más algunos representantes pequeños de las familias *Juncaceae* y *Cyperaceae*.

Dacrydium Fonckii, interesante conífera enana, se encuentra creciendo en esta formación hasta la Tierra del Fuego septentrional. Individuos enanos de *Nothofagus antarctica*, *N. betuloides*, *Libocedrus chilensis*, *Pilgerodendron uviferum*, asociados con *Baccharis magellanica*, *Myrteola nummularia* y *Saxifraga magellanica*, forman los matorrales mencionados para los lugares algo más secos.

32. *Estepa patagónica.*—Hacia el oriente, el bosque desaparece y deja lugar a un paisaje de estepa, que en las regiones vecinas al estrecho de Magallanes se presenta con una alta densidad vegetacional. Estas estepas se establecen sobre tierras planas onduladas, constituídas principalmente por acarreo fluvial y glacial. Los elementos florísticos dominantes son las gramíneas y las compuestas. A continuación siguen las rosáceas y las umbelíferas. Existen notables variaciones en la composición de la estepa, según sea la naturaleza del suelo.

Dusen ha distinguido a este respecto asociaciones de suelos arenosos, de terrenos planos limoso-arenosos, de colinas, etc.

Desde el punto de vista fisonómico, la estepa está compuesta principalmente por gramíneas que crecen en champas. Entre éstas, las más importantes son *Festuca gracilina*, que es la planta que da carácter a la estepa, y *Hordeum jubatum var. pilosum*. En ciertos sitios tienen importancia *Poa bonariensis*, *Agropyrum magellanicum*, *Hordeum secalinum var. chilense*, *Elymus* sp. Fuera de las gramíneas, se encuentran *Senecio* en varias especies, de las cuales la más importante es *Danyausii*, *Acaena ascendens*, *A. multifida*, *Azorella caespitosa*.

Los principales arbustos que se encuentran son *Berberis empetrifolia*, *B. microphylla*, *Chiliotrichum diffusum*, *Baccharis magellanica* y *Empetrum rubrum*.

b) *Observaciones sobre el valor económico de las plantas*

Frutales.—En toda la región higromórfica, como también en la xeromórfica patagónica, existen numerosas especies que producen frutas de valor económico. En la Frontera se destaca la *Araucaria araucana*, produciendo cada árbol 100 a 200 semillas, que demoran dos años en madurar y cuyo endosperma harinoso, el pehuén o piñón, se consume en grandes cantidades. Una rama de los araucanos, los indios pehuenches, recibieron su nombre de este fruto. La avellana, *Guevina avellana*, produce frutos que se consumen en estado fresco o tostado. La *Gomortega nitida*, el queule, da una fruta que es algo parecida a la ciruela y de que se elabora también una mermelada. *Aristotelia chilensis* produce bayas dulces, consumidas al estado fresco y utilizadas también para dar color al vino. *Ugni Molinae*, la murta o murtilla, es una de las mejores frutas chilenas, entre las bayas, de la que se elabora una excelente mermelada. La luma, *Myrtus luma*, produce un fruto llamado cauchan, que es muy estimado. De la misma manera, *Myrceugenia pitra* produce el pitahue. *Berberis buxifolia* y *B. Darwini*, el calafate y el michay, como también las *Pernettya*, chauras, dan bayas dulces, aptas para ser consumidas en estado fresco y para elaborar mermeladas. Igual importancia tienen algunas *Ribes* (zarzaparrilla, parrilla) y *Empetrum rubrum*. Muy apreciado es el cóguil, el fruto de la liana *Lardizabala biternata*, que es grueso y contiene muchas semillas. La fresa y frutilla chilena, *Fragaria chiloensis* y *Rubus radicans*, dan frutas rosadas y blancas y se cultiva en los huertos. Los araucanos las conservaban como pasas. Finalmente, cabe mencionar el chupón, *Greigia sphacelata*, que tiene sabor a piña.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

Verduras.—En toda la región austral es muy apetecida la nalca, los pecíolos pelados de *Gunnera chilensis*, el pangue.

Hongos.—Se recolectan los siguientes hongos: *Pholiota edulis*, callampa del álamo, *Clavaria coralloides*, llamado changle, *Boletus loyus*, loyo, y otros. Sobre las fagáceas crecen como parásitos especies del género *Cyttaria*, llamadas dihueñ, pinatra y llaullau. En toda la región húmeda desde Valdivia a Tierra del Fuego, un hongo, *Mucor chlamydosporus racemosus*, infecta los troncos de los árboles y los ablanda, produciendo el palo podrido o huempo, que se utiliza como forraje para el ganado; en parte, se le muele y consume también por el hombre.

La *papa* cultivada se deriva de *Solanum Maglia* y *S. tuberosum*, que son ambas especies endémicas de Chile. La papa silvestre crece desde Valparaíso hasta Taitao. En Chiloé existen 120 variedades, que tienen diferentes nombres en huilliche.

Fibras.—Una serie de enredaderas proporcionan fibras que tienen diversa aplicación industrial, como ser: *Lardizabala biternata*, el coguil, *Boquila trifoliata*, llamado pilpilvoqui o voqui blanco, *Cissus striata*, el voqui colorado, *Campsidium chilense*, el voqui blanco y *Ercilla spicata*, el voqui traro. *Luzuriaga erecta* y *L. radicans*, la quilineja, se emplea para elaborar escobas, canastas y cables. *Nassella* suministra la materia prima para elegantes canastitos. *Marsipposperma* suministraba la materia textil a los háluc-vúlup y yámana, para la elaboración de sus primorosos canastos. *Leptocarpus chilensis*, el canutillo o caña silvestre, proporciona material para techumbre. Cuerdas y lazos se elaboran de *Aristotelia chilensis* (maqui), *Ovidia pillopillo* y *Abutilon ceratocarpum* (huella). De la corteza de *Fitzroya cupressoides* se obtiene una excelente estopa para calafatear embarcaciones.

Curtientes.—*Persea lingue* contiene 18,5-20% de ácido tánico; las especies *Cryptocarya* y *Eucryphia* señalan una proporción de 14 a 16%. También los *Nothofagus* lo contienen, aunque en menor grado. Antiguamente, también se usaba *Gunnera chilensis* como curtiente.

Resina.—Una excelente resina se obtiene de *Fitzroya cupressoides*, el alerce.

Cañas.—Los bambúes, *Chusquea*, proporcionan tallos que se emplean para elaborar muebles, picanas, lanzas, etc.

Productos destilados.—Se ha insistido mucho en la necesidad de desarrollar en mayor escala la industria de destilados de la

madera, acerca de lo cual se encontrarán mayores referencias en el tercer volumen de esta obra.

Colorantes.—Antiguamente se obtenían muchos colorantes de las plantas silvestres, y todavía se elaboran en algunas partes. Las especies más conocidas para esta aplicación son *Pernettya*, *Berberis*, *Gunnera*, etc.

Especies maderables.—Las selvas australes del país contienen un número muy considerable de especies maderables. Las maderas son, por lo general, a excepción de algunas coníferas (especies que no predominan), duras y pesadas, ofreciendo, por lo tanto, posibilidades para numerosas aplicaciones. La selva típica es mixta, es decir, contiene numerosas especies, siendo escasas las formaciones cerradas de una sola. A menudo se encuentran en ella ejemplares de todas las edades y estados de desarrollo, de manera que es preciso extraer separadamente los apropiados para aserradero. Finalmente, debido a haberse destinado las partes planas del Valle Longitudinal a la agricultura, las selvas se encuentran hoy día en ambas cordilleras, lo que dificulta su explotación. Todos estos factores determinan costos relativamente altos, en comparación con las enormes extensiones ocupadas por coníferas o fagáceas en el hemisferio norte, o con las selvas artificiales.

Las principales especies maderables de que disponemos son las siguientes:

Alerce (*Fitzroya cupressoides*), desde Valdivia hasta el lago Huillinco y el río Reñihue; da una madera elástica, sin nudos, muy liviana y durable. Hay árboles hasta de 4.000 años de edad, que alcanzan una altura de más de 80 m.

Araucaria (*Araucaria araucana*), cuya área, muy limitada, de distribución ya se indicó. Su madera no es muy durable y se emplea para minas y madera terciada, pudiendo utilizarse también para pulpa de papel.

Arrayán (*Myrceugenia apiculata*), que se encuentra hasta Aysén, se aplica generalmente a la producción de leña y carbón, pero hay ejemplares maderables.

Avellano (*Guevina avellana*), entre los paralelos 35 y 43, tiene especial aplicación en la mueblería, para fabricar remos, etc.

Canelo (*Drimys Winteri*), desde el paralelo 31 hasta el cabo de Hornos, da una madera poco durable, con mucho tanino. Se emplea bastante en mueblería.

Ciprés o cedro (*Libocedrus chilensis*), desde la provincia de O'Higgins hasta el paralelo 44, en la cordillera andina, suministra una madera, resistente y caracterizada por la belleza de sus fibras.

Ciprés de las Guaytecas (*Pilgerodendron uviferum*), desde Valdivia hasta Tierra del Fuego, se encuentra especialmente en las partes bajas y húmedas y produce una madera liviana y durable. Se emplea en la construcción de embarcaciones y para postes telefónicos, etc.

Ciruelillo (*Embothrium coccineum*), llamado también notro en Chiloé, desde el paralelo 35 hasta Magallanes, tiene una madera elástica, hermosa y muy valiosa. Se emplea en mueblería, parquets, etc.

Coihue (*Nothofagus Dombeyi*), a lo largo de toda la región higromorfa, predominando en las selvas más australes del Pacífico, da una madera de buena calidad para construcciones, enmaderación de minas, parquets, etc.

Laurel (*Laurelia sempervirens*), desde el paralelo 34 hasta Puerto Montt, da una madera buena para los interiores de los edificios y para pulpa.

Laurel, huahuan o tepa (*Laurelia serrata*), desde el paralelo 34 hacia el sur, da una madera útil para construir embarcaciones (bongos, de un trozo), pero es de calidad inferior que la de *Laurelia sempervirens*.

Lenga (*Nothofagus pumilio*), la fagácea característica de la región transandina de Aysén y Magallanes, que en Argentina recibe el nombre de roble, da madera de construcción de calidad regular.

Lingue (*Persea lingue*), entre los paralelos 35 y 42, suministra madera de primera calidad, especialmente apta para trabajos de carpintería, mueblería y torneado.

Luma (*Myrtus luma*), desde el paralelo 36 hasta el 53, da una madera muy dura, que se emplea para trabajos de carrocería, pernos, ejes, molinetes, roldanas y ligazones.

Lleuque (*Podocarpus andinus*), entre el río Maule y el paralelo 40, en las cordilleras, se le encuentra rara vez; da una madera bastante liviana, y en todo lo demás similar a la del mañío.

Mañío (diversos *Podocarpus* y *Saxegothaea conspicua*), desde Bío-Bío hasta Aysén, llamado pino en la región central, produce una madera muy apropiada para trabajos de mueblería y forros, que se caracteriza por bellos pulimentos.

Meli (*Myrtus meli*), desde Valdivia hasta Chiloé; es poco frecuente. Se utiliza como leña y para fabricar carbón vegetal.

Muermo o ulmo (*Eucryphia cordifolia*), entre los paralelos 37 y 43, de preferencia en la Cordillera de la Costa, da un carbón de excelente calidad, pero su madera sirve también para tablones y forros interiores.

Ñirre (*Nothofagus antarctica*), desde la Frontera hasta Tierra del Fuego; da madera de regular calidad para construcciones.

Olivillo o tique (*Aextoxicon punctatum*), entre los paralelos 31 y

42, da una madera que, se presta para fabricar pulpa, mangos de herramientas, cajones, etc.

Patagua (*Crinodendron patagua*), entre Santiago y Concepción, sobre terrenos húmedos, produce una madera que se emplea en construcciones y forros.

Pelú o pilo (*Sophora tetraptera*), entre los paralelos 36 y 42 y en Juan Fernández, da una madera que tiene aplicación similar a la de la luma.

Pita, peta, petra o picha-picha (*Myrceugenia pitra*), en la provincia de Valdivia, aunque es rara, da una madera útil para objetos de deporte y para combustibles.

Radal (*Lomatia obliqua*), al sur del paralelo 33, produce una madera que se emplea para forros interiores, trabajos de torno y similares.

Raulí (*Nothofagus procera*), entre los paralelos 36 y 40, da una madera de excelente calidad, conceptuada como la mejor de Chile, que tiene múltiples aplicaciones. Las reservas han sido explotadas en su mayor parte.

Roble (*Nothofagus obliqua*), entre el paralelo 33 y el río Maullín, aproximadamente, da buena madera para construcciones, durmientes de ferrocarril y postes.

Roble de Chiloé (*Nothofagus nitida*), en la provincia de Chiloé, suministra una madera blanca, algo difícil de trabajar y pesada, que se emplea para tablones, durmientes, postes, vigas y construcciones navales.

Roble de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), desde Llanquihue hasta Magallanes, da una madera regular para construcciones.

Temu (*Blepharocalyx divaricatus*), entre los paralelos 34 y 42, de aplicación similar a la luma.

Tepu (*Tepualia stipularis*), al sur del paralelo 40, generalmente enmarañado y tortuoso, se emplea principalmente para leña, por su alto valor calorífico.

Tiaca (*Caldcluvia paniculata*), entre los paralelos 37 y 43, produce buena madera para mangos y carrocería.

Tineo, tenío o palo santo (*Weinmannia trichosperma*), entre los paralelos 37 y 53, da una madera apta para arados de madera, embarcaciones y minas.

c) Faunas asociadas con los cuadros vegetacionales del Sur de Chile

En la costa del sur de Chile es frecuente encontrar en las playas y en los roqueríos numerosos animales del mar. Entre éstos, tienen importancia en el extremo austral la foca de Weddel (*Leptonichotis weddelli*),

el leopardo de mar (*Hydrurga leptonix*), el elefante de mar, que se ha hecho muy escaso (*Mirounga leonina*), el lobo de dos pelos (*Arctocephalus australis*), la nutria (*Lutra felina*), que da origen a una faena de caza estacional, de interés económico. Hacia la parte más septentrional del Chile austral, se presenta más o menos la misma fauna que mencionamos asociada a la vegetación costera del centro, esto es, chungungo, lobo de un pelo, pájaro niño, etc. A éstos hay que agregar el pingüino de penacho (*Eudyptes crestatus*), que se encuentra también en las islas del extremo sur.

En los espacios boscados de la zona higromórfica, esto es, en el bosque valdiviano, se observan los siguientes organismos animales que le dan carácter a la fauna: Monito del monte (*Dromiciops australis*), el puma del sur (*Puma concolor araucanus*), la guiña (*Noctifelis guigna*), el coipo del sur (*Myocastor coipus melanops*), el pudú (*Pudu pudu*). A éstos deben agregarse las siguientes aves: el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el hued-hued (*Pteroptochus Tarnii*), el carpintero grande (*Ipocrantor magellanicus*), la torcaza (*Columba araucana*). Entre los batracios debe mencionarse la *Rhinoderma Darwini*, como propia de este medio, junto con la planaria *Polyclades gayi* (lengua).

Entre los insectos propios de estas regiones deben mencionarse *Sclerognathus bacchus*, *Chiasognathus grantii* (ciervo volante), *Chelode-rus chilensis* (coleóptero de la luma) y *Ancistrotus cumingii* (madre de la culebra).

En la selva de Chiloé (porción continental), se observa el culpeo de Magallanes (*Pseudalopex culpaeus magellanicus*), el puma del sur (*Puma concolor magellanicus*), el chinchimen (*Lutra provocax*). En las partes altas de la cordillera se encuentra el huemul (*Hippocamellus b. bisulcus*), habitando la franja superior del bosque. En los ríos es muy frecuente la peladilla (*Galaxias* sp).

Si los cuadros vegetacionales boscados de la Cordillera de los Andes y partes bajas del país aparecen en el sur algo desprovistos de fauna, en cambio las pampas patagónicas se caracterizan por la gran abundancia en ejemplares de una fauna que no es, sin embargo, muy variada. Entre estos elementos faunísticos deben destacarse el chingue patagónico (*Conepatus Humboldti*), al tuco-tuco (*Ctenomys magellanicus*), al guanaco (*Lama guanicoe*), al avestruz (*Pterochemia pennata*), entre los de gran tamaño. Las aves se ven representadas por la perdiz de la Patagonia (*Tinamotis ingoufis*), el carancho (*Polyborus plancus plancus*), las abutardas y los canquenes (*Chloephaga* sp.), el flamenco y algunos cisnes.

V. *Las reservas forestales de Chile*

En el volumen tercero de esta obra, se tratará, detalladamente, sobre el bosque chileno, desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial. No obstante, creemos que el presente capítulo aparecería incompleto si no nos refiriéramos, siquiera someramente, a algunas de las características económicas que ofrece, las que permitirán formarse una idea sobre su extensión, variedad, crecimiento y destrucción.

En las páginas anteriores se ha dejado constancia de la composición y de la distribución de los bosques chilenos, pudiendo advertirse que ellos son muy variados y heterogéneos; sin embargo, de las 10 ó 15 especies existentes, 2 ó a lo más 5 de ellas predominan, formando la mayor parte del volumen del bosque.

Aunque en el pasado se hallaban bosques hasta en la provincia de Aconcagua, por el norte, en la actualidad la región que presenta bosques naturales con interés maderero, puede decirse que empieza en las provincias de Curicó y Talca.

Según los cálculos hechos por la Misión Norteamericana que estudió, en los años 1943 y 1944, bajo los auspicios de la Corporación de Fomento de la Producción, los recursos forestales del país, éstos, incluyendo el bosque natural, las plantaciones y los matorrales, comprenden 16 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente el 22% de la superficie total del país. Al establecer la relación per cápita, se llega a una cifra de 3,2 has. por habitante, lo que representa un valor superior al promedio del mundo, que es de 1,7 solamente.

Los datos que damos a continuación, han sido tomados del informe preparado por la Misión Forestal Norteamericana, publicado en 1946.

Una de las principales características de las reservas forestales de Chile, consiste en que ellas están formadas por bosques vírgenes de madera dura, y constituyen una de las mayores reservas de este tipo en la zona de clima templado, lo que les confiere gran interés económico.

Las reservas forestales se encuentran distribuídas a lo largo de más o menos 37 grados de latitud, desde los ralos matorrales esteparios diseminados en algunos lugares de la región desértica del norte, hasta la selva compacta formada por árboles altos y corpulentos de la zona austral; y desde el nivel del mar hasta alturas considerables de la Cordillera de los Andes.

En la región septentrional del país, donde las lluvias son escasas, los árboles aparecen únicamente en plantaciones regadas artificialmente o formando agrupaciones naturales que se explotan exclusivamente como leña o para extraer tanino. En esta región se encuentran

especies como el tamarugo (*Prosopis tamarugo*), el algarrobo (*Prosopis chilensis*), y el carbón (*Cordia decandra*).

Desde el sur de la provincia de Coquimbo hasta la de Talca, se presenta una zona de monte (bosque bajo), utilizable solamente como leña y para fabricar carbón vegetal, formado principalmente por espino (*Acacia cavenia*), boldo (*Boldea boldus*) y peumo (*Cryptocarya rubra*), árboles cuya altura es de 2 a 5 metros, aunque ocasionalmente alcanzan mayor longitud en valles y quebradas bien protegidas. En esta misma zona aparecen las primeras plantaciones comerciales, compuestas principalmente por eucaliptus (*Eucalyptus globulus*) y álamo (*Populus nigra italica*) y los primeros grupos diseminados de selva natural.

Desde la provincia de Maule hasta Bío-Bío, se mantiene principalmente el monte o bosque bajo, ya descrito; pero la selva natural se hace más evidente. En esta zona, las plantaciones alcanzan su máxima importancia, formando extensos bosques de Pino Monterrey o *insignis* (*Pinus radiata*), principalmente.

La zona de mayor interés maderero es la que se extiende entre las provincias de Bío-Bío y Llanquihue. En este sector, los bosques son, en general, densos, compuestos por árboles que alcanzan hasta 100 cms. de diámetro en el tronco y cuya altura fluctúa entre 25 y 35 m., cuando maduros. Se encuentran allí especies forestales como el coigüe (*Nothofagus Dombeyi*), y la tepa (*Laurelia serrata*), que aparecen con la mayor profusión a lo largo y ancho de las selvas australes chilenas, junto con otras especies más locales, como raulí (*Nothofagus procera*), roble (*Nothofagus obliqua*), laurel (*Laurelia sempervivens*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), lingue (*Persea lingue*), tineo (*Weinmannia trichosperma*), araucaria (*Araucaria araucana*), luma (*Myrtus luma*), alerce (*Fitzroya cupressoides*), mañío (*Podocarpus salignus*), y otras especies, ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), y muchas otras.

Dos especies: coigüe y tepa, forman el 58% de las especies maderables; y cuatro: coigüe, tepa, ulmo y tineo, el 73%. A pesar de lo dicho, hay áreas extensas en las cuales domina una sola especie: araucaria, alerce, mañío y raulí, se presentan a menudo en estas condiciones. Todas las principales especies maderables tienen valor comercial, y entre ellas existen algunas que poseen propiedades poco comunes. En las regiones montañosas que se extienden entre Temuco y Puerto Montt, donde las lluvias sobrepasan de 2.000 mm., se encuentran las mejores reservas forestales maderables de Chile.

Las selvas naturales se organizan en Chile conforme a las siguientes categorías:

	Millones de Hectáreas	Proporción del total de selvas de valor comercial %	Proporción de selvas naturales %
Selvas vírgenes maderables	4,37	80	61
Selvas parcialmente cortadas y renovales	0,47	9	7
Roces y explotadas	0,60	11	8
Selvas en terrenos rocosos no comerciales	1,69		24
Total de selvas naturales	7,13		100

Las plantaciones de árboles maderables abarcan 143.511 hectáreas y cubren un área equivalente al 2,6% de los bosques naturales comerciales. Las plantaciones de Pino *insignis* forman el 58%; el eucaliptus, 31% y el álamo, 4%. El 7% restante consiste en otras especies, incluyendo el ciprés y acacia. Del total de las plantaciones, 28% corresponde a las provincias comprendidas entre Coquimbo y Talca; 47% a las de Linares, Maule, Ñuble, Bío-Bío y Concepción; 24% a las de Arauco y Malleco hasta Llanquihue inclusive; y 1% a las de Tarapacá, Antofagasta y Atacama.

El volumen de la madera sana que encierra las selvas y el monte (bosque bajo) chilenas, se estima en 65.095 millones de pies cúbicos, la mayor parte del cual se encuentra en la región sur del país: 46%, en las provincias de Arauco a Llanquihue y 38% en las de Chiloé y Aysén.

Las selvas chilenas están sometidas a una destrucción progresiva, tanto por explotación como por destrucción por el hombre para habilitar terrenos para el pastoreo y los cultivos. En las provincias del sur, particularmente en Llanquihue y en Chiloé la proporción de selvas destruídas por explotación es insignificante comparada con la destruída por el roce a fuego. Se ha calculado que en todo Chile 682 millones de pies cúbicos se destruyen anualmente por quema incontrolada, lo cual representa más de cuatro veces el volumen de madera explotada; 68% de esta destrucción corresponde a las provincias de Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue; 26% a las provincias de Chiloé y Aysén; 4% a Magallanes y 2% a las provincias del norte.

En la destrucción de las selvas concurren también fenómenos naturales y biológicos. El viento, la acción de los insectos, las enfermedades de las plantas, producen una destrucción anual que se estima en 460 millones de pies cúbicos, un volumen suficiente para servir de

base a una industria forestal dos veces más grande que la actualmente existente.

Algo de las terribles pérdidas experimentadas por las causas anteriores se repone por el crecimiento anual. Este se estima en 730 millones de pies cúbicos, lo que representa el 1,1% del monto de madera con que cuenta la nación. El crecimiento varía notablemente según las especies. Alerce, por ejemplo, no tiene un crecimiento anual superior a 0,3% de su volumen de madera, mientras que el canelo crece en un 2%.

Un balance de las ganancias y pérdidas de nuestros bosques según los factores indicados, considerando también la madera cortada y aprovechada por el hombre, que se estima en unos 196 millones de pies cúbicos anuales, arroja una pérdida neta, anual, de 608 millones de pies cúbicos. Si esta situación se mantuviera, agrega el informe de la Misión Forestal Norteamericana, cien años, aproximadamente, bastarían para el agotamiento total de las reservas forestales naturales chilenas.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

RESUMEN

La flora chilena presenta numerosas características originales que destacan su conjunto dentro del continente suramericano. Numerosos endemismos, que llegan hasta la categoría de las familias, y rasgos particulares dentro de las familias, son los hechos principales que debemos señalar en este sentido. Según un cálculo de Reiche, 5.000 a 5.500 especies de plantas se encuentran en Chile, siendo las familias mejor representadas, en este sentido, las de las compuestas y de las gramíneas.

Desde el punto de vista fisonómico, tienen interés las fagáceas, las mirtáceas, leguminosas y rosáseas, junto con las gramíneas mencionadas anteriormente.

Atendiendo a las características florales, Engler ha distinguido en nuestro país cinco provincias botánicas, de las cuales una es de transición. Si agregamos a ellas la de Juan Fernández y la oceánica, que se presenta en la isla de Pascua, veremos que nuestro país presenta condiciones florales muy variadas.

Para el estudio del país desde el punto de vista de la vegetación, se le ha dividido en tres grandes zonas: la xeromórfica, la mesomórfica y la higromórfica, atendiendo a las condiciones del abastecimiento de agua para las plantas. En cada una de ellas se han estudiado las formaciones climax solamente, es decir, aquéllas que representan un equilibrio definitivo con las características ambientales, particularmente climáticas; sin embargo, en el sur, en donde las fluctuaciones climáticas tienden a ser menores, se han presentado también algunas formaciones edáficas que logran gran distribución geográfica.

En este resumen nos limitaremos a dar simplemente la nomenclatura de las formaciones y su distribución, con sus rasgos más característicos.

Zona xeromórfica

Se extiende desde el extremo norte hasta el río Choapa. Las formaciones dominantes son los desiertos, los jarales, las estepas y los matorrales.

1. *Desierto costero.*—Se extiende en forma de una estrecha faja entre el límite norte hasta los 28° 20′ de Lat. S. Se ha dividido en dos sectores, el septentrional y el meridional. Mientras en el primero dominan las plantas anuales, el segundo se caracteriza por arbustos y cactáceas.

2. *Jaral costero.*—Se extiende desde la punta Miguel Díaz hasta las vecindades de La Serena, rechazando hacia el interior la formación anterior. Su aspecto es el de un matorral abierto de arbustos chicos, asociados con hierbas estacionales.

3. *Formación preandina de cactáceas columnares.*—Comienza por el límite norte del país, a altitudes entre 1.500 y 3.600 m., y llega hasta los 20° 16′ S. Está formada por una asociación de cactáceas columnares, con hierbas perennes y arbustos.

4. *Tamarugal.*—Comprende la parte más elevada del Valle Longitudinal, desde los 20° hasta el río Loa. Su aspecto es el de un jaral abierto, con árboles dispersos o en grupos de pequeña extensión. (*Prosopis tamarugo*).

5. Jaral desértico.—Se extiende por la región preandina, abarcando, en parte, la región más inferior de la Cordillera de los Andes, entre los 20 y los 30° de Lat. S. Está formado por arbustos espinosos de pequeña alzada, con fuertes caracteres de xerofitismo. En la parte inferior existen algunas hierbas estacionales.

6. Tolar.—Se encuentra en los faldeos andinos y altas mesetas, entre el extremo norte y los 31° 40′ de Lat. S. Se caracteriza por la dominancia de plantas arbustivas de hojas y ramillas resinosas. Forma un matorral relativamente denso, aunque las plantas no sobrepasan un metro de altura.

7. Estepa andina.—Ocupa las altas mesetas de la Cordillera de los Andes en el extremo norte y está compuesta por una asociación de hierbas que crecen en champas.

8. Llaretales.—Sobre los 4.000 m., por todo el norte, se encuentran plantas que crecen en cojines, junto con arbustos achaparrados, que reciben el nombre de llaretales.

Faunas asociadas.—En las diversas formaciones de esta zona se encuentran numerosos animales asociados. En las regiones del litoral son las aves guaneras las más importantes, las cuales forman inmensas bandadas. Con ellas se observan algunos animales marinos ocasionalmente en los roqueríos. En los valles y oasis, existe una fauna más variada, aves y mamíferos. En los planos inclinados de la Puna y en las serranías se observa el huemul del norte, la llama, el puma, la vizcacha. Finalmente, en la Puna se encuentra la vicuña, la alpaca, la llama y el avestruz. Varias aves acompañan a estos animales.

Valor económico de la vegetación.—Aunque de poco valor de cubierta, la vegetación de la región xeromórfica tiene gran importancia para el hombre, porque en ella se apoya para su establecimiento.

Zona mesomórfica

SE EXTIENDE desde el río Choapa hasta el Laja, como límites generales. En ella vamos a encontrar, como formaciones dominantes, a las estepas, los matorrales y los bosques. Estos últimos aparecen por primera vez inmediatamente al sur de la Serena, pero más hacia el sur penetran francamente al interior, y hacia su extremo austral ya tienen notable importancia, en las dos cordilleras.

9. Estepa con Acacia cavenia.—Esta formación, que es la más característica de la zona, aparece bien conformada al sur del río Limarí y se extiende por todo el Valle Longitudinal, hasta el Laja. Está formada por una estepa herbácea, en la que predominan las gramíneas, pero lleva arbustos y especies arborescentes, entre las cuales la más característica es *Acacia cavenia* (espino).

10. Estepa costera de arbustos y hierbas mesófitas.—Se extiende entre los 31 y los 34° de Lat. S., por las planicies costeras. Su aspecto es el de una estepa enmarañada, con cubierta primaveral herbácea muy rica. Se observan variaciones importantes en los sitios húmedos y en el fondo de las quebradas.

11. Formación de los matorrales arborescentes de la Cordillera de la Costa.—En esta formación se presentan ya tres estratos vege-

tacionales bien conformados: arbóreo, arbustivo y un tapiz inferior de hierbas anuales y perennes. A menudo se ve interrumpida por asociaciones típicas de montaña, en las altitudes de la cordillera, y asociaciones forestales, en las partes con mayor humedad.

12. Matorrales espinosos subandinos.—A partir de los 32° de Lat. S., el tolar se ve substituído por esta formación. Es un matorral con numerosas plantas espinosas, pero en el cual arbustos mesomórficos descuellan por su importancia. La formación se desarrolla entre los 600 y los 1.300 m. de altitud.

13. Formación xeromórfica andina.—Se presenta en las partes altas de la Cordillera de los Andes, entre 2.000 y 4.000 m. en la parte septentrional, y entre 2.100 y 2.800 m. en la austral. Está formada por pequeños arbustos, pastos en champas y plantas en cojines, que forman una cubierta rala, con grandes espacios desnudos y rocosos. Todos sus integrantes poseen un marcado xerofitismo.

14. Matorral costero mesomórfico.—Desde los 34° de Lat. S. hasta los 37° se observa una faja de matorrales, formados por arbustos abundantes y una cubierta herbácea de plantas perennes. Los arbustos a menudo alcanzan desarrollo arbóreo.

15. Bosque abierto andino sin coníferas.—Entre los 600 y los 1.200 m., y a partir de los 35°, se encuentra, en forma de áreas discontinuas, un bosque andino, en el cual el coigüe, el roble y el olivillo, son las especies dominantes. La falta de coníferas y el sotobosque abierto, son sus rasgos fisonómicos más importantes.

16. Matorral preandino de hojas lauriformes.—En las partes más externas de los Andes, entre el Cachapoal y el Quillén (38° 25'), se presenta un matorral denso, que en las partes más húmedas presenta desarrollo de árboles siempreverdes.

17. Bosque transicional o maulino.—Entre los 34° 55' y los 37° 20', por la Cordillera de la Costa, se observa un bosque en el cual se mezclan especies de la zona mesomórfica con especies de la región higromórfica. El coigüe, el roble, el roble colorado y el roble del Maule son las especies más características.

Observaciones sobre el valor económico de las plantas.—En esta zona, la vegetación más abundante pone a disposición del hombre numerosos elementos de valor. Existen frutales, verduras, tubérculos, plantas que proporcionan fibras, curtientes, plantas con propiedades terapéuticas, y numerosos árboles que procuran madera de buena calidad, o bien leña para usos domésticos.

Faunas asociadas.—Numerosos elementos faunísticos contribuyen a dar viveza e interés a los paisajes correspondientes a las diversas formaciones que se acaban de revisar. El culpeo, la chilla, el gato montés, el quique, son los más llamativos, pero a éstos se agregan diversas clases de ratones, aves y reptiles.

Zona higromórfica y xeromórfica patagónica

Más allá de los 38-39° de Lat. S., se desarrolla la zona higromórfica por la parte externa del continente. En las vertientes orientales de los Andes, se pronuncia nuevamente el xerofitismo.

18. Matorrales de transición.—Al sur del río Laja todavía se desarrolla un paisaje abierto, con dominancia del espino, cuya vegetación marca una transición entre el mesomorfismo y el higrofitismo. Trozos de bosque en las partes húmedas, amenizan a esta formación.

19. Parque.—Más al sur, el bosque ocupa ya todos los sitios húmedos, mientras que una pradera se dilata en las partes con menos disponibilidades de agua. Esta formación se desarrolla entre el Malleco y el Cautín, por las partes céntricas del país.

20. Formación de Nothofagus oblíqua y Laurelia sempervirens.—Por las partes céntricas del país, desde la divisoria de aguas entre el Cautín y el Toltén, hasta el Maullín, se desarrolla un bosque mixto con árboles de gran tamaño y un sotobosque relativamente abierto. En él dominan las especies mencionadas.

21. Formación de ñadis.—En la faja adosada a la Cordillera de los Andes, y desarrollándose paralela a la anterior, se presenta una formación en la cual predomina una vegetación de carácter pantanoso.

22. Bosque de Araucaria araucana.—Se le encuentra en la Cordillera de Nahuelbuta, entre los 37° 30′ y 38° 40′ de Lat. S., y en la Cordillera de los Andes, entre los 37° 40′ y los 40° 10′, y en ambos casos en la altura. Constituye un bosque abierto, con una típica asociación arbustiva en el sotobosque y un piso de hierbas.

23. Selva valdiviana de la costa.—Es una formación forestal densa, con intrincado sotobosque, y muchos musgos y helechos. La mayoría de los árboles son siempre-verdes, y presentan tendencia a formar asociaciones puras.

24. Selva valdiviana andina.—Se diferencia de la anterior por un mayor número de árboles de hojas caedizas, que presenta un higromorfismo menor que la anterior, lo que ocasiona la disminución de las epífitas, de los musgos, de los helechos y las lianas.

25. Alerzales.—Tanto en las cumbres de los cerros como en los sitios pantanosos, se observan asociaciones puras de *Fitzroya cupressoides.*

26. Selva de Chiloé.—Es una selva que presenta características muy semejantes a la valdiviana, pero en ella no se encuentra *Nothofagus oblíqua*, que está reemplazado por *N. nitida*, y *N. Dombeyi* adquiere gran importancia. Está formada por árboles de gran tamaño, árboles más pequeños, arbustos, y un piso pobre en especies.

27. Formación pantanosa de Pernettya y Gleichenia.—Es el efecto de subsuelos impermeables o de la falta de un drenaje conveniente. Existe una densa cubierta arbustiva acidófila y hierbas de pantano.

28. Bosque patagónico trasandino—Se desarrolla en la vertiente oriental de los Andes, y se caracteriza por un mayor mesomorfismo. Los árboles dominantes son *Nothofagus antarctica* y *N. pumilio.*

29. Bosque magallánico siempre-verde.—Se extiende desde el estero Jesuítas hasta el cabo de Hornos. Es una selva siempre-verde y de composición florística pobre, desprovista de lianas.

30. Bosque magallánico caducifolio.—Se desarrolla paralelo al anterior, pero por la vertiente oriental de la montaña, desde el lago Buenos Aires. Es una selva estivifolia, de composición florística pobre. Posee un estrato medio y uno inferior, bien desarrollados.

31. Tundra magallánica.—Se desarrolla en las regiones de altas precipitaciones, desde los 42° de Lat. S., hasta el archipiélago de Tierra del Fuego, y se presenta en las regiones planas de baja altura. Las plantas crecen en cojín, pero entre ellas se desarrollan otras que no poseen este modo de crecimiento. Hay también algunos arbustos.

32. Estepa patagónica.—En las partes en que Chile se extiende hacia el oriente, se presenta una estepa, que en las partes vecinas al Estrecho adquiere carácter de pradera. Está compuesta principalmente por gramíneas que crecen en champas.

Valor económico de las plantas.—En esta parte es donde se presentan los recursos vegetacionales más importantes del país. Hay frutales, verduras, hongos, fibras, curtientes, resinas, cañas, plantas colorantes, etc. Las especies maderables son numerosas de las cuales en el texto se estudian las principales.

Faunas asociadas.—En la zona higromórfica existe también una rica fauna asociada con las distintas formaciones, la cual, en las islas del extremo sur, presenta numerosas especies de interés económico.

Las reservas forestales de Chile.—Los bosques chilenos son variados y heterogéneos; sin embargo, de las 10 ó 15 especies existentes, 2 ó a lo más 5 de ellas predominan, formando la mayor parte del volumen del bosque. Las especies más abundantes son: Coigüe, tepa, ulmo y tineo. Los recursos forestales de Chile comprenden 16 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente el 22% de la superficie total del país. El volumen de la madera sana que encierran las selvas y el monte (bosque bajo) se estiman en 65.095 millones de pies cúbicos. Las selvas están sometidas a una destrucción progresiva, tanto por la explotación como por destrucción por el hombre para habilitar terrenos agrícolas, así como también por las enfermedades, plagas y roces por el fuego, lo que significa una pérdida anual de 1.338 millones de pies cúbicos. El crecimiento anual del bosque se calcula en 730 millones de pies cúbicos. El balance de las ganancias y pérdidas de nuestros bosques, según los factores indicados, arroja una pérdida neta, anual, de 608 millones de pies cúbicos.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CONTROL

BIBLIOGRAFIA

BAEZA, VÍCTOR M.—*Los nombres vulgares de las plantas silvestres de Chile y su concordancia con los nombres científicos.* 2.ª ed. Santiago, 1930.

DUSÉN, P.—*Die Pflanzenvereine der Magellanländer, Svenska Expeditionen till Magellansländerna.* Bd. III, N.º 10, Estocolmo, 1903.

ENGLER-DIELS. — *Sillabus der Pflanzenfamilien.* Berlin 1936. Gebruder Borntraeger.

ESPINOSA B., MARCIAL R.—*Observaciones de la vegetación en Yelcho (Chiloé) y en la parte superior del valle del río Palena.* Bol. del Museo Nac. de Hist. Nat., tomo XXI, Santiago, 1943.

Forest Service, U.S. Department of Agriculture in cooperation with Corporación de Fomento de la Producción.—Forest Resources of Chile as a basis for industrial expansion. 1946.

MUÑOZ, CARLOS y PISANO, EDMUNDO.—*Estudio de la vegetación y Flora de los parques de Fray Jorge y Talinay.* Agricultura Técnica, Año VII, N.º 2. Santiago, 1947.

PHILIPPI, JOHNSON y GOODALL.—*Las Aves de Chile.* Tomo I. Bs. Aires, 1946.

REICHE, KARL.—*Geografía Botánica de Chile,* Trad. de W. Looser. Santiago, 1934.

SKOTSBERG, CARL.—*Resultados botánicos de la Expedición Sueca a la Patagonia y Tierra del Fuego.* Upsala, 1910.

VOCABULARIO DE LOS NOMBRES VULGARES DE ALGUNAS PLANTAS SILVESTRES CHILENAS

A

Acacia cavenia: espino, churque.
Acaena sp.: cadillo, amores secos.
Acaena trifida: pimpinela.
Adenopeltis colliguaya: colihuai macho, lechón.
Adesmia arborea: espinillo, talhuén.
Adesmia sp.: jarilla.
Adiantum chilense: culantrillo.
Aextoxicon punctatum: olivillo.
Alonsoa incisifolia: flor del soldado.
Alophia coerulea: lahue.
Alsophila pruinata: ampa, helecho de Valdivia, palmita.
Alstroemeria pulchra: flor del águila, mariposa del campo.
Anarthrophyllum andicola: pichi romero.
Andropogon argenteus: coirón.
Anemone decapetala: centella.
Araucaria araucana (=A. imbricata): pehuén.
Argylia puberula: cartucho, flor del jote, hinojillo, terciopelo.
Aristida pallens: coirón.
Aristolochia chilensis: oreja de zorro, hierba de la Virgen María.
Aristotelia chilensis (=A. maqui): maqui.
Artemisia copa: copa.
Asteriscium chilense: anicillo, huaralao, muchu.
Astragalus flavus: hierba loca.
Atriplex atacamensis: cachiyuyo.
Avena hirsuta: teatina.
Azara celastrina: corcolén lilén.
Azara dentata: corcolén, lilén.
Azara Gilliesii: lilén, maqui blanco.
Azara lanceolata: aromo.
Azorella sp.: llareta.

B

Baccharis concava: chilquilla, vautro.
Baccharis confertifolia: chilquilla, suncho
Baccharis linearis: romerillo.
Baccharis lycioides: romerillo.
Baccharis marginalis: chilca, suncho.
Baccharis paniculata: tola.
Baccharis petiolata: chilca.
Baccharis rosmarinifolia: romerillo.
Baccharis Santelices: tola.
Baccharis sphaerocephala: rari.
Baccharis tola: tola, legía.
Bahia ambrosioides: manzanilla cimarrona.
Balbisia pedunculariis: Flor de San José, palo negro.
Bellota Miersii (=Cryptocarya Miersii): belloto.
Bellota nitida (=Cryptocarya Bertereona): belloto.
Berberis buxifolia: calafate, michai, palo amarillo.
Berberis empetrifolia: zarcilla.
Berberis ilicifolia: chelia.
Berberis sp.: michai.
Berberis valdiviana: clen.
Blechnum sp.: palmilla.
Blepharocalyx divaricatus: temu, palo colorado.
Boldea boldus (=Peumus boldus): boldo.
Bomaria salsilla: zarcilla.
Boquila trifoliata: pilpilvoqui, voqui blanco.
Bromus unioloides: lanco, pasto de perro
Buddleia globosa: matico, pañil, palquin.
Bulnesia chilensis: retama.

C

Caesalpina angulicaulis: retamo.

Calandrinia affinis: quiaca.
Calandrinia sericea: hierba del chancho.
Calandrinia sp.: pata de huanaco, quiaca, doquila.
Calceolaria ascendens: topatopa, arguenita.
Calceolaria corymbosa: arguenita del cerro.
Calceolaria nudicaulis: topatopa.
Caldcluvia paniculata: tiaca.
Campsidium chilense: pilpilvoqui blanco, voqui bejuco, voqui blanco.
Cardamine nasturtioides: berro.
Carex excelsa: cortadera del sur.
Carica chilensis: monte gordo, palo gordo.
Carpha paniculata: chango, trigo del monte.
Cassia acutifolia: alcaparra.
Cassia closiana: quebracho.
Cassia stipulacea: alcaparra, chucuri, mayu, palo negro, quebracho, trasentrasen.
Cephalophora chilensis: manzanilla del campo.
Cereus o Trichocereus coquimbensis: copao.
Cereus o Trichocereus chilensis: quisco.
Cestrum parqui: palqui.
Cissus striata: voqui, colorado, zarzaparrilla.
Citronella chilensis: naranjilla, huillipatagua.
Codonorchis Poeppigii: azahar, azucena.
Colletia crenata: espino blanco.
Colletia spinosa: crucero, yaquil.
Colliguaya odorifera: collihuai.
Conanthera bifolia: ngao, pajarito del campo, papita del campo.
Cordia decandra: carbón.
Cortaderia argentea: cortadera, cola de zorro.
Cotula coronopifolia: botón de oro.
Crinodendron Hookerianum: chaquihue, polizón.
Crinodendron patagua: patagua.
Cristaria andicola malvilla.
Cryptocarya rubra (=*C. peumus*): peumo.

Ch

Chaetanthera sp.: china.
Chevreulia stolonifera: pasto dulce.
Chiliotrichum diffusum: romerillo.
Chloraea aurantia: azucena del campo.
Chuquiragua oppositifolia: hierba blanca.
Chusquea coleu: colihue.
Chusquea parvifolia: colihue.
Chusquea quila: quila.

D

Danthonia sp.: coirón.
Desfontainea spinosa: chapico, michai blanco, taique, trautrau.
Dinemandra strigosa: té de burro.
Distichlis sp.: chépica.
Drimys Winteri: canelo.

E

Echinocactus sandillón: sandillón.
Embothrium coccineum: ciruelillo, notro.
Encelia sp.: coronilla del fraile, incienso.
Ephedra americana var. andina: pingo-pingo.
Erigeron spiculosus: huilmo.
Eryngium paniculatum. chupalla, quisco, pitillo.
Eryngium rostratum: cardilla, caucha.
Escallonia carmelita: naranjillo.
Escallonia illinita: barraco, corontillo, ñipa, siete camisas.
Escallonia leucantha: luncillo.
Escallonia pulverulenta: corontillo, mardoño, siete camisas.
Escallonia revoluta: lun.
Eucryphia cordifolia: muermo, ulmo.
Eugenia chequen: arrayán blanco, chequén.
Eupatorium glechonophyllum: barba de viejo.
Eupatorium salvia: pegajosa.
Euphorbia chilensis: pichoa.
Euphorbia lactiflua: lechero.

F

Fabiana denudata: tolilla.
Fabiana erocoides: tolilla.
Fabiana imbricata: peta, romerillo, pichí.
Festuca acanthophylla: coirón.
Fitzroya cupressoides (=*F. patagonica*): alerce.
Flotowia diacanthoides: palo blanco, pallo santo, tayu, trevo.
Flourensia thurifera: incienso, maravilla del campo.
Fragaria chiloensis: frutilla silvestre, fresa, lahueñ.
Francoa sonchifolia: hierba del pasmo, llaupangue.
Fuchsia coccinea: chilco, palo blanco.
Fuchsia rosea: palo de yegua.

G

Galium aparine: lengua de gato.
Gaultheria sp.: murtillo, chaura.
Geum chiloense: hierba del clavo, llallante.
Gilia nudicaulis: rueda.
Gimnophytum sp.: biobio.
Gleichenia pedalis: palmita, hierba loza.
Gomortega queule: queule, hualhual.
Gourliea decorticans: chañar.
Greigia Landbeckii: ñocha.
Greigia sphacelata: chupón.
Griselinia ruscifolia: lilinquen.
Griselinia scandens: yelmo.
Guevina avellana: avellano.
Gunnera chilensis: pangue, nalca, dinacho.
Gutierrezia paniculata: delgadilla, monte amarillo.

H

Haplopappus Berteri: vailahuen.
Haplopappus foliosus: cuerno de cabra, palo negro.
Heliotropium curassavicum: cama de sapo, jaboncillo.
Heliotropium stenophyllum: palo negro.
Herreria stellata. zarza.
Hierochloe utriculata: ratonera.
Hippeastrum bicolor: amancai, añañuca, azucena del diablo, coral del cerro.
Hydrangea scandens: canelilla, pehuelden, voqui naranjo.
Hydrocotyle chamaemorus: malva del monte.
Hydrocotyle ranunculoides: hierba de la plata, tangue.
Hypericum chilense: ñanco.

J

Jubaea chilensis (=*J. spectabilis*)*:* palma chilena.
Juncus procerus: junquillo.

K

Kageneckia oblonga: huayo, vollén.

L

Lapageria rosea: copihue.
Lardizabala biternata: cóguil.
Laretia compacta: llareta.
Lathyrus epetiolaris: clarincillo.
Laurelia sempervirens (=*L. aromatica*)*:* laurel.
Laurelia serrata: huahuan, laurela, tepa.
Leuceria barrasiana: blanquillo.
Leucocoryne alliacea: huille de San Francisco.
Libertia ixioides: callecalle, tequeltequel.
Libocedrus chilensis: ciprés andino, cedro.
Linum selaginoides: merulahuen.
Linum sp.: ñancolahuen.
Lithraea caustica: litre.
Loasa sp.: ortiga.
Lobelia salicifolia: tupa.
Lomatia dentata: avellanillo, ciruelillo, piñol.
Lomatia ferruginea: romerillo, fuinque, piune, moré.
Lomatia obliqua: radal, nogal silvestre.
Lucuma valparadisaea: lúcumo silvestre, palo colorado.
Lupinus microcarpus: arvejilla, chocho del campo.
Luzuriaga radicans: azahar del monte, quilineja, coral del monte.
Lycium chañar: chañar.

M

Madia sativa: madia, melosa.
Maihuenia Poeppigii: maihuén.
Margyricarpus setosus: romerillo, perla, sabinilla.
Maytenus boaria: maitén.
Maytenus magellanica: leña dura.
Mesembrianthemum chilense: doca, frutilla de mar.
Mimulus luteus: berro amarillo, placa.
Mitraria coccinea: botellita, chilca, voquivoqui.
Moscharia pinnatifida: almizcle.
Muehlenbeckia chilensis: mollaca, quilo, voqui negro.
Mutisia sinuata: clavel del campo.
Myrceugenia apiculata: arrayán, palo colorado.
Myrceugenia chequen: chequen.
Myrceugenia pitra: pitra, pita, petra, peta, pichapicha.
Myrceugenia planipes: patagua de Valdivia.
Myrteola nummularia: daudapo.
Myrtus luma: luma.
Myrtus meli: meli.
Myzodendron sp.: cabello de ángel.

N

Nasturtium officinale: berro.
Nertera depressa: coralito, chaquirita del monte, rucachucao.
Nolana rupestris: suspiro.
Nothofagus Alessandrii: ruil.
Nothofagus antarctica: ñirre.
Nothofagus betuloides: roble de Magallanes.
Nothofagus Dombeyi: coihue.
Nothofagus glauca: hualo, roble colorado.
Nothofagus Leoni: roble colorado.
Nothofagus nitida: roble de Chiloé.
Nothofagus obliqua: roble, pellín, hualle
Nothofagus procera: raulí.
Nothofagus pumilio: lenga.

O

Oenothera sp.: Don Diego de la noche.
Ophryosporus triangularis: rabo de zorro.
Opuntia sp.: tuna.
Osmorrhiza Berteri: asta de cabra.
Ovidia pillopillo: lloime, palo hediondo, pillopillo.
Oxalis carnosa: culle, vinagrillo.
Oxalis gigantea: churco.
Oxalis laxa: culle, vinagrillo.
Oxalis lobata: flor de Mayo, flor de la perdiz.
Oxalis rosea: culle colorado.

P

Pasithea coerulea: azulillo, chichiquin, flor del queltehue.
Passiflora pinnatiffida: granadilla.
Perezia prenanthoides: estrella de los Andes.
Pernettya furens: huedhued.
Pernettya mucronata: chaura.
Pernettya rigida: murtillo.

Persea lingue: lingue.
Phacelia viscosa: té de burro.
Philesia buxifolia: coicopihue, copihue chilote, copihuelo.
Phytolacca australis: carmín.
Pilea elegans: coyanlahuen, mellahuvilu.
Pilgerodendron uviferum (=*Libocedrus tetragona*): ciprés de las Guaitecas.
Plantago sp.: llanten, siete venas.
Poa annua: pasto de la perdiz, piojillo.
Podanthus mitiqui: mitique, mitriu.
Podanthus ovalifolius: mitique, palo negro.
Podocarpus andinus: lleuque.
Podocarpus nubigenus: mañíu.
Podocarpus salignus: mañíu de hojas largas.
Polyachyrus latifolius: renguilla.
Polygonum quinoa: quinoa.
Polylepis incana: queñoa.
Polypogon crinitus: cola de zorro.
Porlieria chilensis: guayacán.
Prosopis chilensis: algarrobo.
Prosopis tamarugo: tamarugo.
Proustia baccharioides: huañil.
Proustia pungens: huañil.
Proustia lipia: tipia.
Pseudopanax laetevirens: sauco cimarrón, traumén.
Psoralea glandulosa: culén.
Puya alpestris chagual.
Puya chilensis: cardón, puya.

Q

Quillaja saponaria: quillay.
Quinchamalium sp.: quinchamalí.

R

Retamilla Ephedra: camán, coquilla, retamilla, yaqui.
Rhaphithamnus spinosus: arrayán macho.
Ribes sp.: parrilla.
Rubus radicans: frutilla, miñemiñe.

S

Salix chilensis (=*S. Humboldtiana*): sauce amargo.
Sanicula liberta: pata de león.
Sarmienta repens: italahuen, medallita, votri.
Saxegothaea conspicua: mañío, lahuan.
Schinus crenatus: litrecillo.
Schinus dependens: huingán.
Schinus latifolius: molle.
Schinus molle: molle del norte, pimiento.
Schinus polyphyllus: molle.
Schizanthus sp.: pajarito, palito.
Scilla cloroleuca: cebolleta.
Scirpus riparius: estoquilla, taguatagua, trome, totora.
Senecio buglosus: hualtata, lengua de vaca.
Senecio cymosus: matico, para ná.
Senecio graveolens: tola hembra.
Senecio hualtata: hualtata, lampazo, paco.
Senecio otites: trompetilla, tutuco.
Senecio rosmarinus: romero.
Senecio sylvaticus: melosa.
Sisyrinchium graminifolium: huilmo, ñuño.
Sisyrinchium pedunculatum: huilmo, ñuño.
Skytanthus acutus: cuerno, monte de burro.
Solanum Gayanum: contulmo, natri.
Solanum Maglia: papa silvestre, papa del zorro.
Solanum pinnatum: hierba del chabalongo.
Sophora macrocarpa: mayu.
Sophora tetraptera: pelu, pilo.
Sphacele campanulata: lahuenlahuen, salvia.
Stachys grandidentata: hierba santa.
Stipa chrysophylla: pajonal.
Stipa frigida: tola.
Stipa ichu: ichu, tola.

T

Tagetes minuta: quinchihue.
Talguenea costata: tralhuén.
Tepualia stipularis: tepu.
Tessaria absinthioides: brea, chilquilla.
Tetragonia peduncalata: lechuga.
Trevoa trinervis: trevú.
Triptilion spinosum: siempreviva.
Tropaeolum tricolar: relicario, soldadillo

U

Ugni Molinae: murtilla, uñi.
Uncinia sp.: quinquin.
Urtica magellanica: ortiga caballuna.

V

Verbena corymbosa: correcaballito, verbena.
Verbena erinoides: hierba del incordio, sandíalahuén.
Vicia vicina: arvejilla.
Villaresia mucronata: huillipatagua, naranjillo.
Viola asteriae: violeta del campo.
Viola maculata: pilludén, violeta del monte.
Viviania sp.: oreganillo.

W

Wahlenbergia linarioides: hierba del flato, uñoperquen.
Weinmannia trichosperma: teníu, palo santo, maden.
Werneria poposa: poposa.

Z

Zephyra elegans: argentina.

Dos mapas

Los mapas de las Zonas Climatéricas y de las Formaciones Vegetales, se encuentran en el segundo tomo de esta Obra.