

I. El País y su Naturaleza

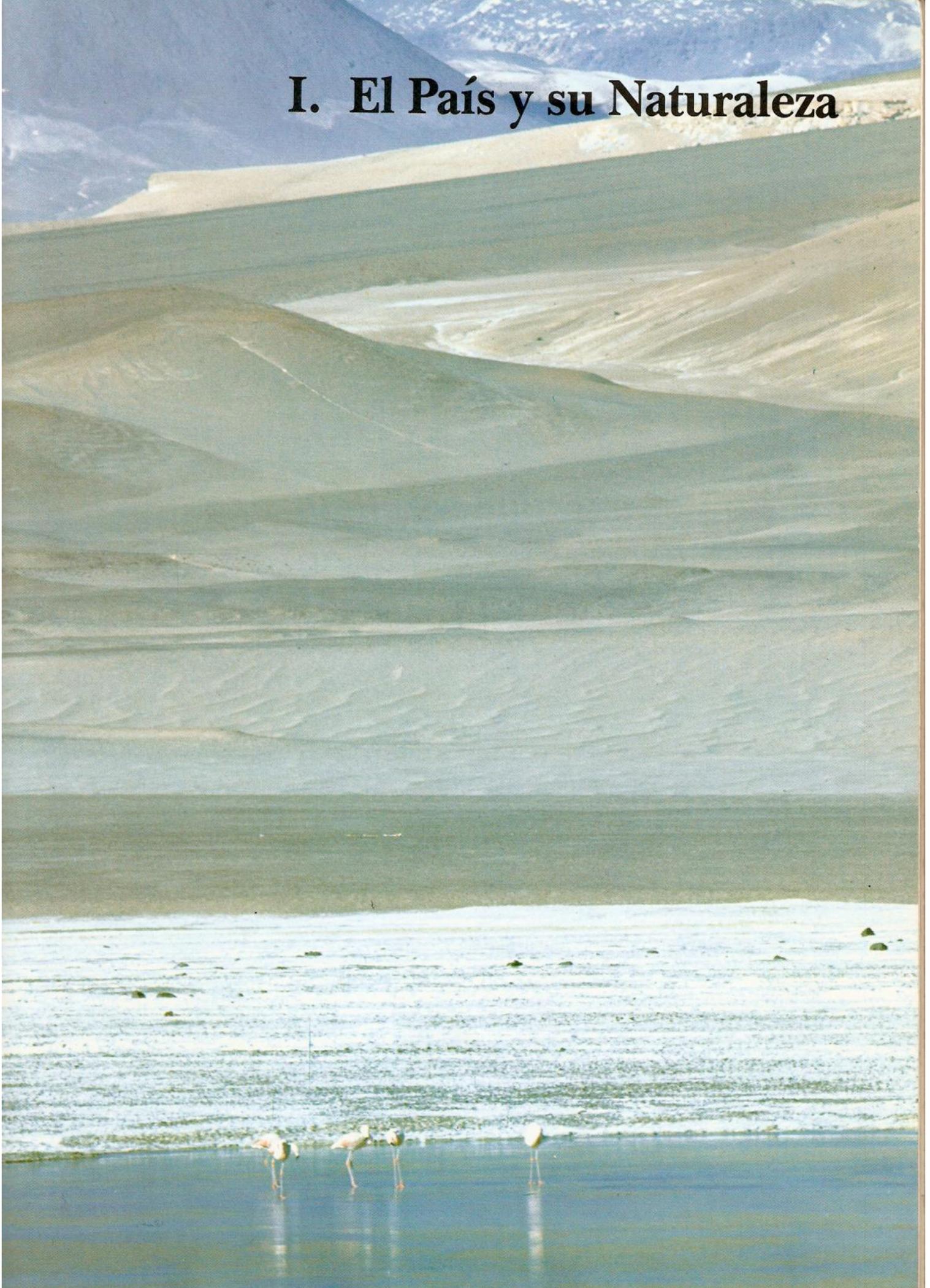
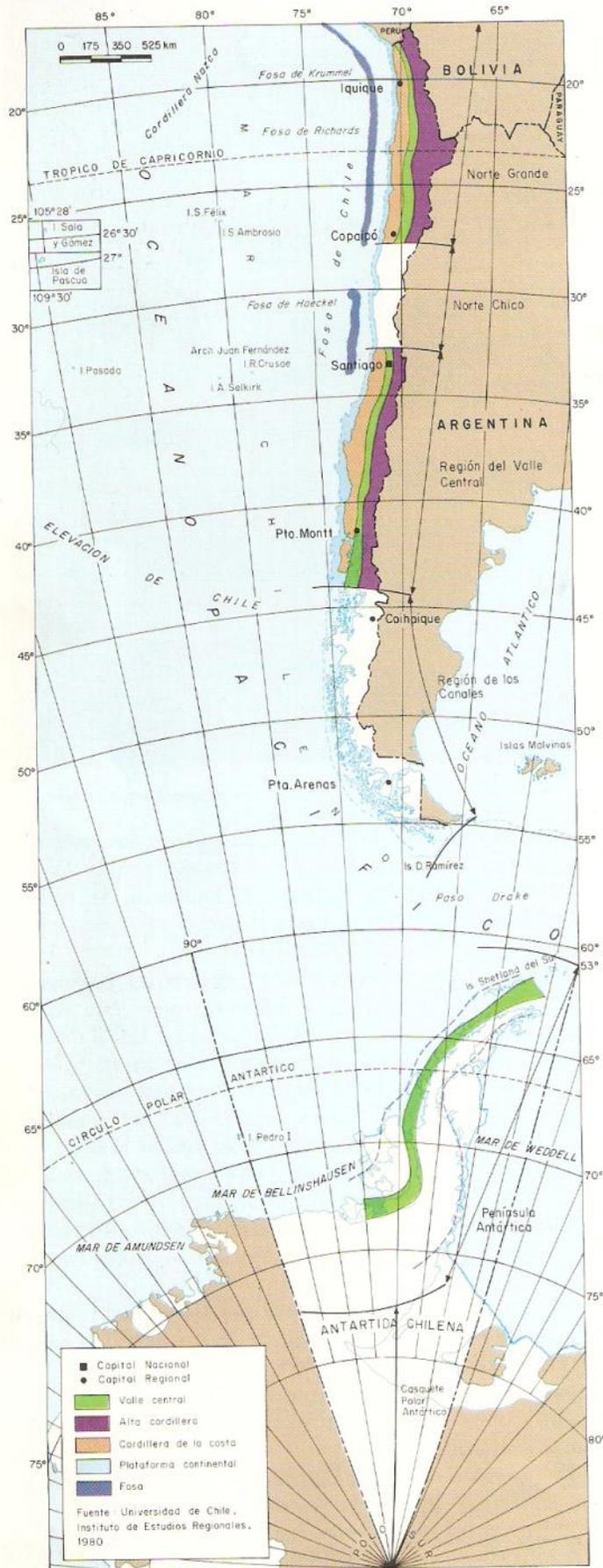


Fig. 1.1 Regiones morfoestructurales del país



hunde hacia el sur hasta desaparecer en el Golfo del Corcovado; la Cordillera de la Costa, ahora boscosa; la costa abrupta; la plataforma y fosa submarina. Esta última se va rellenando hacia el sur por el cuantioso aporte de sedimentos transportados por los ríos desde la cordillera al mar. La región tiene clima temperado.

En la región de los canales desaparece nuevamente la depresión longitudinal. El territorio es un enjambre de valles transversales y longitudinales y de fiordos labrados por erosión glacial. El volcanismo se reduce a una mínima expresión. Aparecen los grandes campos de hielo, vestigios de los enormes casquetes que en el pasado cubrían esa región, como actualmente ocurre en la Antártica. El clima es de lluvia y nieve.

En la Península Antártica encontramos otra vez elementos familiares. Primero, la alta cordillera en el eje de la península, formando ahora una meseta cubierta de hielo. Luego, la depresión longitudinal, inundada y conformada por el Mar de Bransfield, el Estrecho de Gerlache, el Canal Grandidier, Bahía Margarita y el Canal Jorge VI. La Cordillera de la Costa está representada aquí por una secuencia de islas: Brabante, Anvers, Adelaide, Alejandro y otras. Las islas Shetland del Sur son conos volcánicos activos. El clima, en la base de la península, es ya polar.

La región del casquete polar antártico es diferente. No tan sólo por la cubierta de hielo que posee, a través de la cual sobresalen algunos picachos rocosos—entre ellos las cumbres más elevadas de ese continente, como el Macizo Vinson—sino también, porque está constituida por otra cordillera: la de las Montañas Transantárticas, mucho más antiguas que la Cordillera de los Andes. El clima no permite la supervivencia del hombre sin medios artificiales de sustento (Fig. 1.1).

Los períodos climáticos que afectaron el territorio chileno Los cambios climáticos del pasado afectaron de manera diferente a cada una de las regiones del país. Cuatro o cinco millones de años atrás, comienza un enfriamiento del clima global, primero reflejado en la aparición de glaciares en lo que actualmente es el continente antártico y luego en el enfriamiento de las corrientes marinas, nutridas de aguas antárticas.

Pero los cambios climáticos fueron irregulares, y pasaron por períodos fríos y cálidos, lluviosos y secos. Al menos cinco cambios ocurridos en el último millón y medio de años están registrados en los sedimentos marinos litorales de la bahía de Coquimbo.

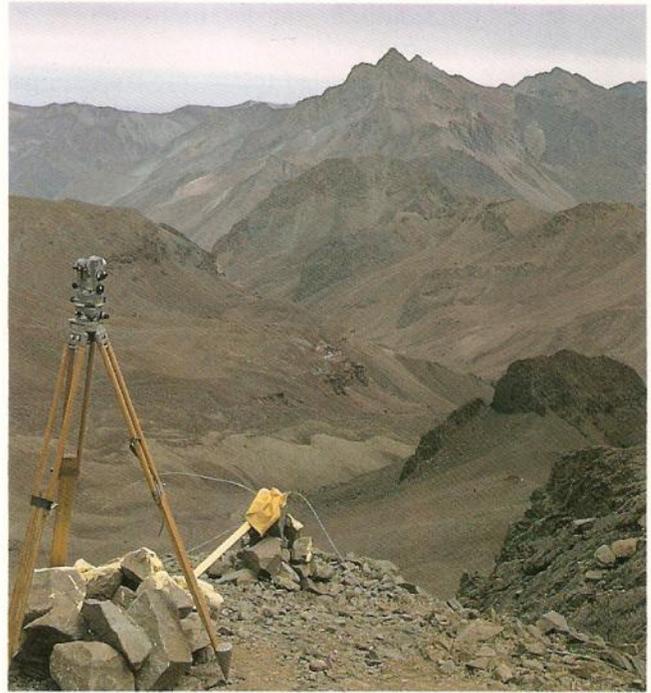
En el Norte Grande, estos cambios se manifiestan en la forma de glaciares que se constituyen durante los períodos fríos, y que descendían en algunos casos hasta la cota de 4.000m. Las aguas de fusión de estos glaciares arrastraron escombros acumulando varias decenas y centenas de metros de espesor en la depresión longitudinal, región que contaba con mayores recursos hídricos que hoy en día.

Los períodos lluviosos, hicieron en cambio que la región semiárida del Norte Chico fuera objeto de clima húmedo. En la alta cordillera se originaron grandes glaciares cuyas lenguas bajaron por los valles hasta cotas por debajo de 3.000m. (morrena del Río Elqui). En la

precordillera subsistió un régimen pluvial y nival con aguas torrentosas de eficaz acción erosiva. La zona costera fue invadida por selvas valdivianas, de la cual aún quedan relictos como el bosque de Fray Jorge al sur de La Serena.

Durante las épocas glaciales la región del Valle Central tuvo grandes campos de hielo que se constituyeron en la alta cordillera. En la zona de Santiago sus lenguas efluentes descendían en los valles cordilleranos a la cota de 1.300m. Pero más al sur de los 37° Lat. Sur los glaciares se extendieron hasta el Valle Central donde erosionaron las cubetas de la actual Región de Los Lagos. Los arcos morrénicos que rodean los grandes lagos sirven de presas naturales para contenerlos.

Aluviones y glaciares Los depósitos que rellenan el Valle Central al sur de Santiago provienen, en gran medida, de material volcánico. Se trata esencialmente de grandes flujos de barro y rocas de origen volcánico, producidos por erupciones en presencia de grandes glaciares, cuya fusión repentina provocó aluviones ("lahares") de consecuencias catastróficas. La destrucción total de la flora y fauna en vastas extensiones de centenares de kilómetros cuadrados, ha tenido grandes



Glaciar de roca pedregosa en el Río Colorado, afluente del Río Aconcagua, Andes Centrales.



Casquete de hielo y témpanos tablar Isla Trinidad, Península O'Higgins, Antártida.

implicancias en el desarrollo ecológico del país, las cuales recién se comienzan a vislumbrar.

La región de los canales fue totalmente cubierta por casquetes de hielo como el que actualmente existe en la Antártida. En su extensión hacia el este los casquetes de hielo se adentraban en el Atlántico; algunos autores suponen incluso que hasta las Islas Malvinas. De esta manera, primero la erosión glacial y luego la pluvial, fueron responsables del pobre desarrollo de suelos que se manifiesta en la región. Apenas 15.000 años atrás, grandes glaciares se extendían por la actual depresión del Estrecho de Magallanes, y ocupaban las cuencas lacustres extrandinas (lagos Carrera, O'Higgins, Viedma, etc.). Es probable que, en algún momento del pasado no muy lejano, el casquete de hielo antártico haya estado enlazado con el casquete de hielo patagónico.

Por último, los territorios antárticos estuvieron la mayor parte del tiempo cubiertos por hielos (Fig. 1.2).

El volcanismo y el relieve actual También el volcanismo ha jugado un rol importante en el modelado del relieve actual. Hemos observado ya que uno de los criterios básicos para diferenciar regiones en el territorio nacional era la presencia o ausencia de manifestaciones volcánicas recientes. La Cordillera de los Andes está constituida, en una importante proporción, por rocas volcánicas de diversas edades. Tan sólo en el último millón y medio de años, las rocas volcánicas efusivas han cubierto alrededor de 50.000km² de superficie, aun cuando la actividad ha tendido a reducirse. Actualmente la actividad volcánica ocurre en centros de emisión bien definidos: los conos volcánicos tan comunes en la alta cordillera. Pero en el pasado, las manifestaciones volcánicas ocurrieron también a lo largo de fisuras en la corteza terrestre, lo que permitió eyectar una mayor cantidad de rocas volcánicas (Fig. 1.3).

El "motor global" del territorio chileno La

sismicidad, producida por movimientos relativos de las rocas de la corteza terrestre o aún más profundas, es otra constante del territorio chileno. Estos movimientos relativos se han manifestado en deformaciones de la superficie terrestre. A grandes rasgos, se puede afirmar que el territorio chileno, por efecto de estos movimientos, se alza en el Norte Grande; permanece relativamente neutral en el Norte Chico y en la zona norte de la región del Valle Central y de los Canales. La mejor evidencia de ello es la presencia de elevadas terrazas marinas en el litoral del norte y de una costa de erosión, representada por el acantilado marino de aspecto lineal. En el sur, la costa es accidentada debido a la invasión que ha hecho el mar de relieves continentales, y las terrazas marinas están a bajas cotas o se encuentran ausentes. Aquí los movimientos sísmicos recientes han provocado hundimientos. No hay razón para suponer que estos esquemas simples de movimientos cambiarán. Su fuerza motora debe buscarse en los movimientos relativos de las grandes placas que constituyen los bloques de la corteza terrestre.

La Antártida se escapa en cierto modo a este motor global. Su movimiento actual es ascendente, como lo testifican numerosas terrazas marinas elevadas, debido a la sustancial reducción de volumen y masa del casquete de hielo que la cubría y que hace posible el solevantamiento del terreno.

Como en muy pocos países, el territorio nacional es producto no sólo de esfuerzos ocurridos en la tierra que la fracturan, hunden o elevan, sino también, de rápidos y actuales procesos de erosión y sedimentación; de construcción de estructuras volcánicas y de destrucción de formas asociadas; de formación de masas de hielo y de su desintegración por efecto del agua. El hombre ocupa ciertamente este ambiente, pero no ha logrado aún entenderlo; cuando ello ocurra podrá controlar su entorno y disfrutarlo libremente.



Centro meteorológico antártico "Presidente Frei". Isla Rey Jorge, Península O'Higgins, Antártida.

Fig. 1.2 Extensión de la cubierta de hielo durante la última glaciación

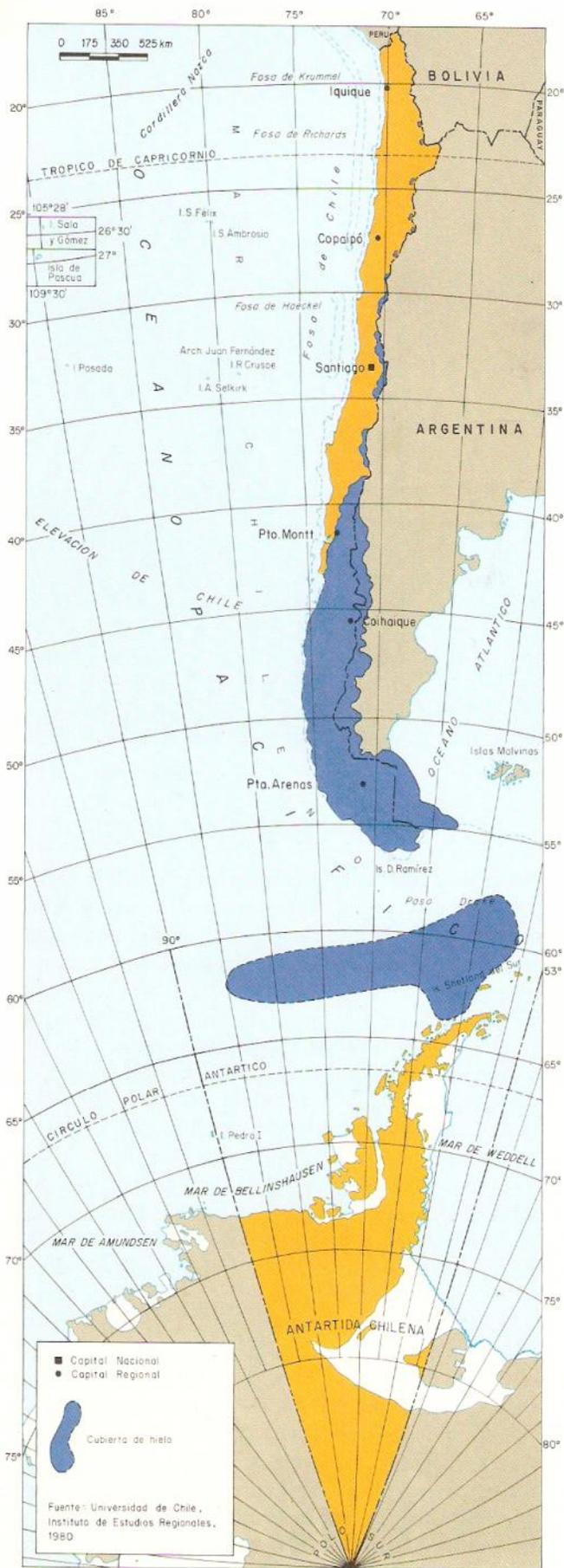
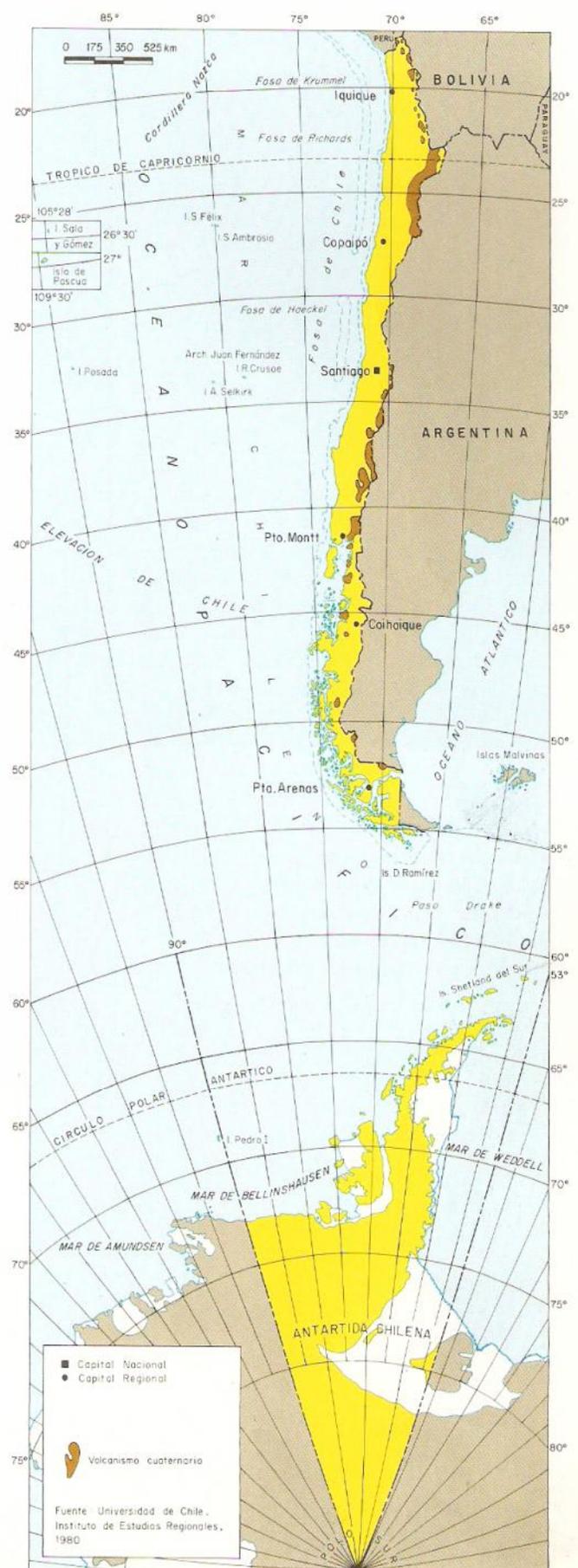


Fig. 1.3 Volcanismo cuaternario en Chile sudamericano





Canal Beagle, 1970.

*“Pero mi cuerpo, Patria,
reclama tu substancia:
metálicas montañas desde donde
el habitante baja, enamorado,
entre vegetaciones minerales
hacia el susurro de los valles verdes.”*

PABLO NERUDA

(“Oda con nostalgias de Chile”, en *Tercer libro de las odas*)

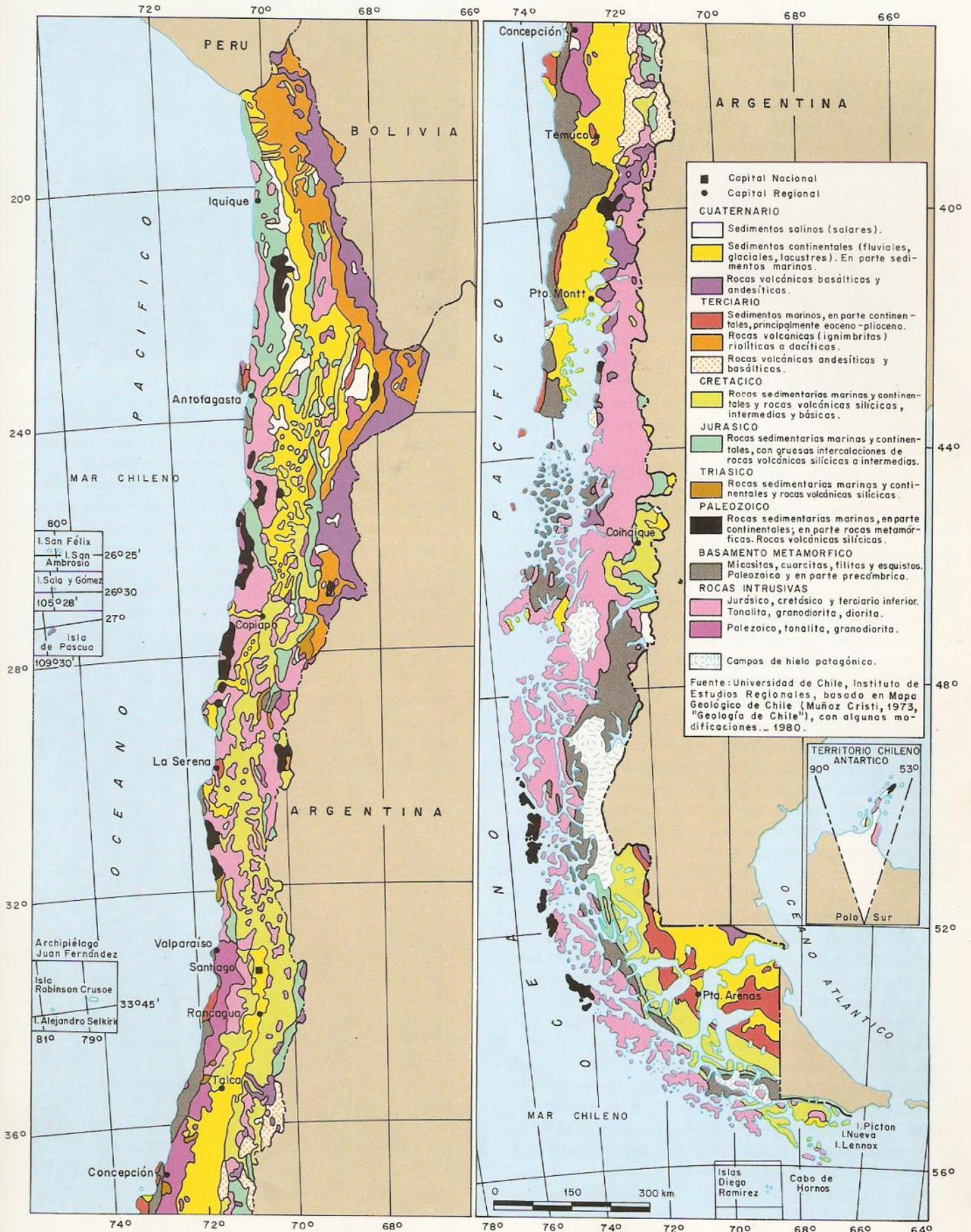
2. EL ORIGEN GEOLOGICO

Compleja historia geológica El territorio chileno ocupa más de la mitad del margen pacífico de Sudamérica. Desde el punto de vista geológico está caracterizado, básicamente, por la presencia del complejo montañoso denominado Cordillera de Los Andes, cuya topografía, actividad volcánica e historia geológica, lo diferencian notablemente de las condiciones reinantes en la plataforma sudamericana al este del continente, y que se extiende hasta el Océano Atlántico.

Este margen se caracteriza, además, por una activa sismicidad y volcanismo actuales, así como por la presencia de una profunda fosa submarina antepuesta al continente. La compleja historia tectónica y magmática que ha tenido el territorio chileno durante los últimos 500 millones de años, contrasta con la marcada estabilidad del resto del continente.

Algunos de los rasgos morfológicos ya descritos del actual territorio chileno, son, de este a oeste, la llamada Cordillera de los Andes o Cordillera Principal del sistema andino, uno de los cordones montañosos más altos del mundo, con elevaciones de hasta 7.000m.; la depresión intermedia, llamada Valle Central al sur de Santiago; y la Pampa del Tamarugal al norte del país, bien desarrollada, por lo menos hasta la latitud de Antofagasta y, por último, la Cordillera de la Costa, de mejor expresión en Chile Central, que alcanza alturas hasta de 2.000m.

Fig. 2.1 Mapa geológico de Chile



Se anteponen a estos rasgos continentales, una angosta plataforma submarina y la gran fosa de Atacama, parte de la fosa oceánica chileno peruana que, frente a la provincia de Antofagasta, alcanza profundidades de hasta 7.000m. En el norte del país, el territorio termina bruscamente hacia el mar, mediante un impresionante acantilado muy abrupto, de 700m. de altura promedio y de unos 800km. de extensión, que constituye otro rasgo morfológico mayor a escala mundial.

Estos rasgos son el resultado de una compleja historia geológica de Chile, la cual incluye una sucesión, aún imperfectamente conocida, de procesos sedimentarios, volcánicos, intrusivos y tectónicos, que determinaron en distintas épocas pasadas y hace millones de años atrás, la existencia de cadenas de montañas, mares y geografía muy distintos de los actuales (Fig. 2.1). En ellos habitaron seres en su gran mayoría hoy extintos, pero cuyas formas y estructuras se encuentran preservadas en las rocas como fósiles. Por último, en estos distintos ambientes y en diversos momentos se dieron condiciones favorables para la formación de yacimientos de minerales, algunos de los cuales, como los de cobre, por ejemplo, han dado origen a reservas de extraordinaria magnitud.

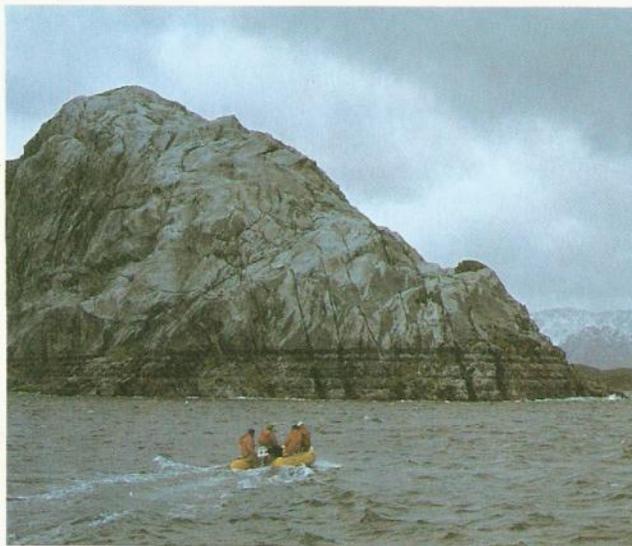
Las rocas más antiguas de Chile Los distintos tipos de roca que constituyen la corteza terrestre en Chile testimonian y permiten interpretar cada uno de esos acontecimientos, siendo más difícil realizar esto último en la medida que más antiguas sean las rocas.

Las rocas más antiguas que hasta ahora se conocen en el territorio chileno aparecen expuestas en la forma de una franja discontinua, de unos 30km. de largo por 3 de ancho, entre Belén y Tignamar, pueblos de la precordillera de la Provincia de Putre.

Estas, llamadas Esquistos de Belén, son rocas metamórficas formadas hace cerca de 1.000 millones de años, en condiciones que actualmente son motivo de estudio, pero probablemente originadas en ambientes profundos de la corteza. Movimientos tectónicos, o de deformación posteriores, han debido transportarlas hasta la superficie, donde constituyen ahora una verdadera isla entre formaciones volcánicas más modernas. Junto a los esquistos, y tal vez sirviendo de lubricante al ascenso de ellos desde las profundidades se encuentran serpentinitas, rocas constituidas casi exclusivamente por minerales de alteración, que poseen vetillas de talco y de asbesto, los que han sido explotados en pequeña escala.

Esta antigua unidad rocosa es sólo un remanente de un zócalo continental sobre el cual se depositaron sedimentos bajo condiciones marinas de aguas bajas. Durante el Paleozoico su edad ordovícica (500 m.a.) ha podido establecerse debido a que se hallaron en ellos los restos fósiles más antiguos de Chile. Se trata de restos de organismos, hoy desaparecidos, pertenecientes al orden de los graptolites, encontrados en diversos lugares en la parte oriental de las regiones de Tarapacá y Antofagasta (Sotoca, Aguada de la Perdiz, Cerros Lila).

Hacia el sur del país, no hay evidencias seguras de la existencia de rocas tan antiguas como las que se han mencionado.



Calizas Tarton, Isla Plomo (o de Almagro).

La topografía actual del territorio chileno es por eso resultado de una larga cadena de eventos geológicos producidos a lo largo de muchos millones de años. Examinamos aquí, brevemente, el proceso que condujo, primero, a la formación de las montañas más antiguas, lo que se remonta al Paleozoico Superior; a continuación, el proceso de sedimentación y aplanamiento del relieve que le siguió; luego, el llamado Ciclo Andino; para entrar, finalmente, al proceso que condujo a la configuración actual del territorio y a la formación de los grandes yacimientos de minerales que se explotan en el país (Fig. 2.2).

Eventos de una época remota; formación de montañas paleozoicas Durante el Paleozoico Superior (345 a 225 m.a.), Chile formó parte del supercontinente de Gondwana, constituido por las actuales masas continentales de la Antártida, Australia, África, India y Sudamérica que, en esa época, habrían estado unidas. Chile, tal como está ubicado en la actualidad, en relación a Sudamérica, se encontraba en el borde de ese supercontinente y fue escenario de una gran actividad tectónica, magmática y, hay que suponer, también sísmica.

Durante estos eventos, se incorporó al continente un conjunto de rocas formadas en el fondo de un paleoocéano pacífico. Se trata de rocas que afloran hoy día en la Cordillera de la Costa de Chile, desde Pichilemu al sur, y que tienen como elementos más característicos rocas basálticas con estructura de almohadillas, rocas sedimentarias de origen pelágico como radiolaritas y cherts metalíferos con ocasionales nódulos manganésíferos, calizas y abundantes rocas sedimentarias detríticas, probablemente depositadas en el fondo oceánico por corrientes de turbidez provenientes del margen continental de Gondwana.

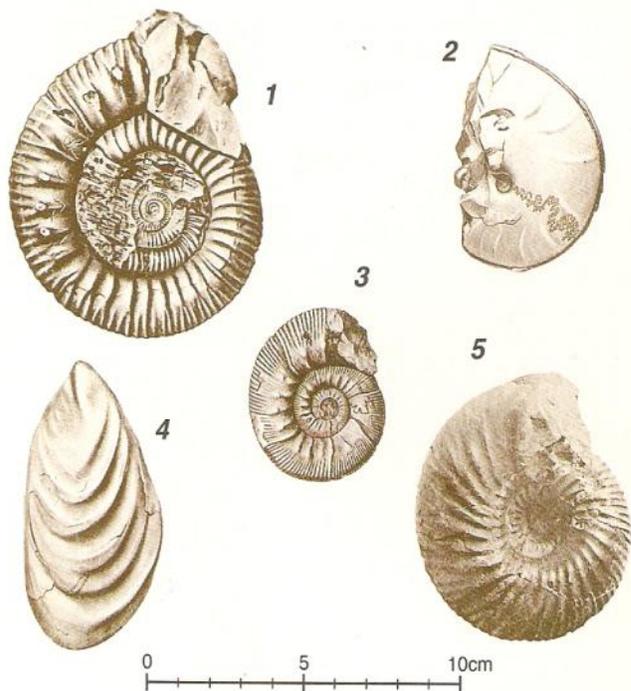
La acreción de este material al continente no se realizó, sin embargo, en un solo episodio, sino en forma repetida desde el Carbonífero Inferior hasta comienzos del Triásico, como lo demuestran valores radiométricos de alrededor de 340 millones de años, y la existencia de

fósiles del Pérmico (280–250 m.a.) en rocas de esta unidad.

El proceso de acreción al continente de aquel conjunto de rocas puede ser estudiado, tanto a través de la distribución espacial de las mismas, como de las modificaciones mineralógicas, estructurales y texturales experimentadas por ellas durante el proceso de acreción. El estudio de estas circunstancias nos indica que, antes que estas rocas se incorporaran al margen continental, fueron arrastradas rápidamente al interior de la litósfera, en un ambiente geotectónico de bajo flujo térmico, similar al de las fosas oceánicas actuales, lo que está indicado por la presencia esporádica de minerales originados por metamorfismo, como lawsonita y crosita, que se forman a altas presiones y bajas temperaturas.

Al mismo tiempo que ocurría el metamorfismo de estas secuencias de origen oceánico, se producía más hacia el este la intrusión de grandes masas ígneas que en parte llegaban a la superficie en forma de derrames volcánicos, los cuales se acumularon principalmente durante el Pérmico y el Triásico Inferior (280–240 m.a.).

Todos estos acontecimientos, sedimentación, metamorfismo, deformación y magmatismo, constituyen elementos de la orogénesis del Paleozoico Superior, que dio origen al primer sistema montañoso importante que habría caracterizado al territorio chileno hace unos 240–225 millones de años.



Los ammonoideos, moluscos del grupo de los cefalópodos, fueron los invertebrados marinos más abundantes durante el período Jurásico, hace 190 a 150 millones de años.

1. *Neuqueniceras steinmanni* Stehn
2. *Trimarginites arolicus* Oppel
3. *Reineckeia multicosata* Stehn
4. *Inoceramus galoi* Boehm
5. *Macrocephalites diadematus* Waagen



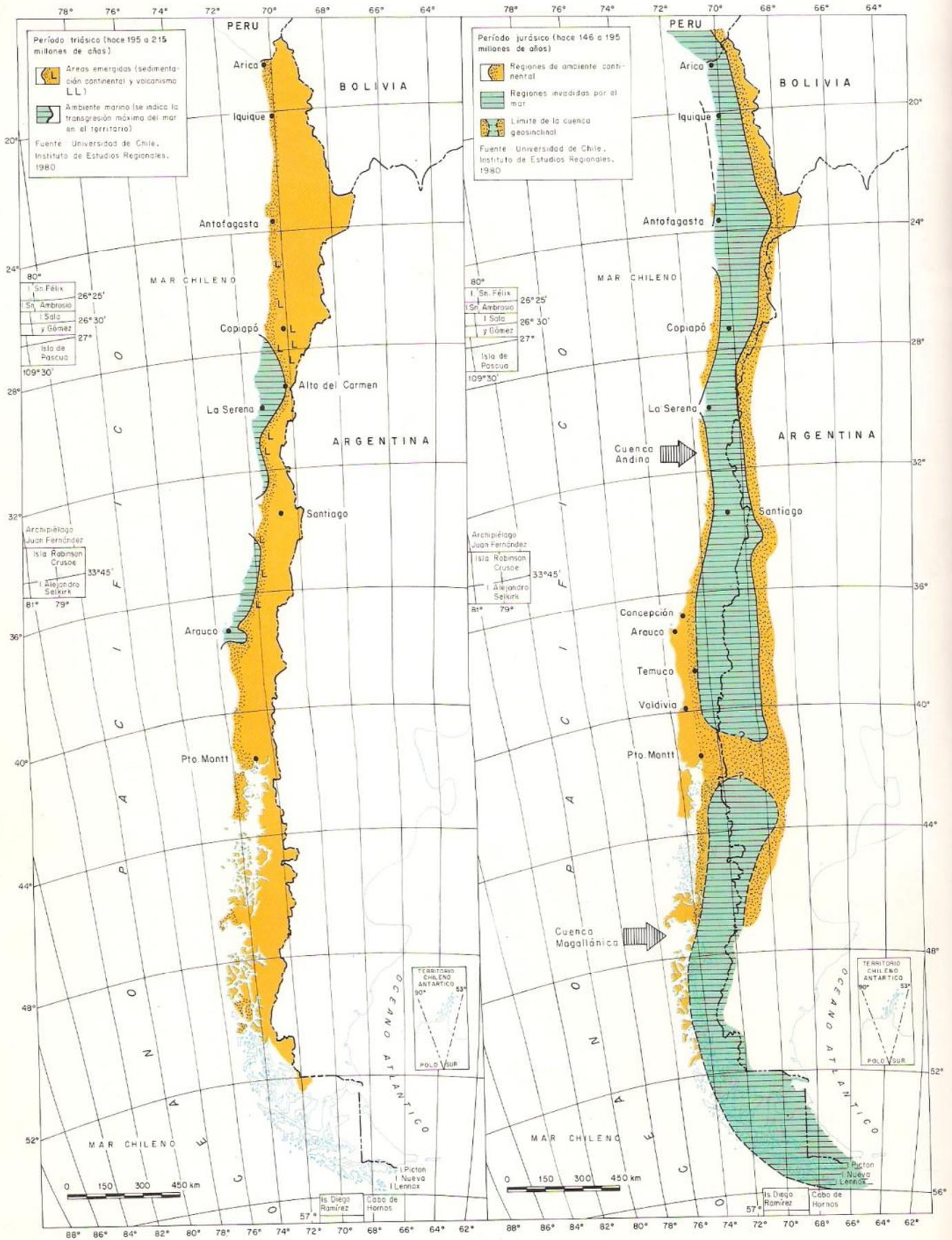
Dicroidium feistmanteli (Johnst) Gothan, una de las especies de la variada "Flora de Dicroidium" que se desarrolló durante el Triásico (hace 225 a 195 millones de años).

Durante esta orogénesis del Paleozoico Superior, se generaron algunos yacimientos minerales de interés económico. Entre ellos, podemos mencionar los inmensos depósitos de mármoles muy puros del Archipiélago Madre de Dios y del Lago General Carrera; los cuerpos de serpentinita de la Cordillera de la Costa de Chile Central que poseen talco, asbesto y perspectivas de contener yacimientos de cobre y de níquel; los yacimientos de hierro metamórfico de Relún en la Cordillera de Nahuelbuta y las piedras semipreciosas de la variedad quiastolita ($Al_2 Si O_5$), que contienen inclusiones oscuras dispuestas en forma de cruz, por mencionar sólo algunos de los más conocidos.

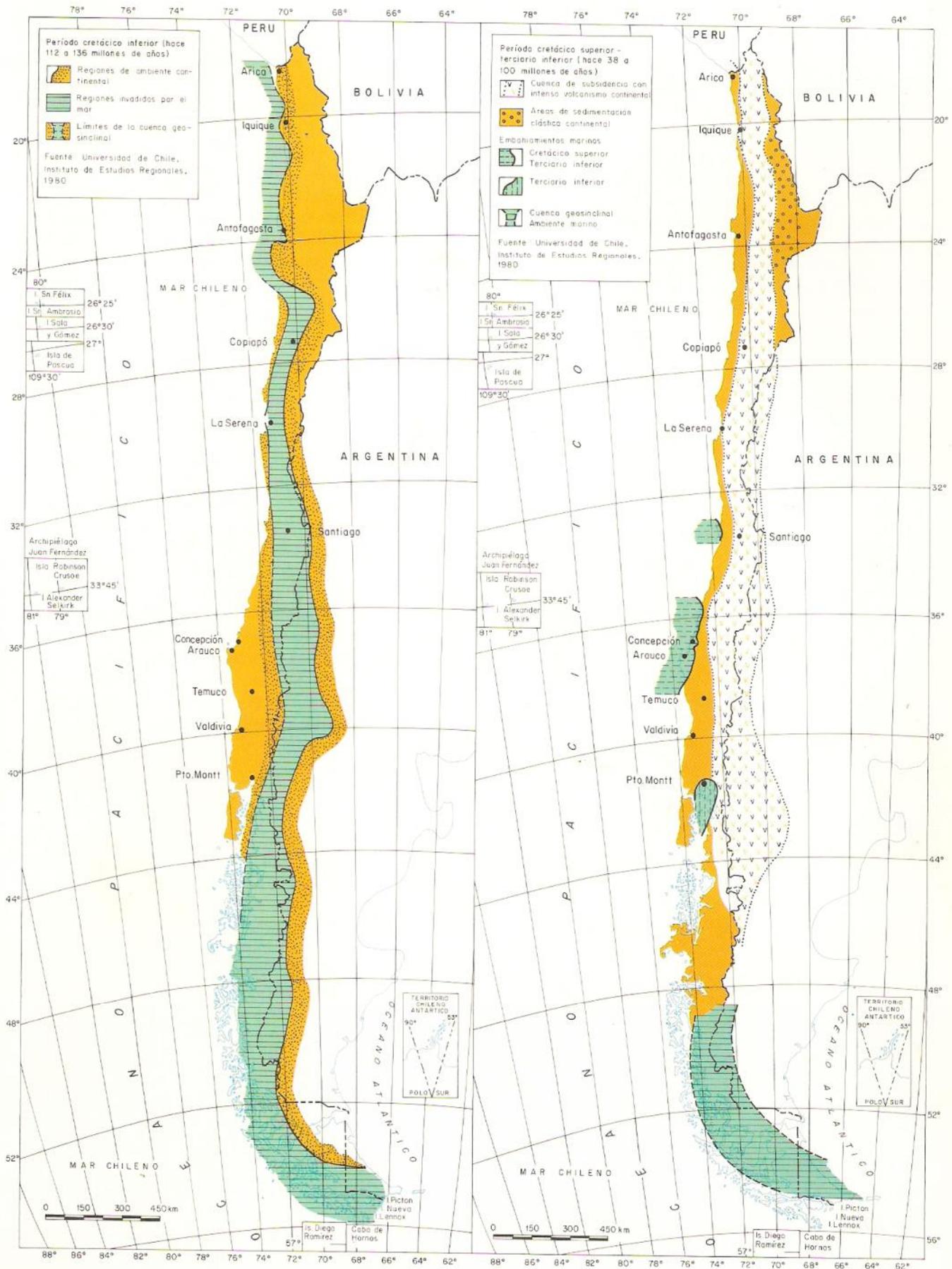
Erosión, desgaste y aplanamiento del relieve en el Triásico A esta época de formación de montañas, sucede, en el Triásico, un período de relativa calma tectónica en el territorio chileno, precedido por uno de profunda erosión y desgaste de las montañas paleozoicas anteriormente formadas.

Los materiales clásticos resultantes de esta erosión fueron acumulándose en las depresiones topográficas o cuencas, lo que, sumado al desgaste activo de las montañas, fue condicionando un aplanamiento progresivo del relieve. Por ello, es que las rocas acumuladas durante el Triásico Medio y Superior, o sea, hace 225 a 195 millones de años, fueron principalmente sedimentos continentales. En ese ambiente continental se desarrolló la llamada flora de *Dicroidium*, y en las lagunas que se crearon localmente, vivían peces y moluscos de agua dulce. Sin embargo, contemporáneamente y es probable que en forma episódica, se desarrolló en el territorio una

Fig. 2.2 Reconstrucciones paleogeográficas del territorio durante los periodos triásico, jurásico, cretácico inferior y cretácico superior-terciario inferior



(Fig. 2.2)

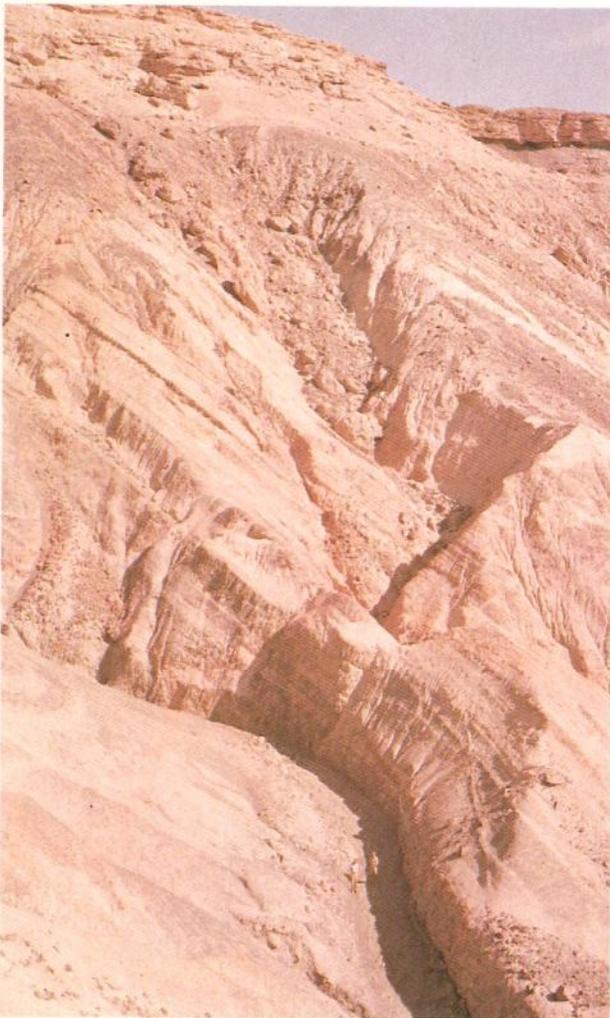


intensa actividad volcánica, a través de grandes grietas o fisuras de la corteza, cuyos depósitos cubrieron extensas zonas de esa superficie relativamente llana que era el país por entonces.

Al mismo tiempo, el mar invadía también la parte occidental del territorio en forma de embahamientos de aguas bajas, en los cuales se acumularon las rocas sedimentarias marinas con abundantes moluscos fósiles de edad triásica media y superior que se conocen actualmente en varios lugares de la Cordillera de la Costa de la zona central. Los materiales volcánicos que se producían se derramaron también en parte en este ambiente marino.

La paleogeografía triásica pudo haber consistido, ya sea en una plataforma de suave inclinación al oeste, sobre la cual transgredía y regredía el mar paleopacífico; o, en una serie escalonada de valles tectónicos de rumbo NNW, que se extendían hasta el actual territorio argentino, separados por cordones volcánicos. En este ambiente, se generaron algunos depósitos de carbón de poca importancia (La Ternera, Quilacoya, Lluquintué, Huimpil) que se estima reúnen condiciones favorables para la formación de depósitos de uranio.

Ciclo andino y la invasión del mar El período triásico constituye una transición entre la etapa de



Discordancia angular entre Jurásico y capas del Loa, Río San Salvador, provincia Antofagasta.

formación de montañas en el Paleozoico Superior y el desarrollo de una serie de acontecimientos sedimentarios, magmáticos y estructurales durante el denominado Ciclo Andino que comenzó a fines del Triásico o comienzos del Jurásico, hace 200–190 millones años.

Gestándose en el Triásico Superior y generalizándose en el Jurásico Inferior, se produce en casi todo el territorio chileno, al norte del paralelo 39° S. el desarrollo de una cuenca de hundimiento elongada en sentido norte-sur, que fue inundada por el mar, originando grandes espesores de sedimentos marinos que contienen una abundante y variada fauna fósil. Este dominio marino, que se emplazó entonces en la mayor parte del territorio, persistió hasta aproximadamente unos 150 millones de años, o sea, por un lapso de casi 50 millones, durante el cual la geografía del país fue totalmente diferente a la de épocas anteriores y posteriores y mucho más a la de la época contemporánea.

En el sector occidental de esa cuenca cerca del borde actual del país, la sedimentación marina se vio acompañada de un intenso volcanismo andesítico, pudiendo inferirse la existencia de una cadena volcánica, en parte sumergida, y en otra emergente, cuyos productos volcánicos se derramaban hacia el este, acumulándose en gran parte en condiciones submarinas. Este volcanismo no alcanzó el sector más oriental de la cuenca marina, donde pudo desarrollarse la abundante fauna de invertebrados y vertebrados marinos, documentada en los variados fósiles que se encuentran en los estratos sedimentarios acumulados en aquel período. En esas faunas, destacaban los ammonites, los pelecípodos, braquiópodos, etc. Los primeros, totalmente extinguidos actualmente, y los restantes, con formas muy diferentes a los actuales. En ese mar jurásico, también fueron muy comunes los vertebrados, como los ictiosaurios, cocodrilos y tortugas marinas.

Retiro del mar y ambiente continental: Los reptiles gigantes Hacia el final del Jurásico (150–140 m.a.) esta cuenca marina ya colmatada con sedimentos, desapareció. El mar, que había inundado el territorio, se retiró gradualmente, estableciéndose condiciones continentales en todo el país. Durante el cambio del ambiente marino al continental, se produjeron extensos depósitos evaporíticos, tales como anhidrita y, principalmente, yeso, los cuales constituyen extensas acumulaciones en la cordillera andina de las zonas central y norte. Estos depósitos evaporíticos y los sedimentos continentales rojos acumulados, permiten deducir que el territorio en esa época fue relativamente árido, aunque no totalmente inhóspito, ya que por él deambularon varias especies de gigantes reptiles del grupo de los dinosaurios. Se han encontrado huellas impresas por estos monstruos en los sedimentos de la Quebrada de Chacarilla en el norte y en las Vegas del Flaco, en la zona central del país.

Nueva invasión del mar Pero este ambiente continental persistió solamente durante unos seis millones de años, después de los cuales, el territorio fue nuevamente invadido por el mar, tanto en las regiones actualmente correspondientes a la Cordillera de la Costa, como a la Cordillera de los Andes. Estas regiones eran entonces

(hace 140 a 120 m.a.) partes del fondo marino en que se acumularon gruesos espesores de rocas sedimentarias y volcánicas andesíticas de edad titoniana-neocomiana, cronología que ha sido comprobada por los numerosos fósiles marinos que se han encontrado preservados en ellos. Hacia fines del Neocomiano (hace 120 m.a.), este mar se retiró y desde entonces Chile pasó a ser una región emergida, netamente continental, a excepción de pequeñas ingresiones marinas en su borde occidental. También desde entonces se intensificó la actividad volcánica que se había venido desarrollando anteriormente, la cual se continúa hasta nuestros días, constituyendo un fenómeno espectacular que caracteriza la Cordillera Andina donde se construyeron gigantescos conos volcánicos.

Origen de los grandes yacimientos de minerales

Tanto el intenso volcanismo caracterizado por grandes efusiones de lavas, brechas y tobas de composición riolítica, andesítica y basálticas como la sedimentación continental desarrollados en ese territorio durante el Cretácico Superior y el Terciario Inferior (hace 90 a 45 m.a.), se vieron en algunos períodos interrumpidos por fenómenos tectónicos compresionales. Estos plegaron y deformaron las secuencias acumuladas, estructurándose entonces, paleorelieves montañosos que constituyeron los paleoandes que se vieron afectados por procesos de erosión y desgaste, para experimentar después, nuevamente, elevación y deformación. Fue en ese lapso y a profundidades de algunos kilómetros bajo la superficie de la corteza constituida, cuando se produjo, en distintos momentos, la inyección de grandes masas ígneas graníticas (batolitos) acompañada de la mineralización de cobre, molibdeno, plata y oro que constituyen hoy grandes yacimientos de minerales que se explotan en el país y, asimismo, de la formación de los importantes yacimientos de hierro de la región de la Cordillera de la Costa, entre La Serena y Copiapó (Romeral, El Tofó, Algarrobo, Cerro Imán, etc.) (Fig. 2.3).

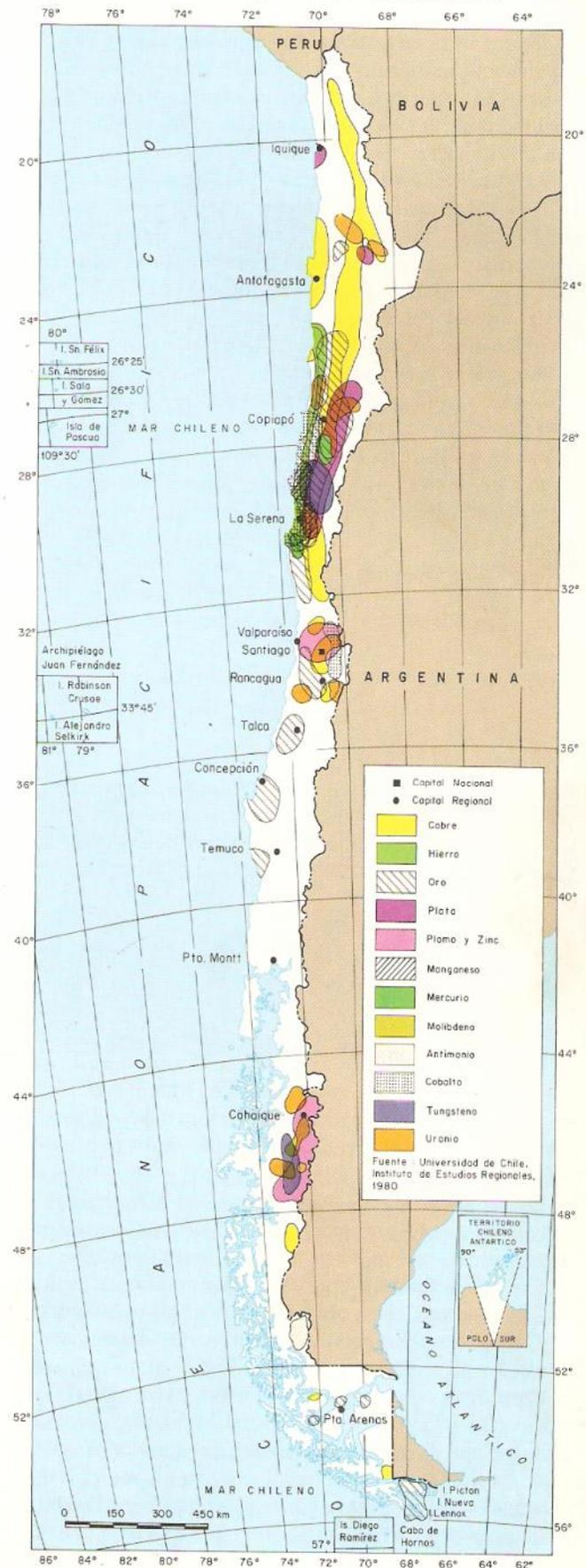
En las regiones del sector occidental del país, que fueron invadidas por el mar durante el Cretácico Superior y Terciario Inferior, se encuentran hoy sedimentos de origen marino con abundantes invertebrados, peces y reptiles fósiles, como los plesiosaurios (áreas de Concepción, Arauco, Isla Quiriquina, Navidad, etc.).

Hasta ahora no se han encontrado en Chile muchos restos fósiles en las rocas sedimentarias continentales del Cretácico Superior y Terciario Inferior que permitan una buena interpretación de las faunas que entonces habitaban el territorio. Sin embargo, se han encontrado numerosos huesos de dinosaurios en sedimentos del Cretácico Superior (área de Pichasca al oeste de Ovalle) y abundantes plantas petrificadas, las cuales testimonian que, aun en ese ambiente con tanto volcanismo, hubo épocas con una flora relativamente abundante y una fauna de vertebrados, probablemente habitantes de las cuencas intermontañas de esa época.

Diferente historia geológica en el extremo sur

En el Mesozoico, la historia geológica del extremo sur del país difiere de aquella del territorio al norte del paralelo 39° S.

Fig. 2.3 Concentración de yacimientos metálicos, 1978



En Aisén y Magallanes, no se reconoce la presencia de un mar en el Jurásico Inferior. En el Jurásico Medio o Superior, se desarrolló un intenso volcanismo, en una cadena volcánica tipo arco de islas en el borde con el océano paleo-pacífico, ubicada en la zona archipiélagica actual, y un gran campo volcánico, probablemente fisural al oriente de ella hasta el Atlántico.

Durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, movimientos distensivos en la corteza tuvieron como resultado la separación de Africa de Sudamérica por un protoocéano Atlántico que no ha cesado de crecer hasta hoy, y la separación de parte del arco de islas occidental del resto del continente, por una cuenca de carácter oceánico que se cerró en el Cretácico Medio.

Al cerrarse esta cuenca oceánica marginal, se constituyó una cordillera que limitó por el oeste a una extensa cuenca marina magallánica, la cual se desarrolló sobre la plataforma continental americana, desde el Cretácico al Terciario Superior. Allí se depositaron grandes espesores de sedimentos marinos, que no fueron muy deformados ni atravesados por rocas magmáticas en su posterior historia geológica.

Lo señalado configuró un ambiente geológico favorable para la generación y almacenamiento de hidrocarburos, petróleo y gas, que se explotan actualmente, así como de los grandes yacimientos de carbón (Peckett, Isla Riesco) cuya evaluación geológica y económica están hoy en marcha.

Intenso volcanismo durante el Terciario Durante el Terciario, en gran parte del territorio se desarrolló un intenso volcanismo subaéreo que comienza a confinarse a la actual Cordillera Principal después del Mioceno (22 a 12 m.a.), época en la que aún existía una cadena volcánica en lo que hoy es el Valle Central. Relacionado a esta actividad volcánica terciaria, se formaron cerca de la superficie, pórfidos de soluciones metalíferas que dieron origen a los grandes yacimientos cupríferos de Chile, como Chuquicamata, Potrerillos, El Salvador, Andina-Río Blanco y el Teniente.

Mientras tanto, en la angosta plataforma continental, que separa la línea de costa de la fosa antepuesta a ella, se depositaban alternadamente sedimentos marinos y continentales, de acuerdo con la oscilación en la posición de la línea de costa.

En la península de Arauco, que es actualmente el mayor segmento emergido de la plataforma continental terciaria, se acumularon en ese lapso depósitos de carbón, en ambientes lagunares y pantanosos cerca de la desembocadura de grandes ríos en el mar. Así se originaron importantes yacimientos de carbón, tales como los de Lota y Schwager (Fig. 2.4).

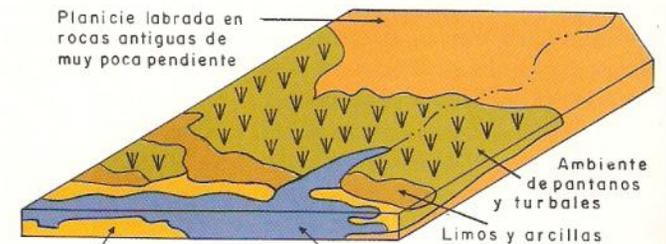
Comienza a configurarse la topografía actual Durante y principalmente después del Mioceno, comenzó a configurarse la topografía actual del territorio. Movimientos de ascenso diferencial de bloques solevantaron la actual Cordillera de la Costa y la Cordillera Principal Andina, posiblemente hacia fines del Plioceno (hace 2 millones de años). También se formó entonces el Valle Central, que comenzó a recibir los detritos provenientes de la erosión de esta última, en forma de corrientes de

Fig. 2.4 Reconstitución del ambiente de formación del carbón de Arauco



Sedimentos terciarios Mantos de carbón

Configuración actual de la línea de costa en el Golfo de Arauco. Los mantos de carbón que se explotan en las minas de Lota y Schwager se encuentran bajo el fondo marino, cubiertos por sedimentos terciarios y por el mar.



Barreras de arena Mar de la región de Arauco durante el terciario

Reconstrucción del ambiente en que se habrían acumulado los materiales que hoy constituyen los mantos de carbón y sedimentos asociados

Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor, 1980.

barro y lahares relacionados a la actividad volcánica que se confinó a la Cordillera Principal Andina.

El alzamiento de la cordillera y un enfriamiento general del clima del mundo permitieron el desarrollo de glaciares de altura, en regiones del norte de Chile donde hoy no existen, y de una zona de hielo continental que se extendió al sur del paralelo 37°, alcanzando los hielos al borde del mar, al sur de la isla Grande de Chiloé. Después de varias oscilaciones en la posición del frente de los glaciares, éstos retrocedieron, en virtud de un mejoramiento climático, hasta su posición actual.

La acción de los glaciares, junto con el volcanismo moderno, son los principales condicionantes del actual paisaje andino.

Chile, un país de volcanes Chile, que tuvo en el pasado geológico una larga historia de activo volcanismo, continúa siendo en la actualidad un país de volcanes. Estos se han formado en los tiempos más recientes, emplazándose en la Cordillera Principal Andina y determinando las mayores alturas que ella alcanza. Se concentran en alrededor de 600 grupos volcánicos, de los cuales 40 son activos. En los Andes Centrales, los estratovolcanes comúnmente superan los 5.000m. de altura sobre el nivel del mar; sin embargo, los conos en sí no exceden los 2.000m., por lo general. La base de elevación declina desde 4.000m. en esta región, hasta

cerca del nivel del mar en los Andes del sur.

La actividad volcánica es reducida en los Andes Centrales, existiendo sólo 15 volcanes activos (preferentemente manifestaciones solfatáricas) de un total de 500 grupos volcánicos. No obstante, en la zona andina del norte están concentrados los volcanes activos más altos del mundo, como lo son el Lullllaillaco de 6.723m. y el Nevado Ojos del Salado de 6.885m. Por otra parte, en los Andes del sur, las erupciones son frecuentes y muy violentas en los 25 volcanes activos allí presentes.

Los volcanes andinos y antárticos presentan variadas formas y tamaños, desde los grandes estratovolcanes cónicos y calderas, hasta pequeños conos piroclásticos, domos y maars. La gran caldera activa de Isla Decepción en las Islas Shetland del Sur, alcanza un diámetro de 13km. y ha tenido erupciones recientes. Petrológicamente, los volcanes pertenecen a la serie calcoalcalina, sin embargo, existen notables diferencias composicionales a lo largo de la cadena andina. En los Andes Centrales predominan las andesitas y dacitas; en los Andes del sur destacan los basaltos y andesitas basálticas; en el extremo austral, en tanto, vuelven a ser importantes las andesitas y dacitas.

El Villarrica y el Llaima La zona central sur de Chile, la más poblada y rica desde el punto de vista agrícola e industrial, desafortunadamente posee los volcanes más activos del país, como son el Villarrica y el Llaima. Los tipos de erupciones más frecuentes son las estrombolianas y vulcanianas, acompañadas por emisiones de grandes volúmenes de cenizas y flujos de lava. La erupción de 1932 del volcán Quizapú, cerca de Talca, arrojó kilómetros cúbicos de cenizas que se extendieron hasta Sudáfrica y cubrieron miles de kilómetros cuadrados en Argentina, Uruguay y sur del Brasil.

Es común que los grandes estratovolcanes presenten gruesos y extensos casquetes de hielo; en consecuencia, en cada erupción se generan aluviones volcánicos o lahares. Estudios geológicos revelan que, en tiempos prehistóricos no muy lejanos, tuvieron lugar en esta región, erupciones violentísimas acompañadas de torrentes de cenizas incandescentes y voluminosos lahares, que se extendieron por el Valle Longitudinal y alcanzaron hasta la Cordillera de la Costa. Sobre estos depósitos, se ha generado una cubierta de suelo de alta fertilidad para la agricultura.

Interesantes perspectivas económicas ofrecen algunos volcanes como El Laco, al interior de Antofagasta, en cuyos flancos escurrieron coladas de magnetita, lo que constituye un fenómeno único y espectacular. Otros presentan grandes depósitos de azufre muy puro como el Tacora, en el extremo norte del país.

Importantes áreas con fuentes termales, fumarolas y géysers, como El Tatio y Puchuldiza, en el norte, y Puyehue, en el sur, presentan buenas posibilidades para la explotación de energía geotérmica.

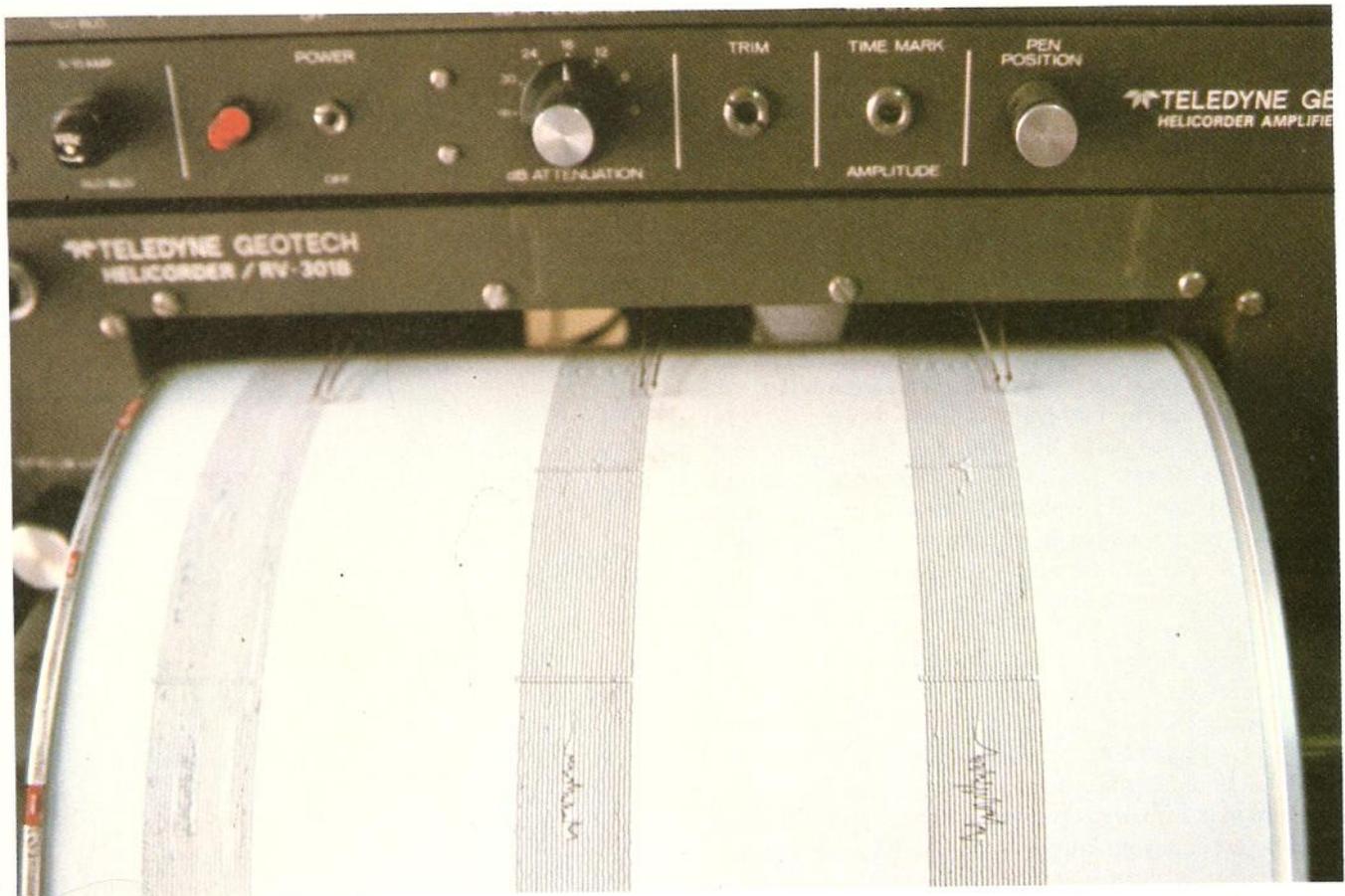
Los salares y el salitre Durante el Cuaternario, en el actual desértico norte del país, se formaron, como resultado de la última estructuración morfológica experimentada por el territorio, grandes cuencas de drenaje interno. En éstas se acumularon aguas cargadas de sales



Erupción del Volcán Villarrica.

constituyendo extensos lagos. La evaporación de estas aguas facilitó la precipitación de sales, todo lo cual formó inmensos salares en los que se encuentran importantes recursos de cloruros de sodio y de potasio y abundantes boratos. En algunos de ellos, como el Salar de Atacama, por ejemplo, se ha comprobado en los últimos años la existencia de litio en concentraciones de tal magnitud que ubican a Chile entre uno de los principales productores potenciales de este estratégico elemento del futuro.

También es una característica particular del norte de Chile, la existencia de extensos depósitos de nitratos o caliches, que desde su formación se preservaron en este ambiente desértico que perdura hasta hoy, constituyendo yacimientos cuya explotación en el pasado reciente, repercutió extraordinariamente, tanto en la economía del país como en su historia.



Laboratorio sísmico, Universidad de Chile.

*“Desperté cuando la tierra de los sueños faltó bajo mi cama.
Una columna ciega de ceniza se tambaleaba en medio de la noche,
yo te pregunto: he muerto?
Dame la mano en esta ruptura del planeta
mientras la cicatriz del cielo morado se hace estrella.”*

PABLO NERUDA
("Terremoto", en *Canto General*)

3. SISMOS: CARACTERÍSTICA DE NUESTRA TIERRA

Terremotos a través del tiempo No importa la época del pasado de Chile a que nos remontemos. Lo cierto es que siempre tendremos oportunidad de conocer relatos de algún terremoto que ha sacudido la tierra chilena. Así ha sucedido durante la Conquista, en la Colonia en el siglo XIX y, por último, hasta hace muy pocos años. Esto significa que prácticamente no existe un habitante de Chile que no haya debido asistir, por lo menos, a un gran terremoto en el lapso de su vida.

Tres testimonios sacados de épocas históricas diferentes nos atestiguan cómo la sismicidad chilena y su impacto sobre las personas, se repiten de manera casi idéntica a través del tiempo.

Hemos elegido el primer testimonio de 1575, relatando lo que sucedió en Valdivia en diciembre de ese año. El cronista dice así: "A las tres de la tarde, poco más o menos, del 16 de diciembre de 1575, vino un gran temblor y terremoto hacia el mar, que en comenzando, luego se comenzaron a caer casas y en pequeño espacio estaba todo el pueblo de Valdivia caído por el suelo y estaban las gentes con tanto temor que no sabían qué hacer...". El relato citado figura en el texto de un documento extraído del Archivo de Indias.

Igualmente, durante el terremoto de Santiago del 13 de mayo de 1647, lo sucedido a un vecino importante de la capital, Antonio de Heredia, ha sido tomado como

Fig. 3.1 Tabla resumen de los grandes terremotos y tsunamis de Chile

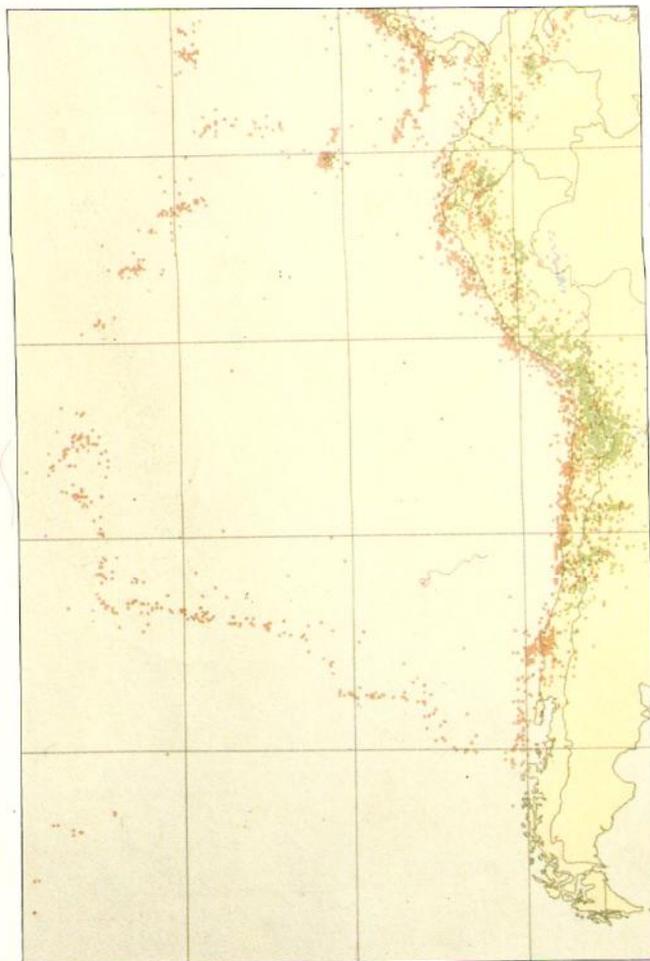
Año	Región epicentral	Magnitud estimada	Observaciones	Año	Región epicentral	Magnitud estimada	Observaciones
1520	Provincias Australes	—	Terremoto	1847	Illapel	7,0-7,5 *	Sin Tsunami
1543	Tarapacá	—	—	1849	Coquimbo	7,5 *	Fuerte temblor y Tsunami
1562	Imperial	— **	Tsunami en Arauco	1850	Valle del Maipo	7,0-7,5 **	Como en 1958
1570	Concepción (Penco)	8,0-8,5 ***	Tsunami	1851	Casablanca	7,0-7,3 **	Sin Tsunami
1575	Santiago	7,0-7,5 *	—	1851	La Serena	—	Muy fuerte
1575	Valdivia	8,5 **	Tsunami (igual que 1960)	1851	Copiapó	— **	Pequeño Tsunami
1582	Santiago	—	Semi-terremoto	1854	Coquimbo	— *	—
1604	Arica	8,3-8,5 ***	Tsunami	1855	La Serena	—	Recio
1604	La Serena	— **	—	1856	La Serena	—	Recio
1615	Arica	7,5 ***	—	1857	En el mar frente a La Serena	—	—
1633	Carelmapu	—	Puede ser un huracán	1857	La Serena	—	Recio
1639	Coquimbo	—	—	1857	Copiapó	—	—
1642 ó 1643	Arica	—	Terremoto muy dudoso	1858	La Serena	—	Fuerte
1643	Santiago	—	Recio	1858	La Serena	—	Fuerte
1647	Santiago	— ***	Sentido en Buenos Aires, C	1858	La Serena	—	Fuerte
1648	Coquimbo	—	Puede ser el de 1647	1858	La Serena	—	—
1657	Concepción	8,0 ***	Fuerte Tsunami	1858	La Serena	—	Fuerte ruido
1681	Arica	7,0-7,5 **	No hubo daños por Tsunami	1858	La Serena	—	Fuerte ruido
1687	San Felipe	7,0-7,5 *	Muy pocos datos	1859	Copiapó	7,5-7,7 **	Tsunami en Caldera
1688	Santiago	—	Semi-terremoto	1860	La Serena	—	Recio
1690	Santiago	—	Semi-terremoto	1860	Tacna y Arica	—	—
1709	Concepción-Chillán	—	Terremoto dudoso	1861	San Carlos (33,5 S)	—	—
1715	Sur del Perú	7,5	Daños en Arica	1864	Copiapó	— *	—
1724	Santiago	—	—	1866	Copiapó	—	—
1730	Santiago y Valparaíso	8,7 ***	Fuerte Tsunami	1868	Arica	8,5	Fuerte Tsunami
1737	Valdivia y Castro	7,5-8,0 *	Probable Tsunami	1868	Copiapó	—	—
1741	Isla Wager (47,4 S)	—	Cuatro temblores, tres muy fuertes	1869	Talca	—	—
1742	Archipiélago de los Chonos	— *	Muy pocos datos	1869	Arica	—	—
1742	Castro	— *	Entre junio, enero de 1743	1869	Pisagua	7,0-7,7 *	Tsunami en Arica e Iquique
1743	Valparaíso	—	Fuerte	1870	Calama	— **	Muy pocos datos
1743	Cerca de la Isla J. Fernández	—	—	1871	Valparaíso	— *	Pequeño Tsunami
1751	Concepción	8,5 ***	Fuerte Tsunami	1871	Iquique	7,0-7,5 ***	Tsunami en Callao
1773	Copiapó	—	Fuerte	1873	La Ligua	— **	—
1775	Valparaíso	—	Fuerte	1874	Chile Central	—	Semi-terremoto
1783	Chile Central	—	Terremoto dudoso	1876	Illapel y Chalinga	— **	—
1786	Castro	— *	Muy pocos datos	1876	Toco (22,5 S)	—	—
1787	Castro	— *	Muy pocos datos	1877	Pisagua	8,0-8,5	Fuerte Tsunami
1790	Tucapel	— **	—	1877	Coquimbo	— *	—
1792	Arica	—	Fuerte	1877	Vallenar	— *	—
1792	La Serena	—	—	1878	Calama	— *	Quizás es el siguiente
1796	Copiapó	7,5-8,0 ***	Sin Tsunami	1878	Tarapacá	— **	Probable Tsunami
1799	Temuco	—	Puede ser el de mayo de 1790	1879	Estrecho de Magallanes	7,0-7,5 *	Como en 1949
1801	La Serena	— *	—	1880	Illapel, Petorca	7,5-8,0 **	Sin Tsunami
1816	Concepción	—	—	1888	Taltal	—	Fuerte
1819	Copiapó	— ***	—	1890	San Felipe	—	Fuerte
1819	Copiapó	— ***	—	1890	Copiapó	— *	—
1819	Copiapó	8,2-8,5 ***	Fuerte Tsunami	1892	Arica	— *	—
1821	Valparaíso	—	Fuerte	1893	La Serena	—	—
1822	Copiapó	—	—	1894	Mendoza (territorio argentino)	8,2	—
1822	Copiapó	— *	Muy pocos datos	1896	Valparaíso	— *	—
1822	Valparaíso	8,5 ***	Tsunami moderado	1896	Arica	— *	—
1822	Valparaíso	—	—	1898	Concepción	— *	—
1822	Valparaíso	—	—	1903	Oruro (territorio boliviano)	—	Dos sacudidas
1824	Santiago	—	—	1903	Vallenar	— *	—
1824	Santiago	—	—	1904	Vallenar	— *	—
1825	Santiago	—	—	1905	Rancagua	—	Numerosas sacudidas
1829	Valparaíso	7,0 *	Sin Tsunami	1906	Valparaíso, Limache	—	—
1829	Santiago	—	—	1918	Copiapó	7,5	Tsunami moderado
1831	Arica	—	Quince días de réplicas	1922	Huasco	8,4	Tsunami destructivo
1831	Concepción	—	—	1928	Talca	8,4	Tsunami reducido: algunos desplazamientos geodésicos
1832	Chiloé	—	—	1939	Chillán	8,3	Sin Tsunami
1832	Concepción	— *	Muy pocos datos	1943	Illapel	8,3	Tsunami reducido
1833	Huasco	— **	Muy pocos datos	1949	Punta Arenas	7,5	Tsunami reducido
1833	Arica	—	—	1950	Profundo (100 km.)	—	Daños en Calama. Antofagasta intensidad VII-VIII. Sentido desde el sur de Perú hasta Santiago
1835	Concepción	8,0-8,3 ***	Fuerte Tsunami	1953	Chillán	7,5	Como en 1939
1835	Concepción	—	Fuerte	1958	Cajón del Maipo	6,9	Grado IX-X
1836	Concepción	—	Fuerte	1960	Concepción	7,25	Grado X Lebu, Chillán, San Carlos, Parral, Nacimiento, Los Angeles, Angol
1836	Cobija (22,5 S)	—	Tsunami	1960	Valdivia	8,75	Gran Tsunami. Destrucción de Valdivia, Llanquihue, Osorno, etc.
1837	Valdivia, Ancud	8,0 **	Tsunami	1965	La Ligua	7,5	Destrucción de Cabildo. La Ligua, Grado X en Valparaíso
1838	Copiapó	—	Fuerte	1966	Taltal	7,5	Leve Tsunami
1839	Santiago	—	Fuerte, mucho ruido	1967	En el mar	6,5	—
1839	Santiago	—	Fuerte	1967	Tocopilla	7,0	—
1843	La Serena	— **	—	1971	La Ligua	7,5	Destructivo
1844	La Serena	—	Recio				
1845	Arica	—	—				
1846	Copiapó	—	—				
1847	Copiapó	— **	—				
1847	La Ligua	—	Terremoto				

Nota: La clasificación de Montessus de Ballore es: * Semi-terremoto; ** Terremoto; *** Desastre. Magnitudes (Escala Richter); Intensidades (Escala M.M.).

vivo ejemplo de la forma en que se manifestó el sismo. “Don Antonio de Heredia, dice el cronista, *tiene un naranjo en el patio de su casa; asíóse a él, porque el movimiento de la tierra era tal que no podía sustentarse en pie y arrojóle el naranjo tres veces de sí . . .*”.

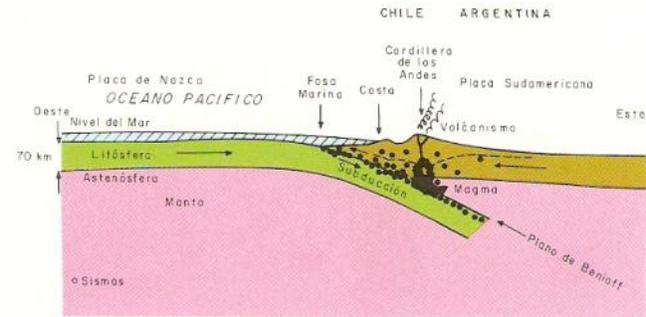
El tercer testimonio fue escrito por I.M. Gillis, viajero de paso por Chile y en él comenta lo que ha obtenido como experiencia de los terremotos en el país. Dice: “*al venir aquel terremoto del 2 de abril de 1851, cuando la tierra, agitándose hasta su propio centro sofocaba todos los lamentos humanos con sus quejidos de agonía, ya estábamos completamente convertidos a la costumbre del país de arrancar al primer remezón . . .*”.

Estas vivas impresiones pudieron haber sido anotadas por casi la totalidad de los chilenos. Y la razón es simple: Chile se cuenta entre los países de mayor sismicidad en el mundo. La lista que cubre los terremotos destructores habidos en el país es extensa, iniciándose con noticias acerca de sismos ocurridos incluso antes de la llegada de los españoles y transmitidos por la tradición indígena. El primer terremoto conocido, sería el que arruinó numerosas aldeas indígenas en las provincias del sur, alrededor de 1520. De allí en adelante, la historia de Chile está plena de estos increíbles y curiosos relatos que dan cuenta de la continua inestabilidad tectónica de nuestro territorio (Fig. 3.1).



Placa de Nazca (en mapa de World Sismicity).

Fig. 3.2 Perfil este-oeste que muestra la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, 1980

Debemos pues entrar a analizar las características más importantes que muestra la sismicidad chilena y las condiciones que la gestan.

Tectónica de placas Los sismos son vibraciones naturales de la tierra causadas por la súbita dislocación del material rocoso que se halla en su interior. Este fracturamiento o falla tectónica, se produce por la lenta acumulación de tensiones y deformaciones en la corteza y parte superior del manto, y se originan, a su vez, por desplazamientos de las llamadas placas tectónicas.

Estas placas tectónicas corresponden a cascarones litosféricos fríos y rígidos de forma irregular y de unos 70km. de espesor, que cubren la totalidad de la superficie de la tierra. Se apoyan sobre un material más caliente y plástico del manto al que se denomina la astenósfera. Los cascarones o placas se desplazan horizontalmente con velocidades de unos 10cm. por año y este movimiento relativo de las placas origina rozamientos, deformaciones y fracturamientos a lo largo de sus bordes de contacto, cuyas manifestaciones externas más notables las tendremos en la forma de sismos, volcanes, cadenas montañosas y fosas marinas.

La Placa de Nazca y la Placa Sudamericana La Placa de Nazca abarca la parte oriental del Océano Pacífico, entre Isla de Pascua y Sudamérica. De norte a sur cubre desde las Islas Galápagos hasta la Península de Taitao y se desplaza en dirección al Este respecto a Sudamérica. Esta placa tiene su borde de contacto con la Placa Sudamericana, en la fosa marina Chile-Perú que se ubica a una distancia variable de 100 a 200km. de la costa de ambos países. El movimiento de convergencia generado entre las dos placas a lo largo del borde común que mantienen en la fosa marina, ocasiona la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana siguiendo un plano inclinado al cual se ha denominado plano de Benioff (Fig. 3.2).

De acuerdo a este esquema, los sismos de foco más superficial ocurren en el mar entre la fosa y la costa y se van profundizando hacia el este siguiendo el plano de Benioff. En cambio los sismos más profundos tienen lugar a unos 600–700km. de profundidad en territorio argentino, a más de 1.000km. de distancia de la costa chilena (Fig. 3.3). Un efecto adicional del rozamiento entre las dos placas a lo largo del plano de subducción, consiste en la producción de calor necesario para que se

generen volcanes activos que encontramos a todo lo largo de nuestra cordillera. Por último, debido a que la Placa de Nazca se extiende hacia el sur sólo hasta la Península de Taitao, la sismicidad al sur de los 46° disminuye notablemente (Fig. 3.4).

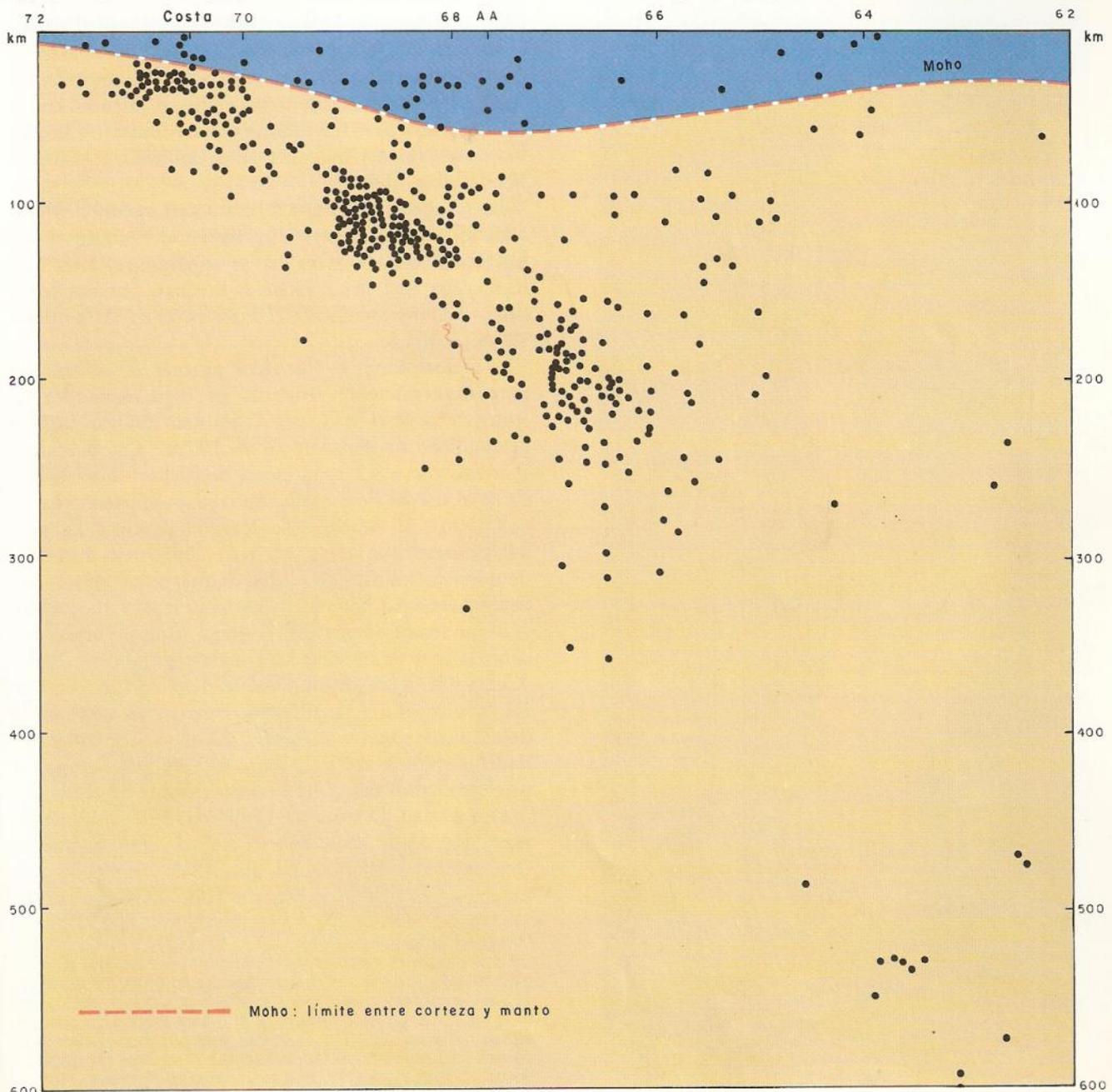
Chile, por tanto, está ubicado netamente al borde de la zona de contacto entre estas dos placas tectónicas. Este hecho obliga a sus habitantes a adaptarse a la idea de que las costas chilenas estarán siempre expuestas a tales embates de la naturaleza.

Magnitud e intensidad de un sismo La forma de caracterizar un sismo se realiza mediante una estimación cuantificada de su tamaño y de los efectos que produce. El tamaño de un sismo se expresa generalmente por la magnitud que alcanza en relación a la escala de Richter. En esta escala se mide la energía liberada por el foco del

sismo durante el proceso de fracturamiento brusco del material rocoso. La escala de Richter no tiene en sí tope superior, pero no han sido registrados sismos superiores a 9 ó 10.

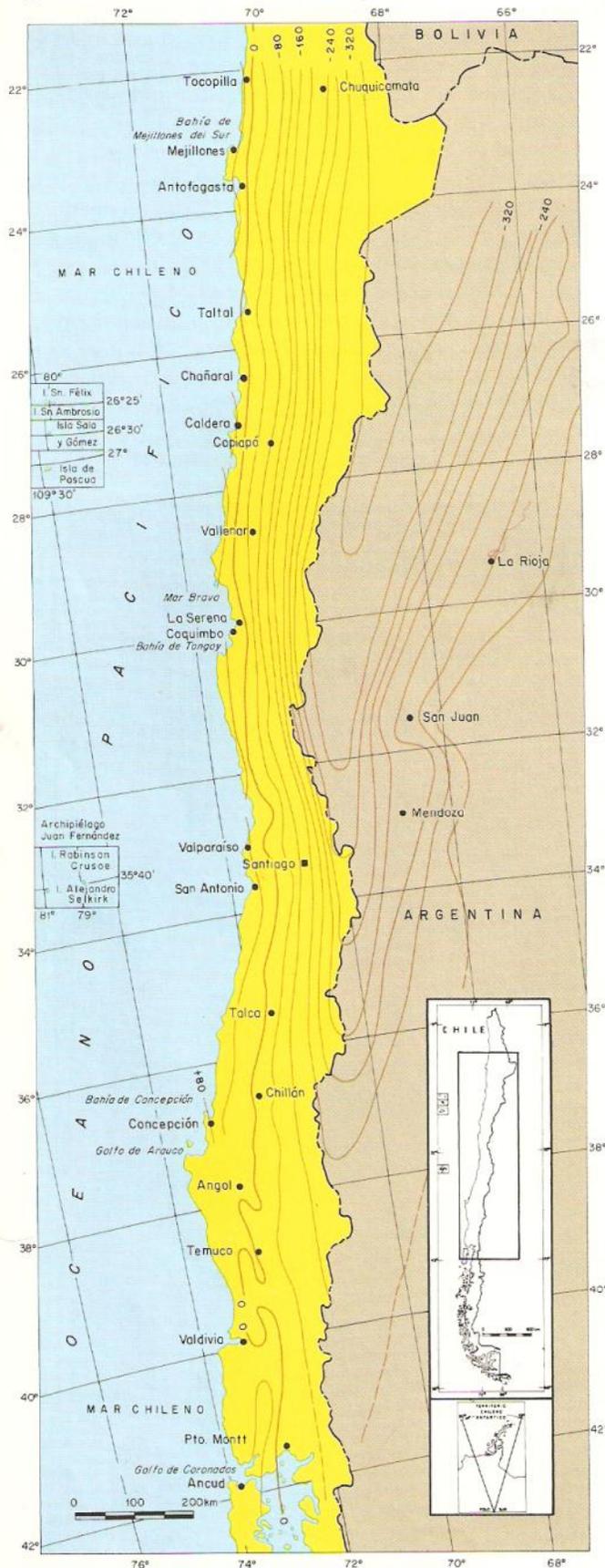
La intensidad, en cambio, se registra en la escala de Mercalli. A diferencia de la anterior, ésta es una medida solamente de los efectos provocados por un sismo en un determinado lugar. En general, la intensidad será mayor cerca del foco del sismo y disminuirá, paulatinamente, al alejarse del epicentro. La escala de intensidades de Mercalli cuenta con doce grados; el grado 12 corresponde a destrucción total. Con cada uno se brinda entonces una definición puramente descriptiva. El grado 2, por ejemplo, está referido sólo a vibraciones muy leves, sentidas únicamente por algunas personas en reposo. En cambio, a partir del grado 7 se empiezan a observar

Fig. 3.3 Distribución en profundidad de sismos ubicados entre las latitudes 21° S. y 26° S., proyectados sobre la latitud 23° S.



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en "Bulletin of the seismological society of America" 1969, 1980.

Fig. 3.4 Anomalías de Bouguer (intervalo 40mgal.)



daños en construcciones. La tabla de intensidades nos describe así, de manera resumida, los efectos que se esperan en cada grado. Disponiendo de los grados de intensidades, calculados para diferentes localidades, será posible entonces construir mapas de curvas de igual intensidad o curvas "isosistas" (Fig. 3.5).

Riesgo sísmico en Chile Como ya se observó, la Península de Taitao divide a Chile en dos zonas claramente diferenciadas en cuanto a sismicidad. Al norte de los 46° Lat. Sur, el país muestra una de las sismicidades más altas de la tierra. Hacia el sur, el riesgo disminuye apreciablemente.

Una revisión de los últimos terremotos de magnitud superior a 8, que se han hecho sentir en las diversas regiones del país entre la zona de Arica y Chiloé, nos mostraría los siguientes grandes sismos conocidos por su año y región: Arequipa, 1868; Iquique, 1877; Atacama, 1922; Illapel, 1943; Valparaíso, 1906; Talca, 1928; Chillán, 1939; Valdivia, 1960. Todos estos sismos pueden ser llevados a un mapa dibujando zonas achuradas para señalar el área epicentral o de máxima destrucción. Se estima que ésta coincide, además, con la zona que abarcó el fracturamiento del contacto entre las Placas de Nazca y Sudamericana, siguiendo el plano de Benioff (Fig. 3.6).

La secuencia descrita abarca sucesivamente distintas regiones del país, pero sus zonas epicentrales o de fracturamiento de placa no se superponen, sino más bien, cada una llena vacíos o brechas sísmicas hasta llegar a cubrir totalmente el territorio entre las latitudes 18° S. y 46° S.

A la lista anterior, conviene agregar otro sismo de naturaleza diferente, ocurrido en 1950 al interior de Antofagasta en el límite con Argentina y Bolivia. En él la profundidad del foco superó los 100km. y su magnitud correspondió a 8,3 en la escala de Richter. Fue sentido desde el sur del Perú hasta Santiago, produciendo daños en Calama. En Antofagasta alcanzó una intensidad de 7 a 8; el interés que reviste este terremoto deriva del hecho de que es el único gran sismo de magnitud mayor a 8, ocurrido en el interior del país y no ya en la zona costera.

Si queremos determinar el riesgo sísmico para Chile, sobre la base de estudiar los grandes sismos de los siglos XVIII y XIX, observaremos que el período de recurrencia de sismos de magnitud 8 o mayor en una región determinada, fluctúa entre 60 y 100 años. Con anterioridad al terremoto del Valparaíso de 1906, por ejemplo, se produjo el gran sismo del 19 de noviembre de 1822 en la misma ciudad. El sismo de Chillán de 1939 también fue precedido, 104 años antes, por el gran sismo de Concepción y Chillán del año 1835. Siguiendo este esquema en tiempo y espacio podríamos considerar,

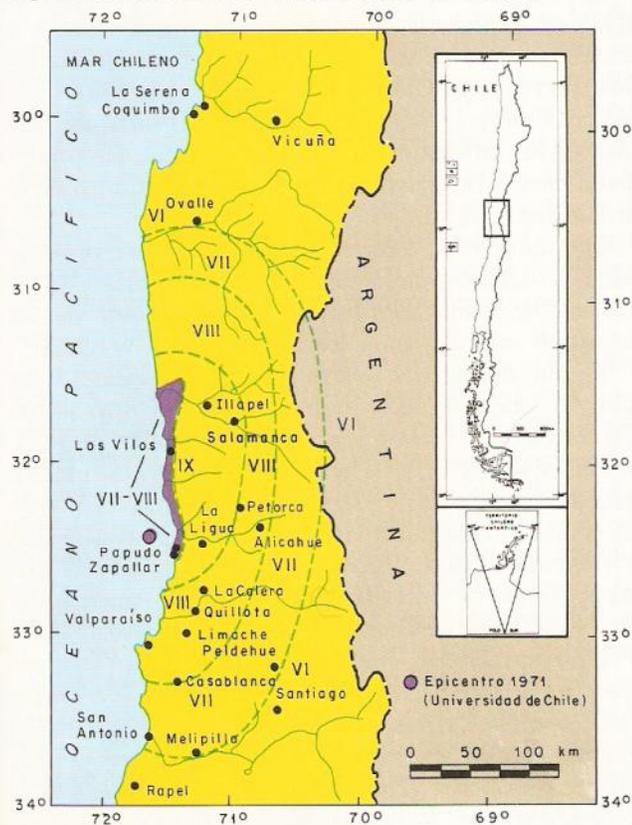
Nota a la Fig. 3.4

Las anomalías de Bouguer es la diferencia entre la gravedad observada y la gravedad teórica esperada en un lugar, descontados los efectos de altura y de masa rocosa entre la estación y el nivel del mar. Anomalías de Bouguer negativas indican un engrosamiento de la corteza terrestre por sobre el espesor normal de unos 30 km. El espesor máximo se encuentra a lo largo del eje de la Cordillera de Los Andes y alcanza a 70 km frente a Antofagasta. Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, 1980

entonces, como brechas sísmicas con mayores posibilidades de ser llenadas en los próximos decenios, a las zonas comprendidas, por un lado, entre Arica y Antofagasta, y por otro, entre Quintero y Constitución. En cambio, el terremoto del 22 de mayo de 1960 probablemente estabilizó la región al sur de Concepción por algunas décadas. Sin embargo, la brecha entre Antofagasta y Taltal ha sido curiosamente llenada con el sismo del 9 de diciembre de 1950 ocurrido al interior del país y no a lo largo de la costa. Ello estaría indicando que, entre las latitudes 23° y 25° S., las tensiones parecen acumularse con mayor facilidad a profundidades grandes y no superficialmente cerca de la costa.

Los párrafos anteriores se refieren a las características sísmicas en el sentido longitudinal de Chile. Las variaciones de sismicidad en el sentido transversal son quizás más significativas. Debido a la geometría de la subducción los grandes sismos deben ocurrir, en general, siguiendo el plano inclinado de Benioff y, por tanto, las profundidades medias de foco deben aumentar de oeste a este. A mayor profundidad, la temperatura es más alta, el material rocoso pierde parte de su rigidez, se vuelve más plástico y su capacidad de acumular grandes tensiones diferenciales disminuye. Con ello, su capacidad de generar sismos de mayor magnitud, también se reduce. Por otra parte, sismos de mayor profundidad de foco se hacen sentir con menos intensidad en la superficie debido a un simple efecto de distancia. Todo lo anterior

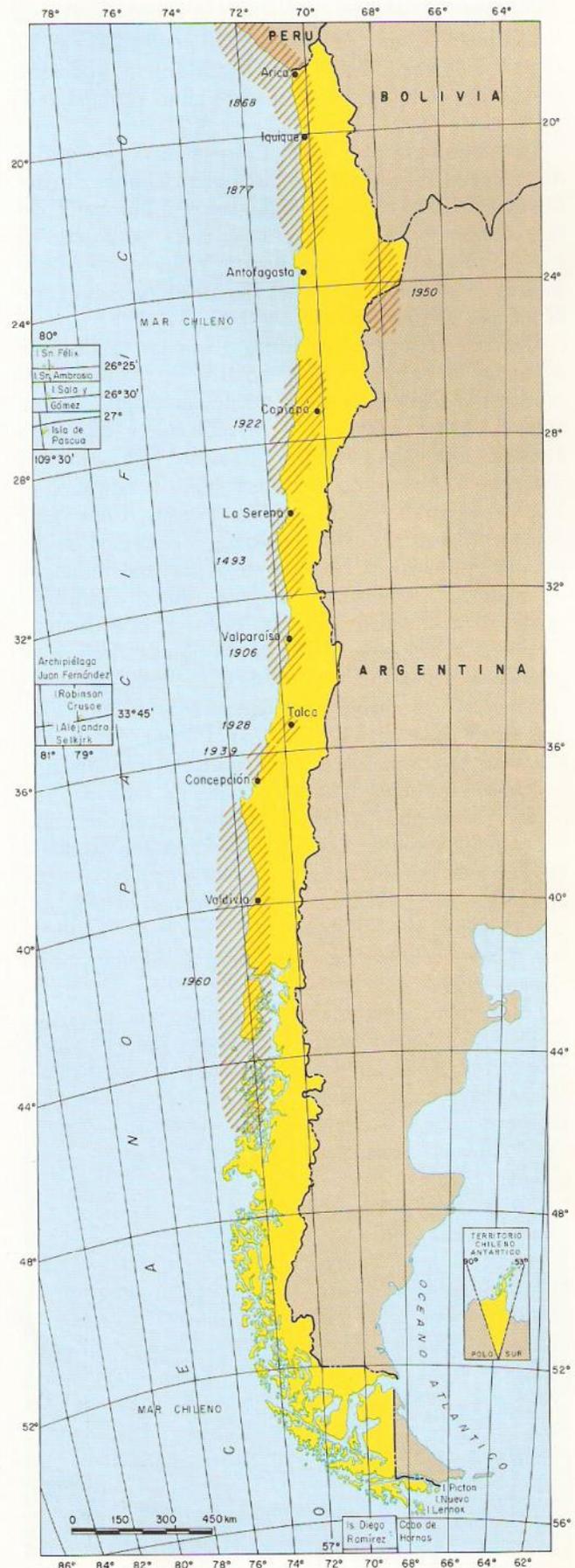
Fig. 3.5 Curvas isosistas del terremoto de la Ligua, 1971



1 La menor intensidad a lo largo de la costa (color lila) se debe a la mejor calidad del terreno (roca) comparado con sedimentos cuaternarios de los valles.

Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor. 1980.

Fig. 3.6 Sismos de magnitud igual o mayor que 8 ocurridos en los últimos 110 años en Chile



se traduce en una gradual disminución del riesgo sísmico de costa a cordillera, variación que es mucho más acentuada y significativa que ella en el sentido norte-sur. Excepción a lo anterior lo constituye, como dijimos, la zona al interior de Antofagasta donde se han producido sismos de gran magnitud a apreciable profundidad, como el de 1950.

La sismología en Chile La sismología comenzó a desarrollarse en Chile como disciplina científica alrededor de 1907, casi al mismo tiempo que en Europa. Tuvo este temprano desarrollo gracias a la presencia en nuestro país de Montesus de Ballore, eminente sismólogo francés, ex oficial de artillería y uno de los fundadores de la ciencia sismológica.

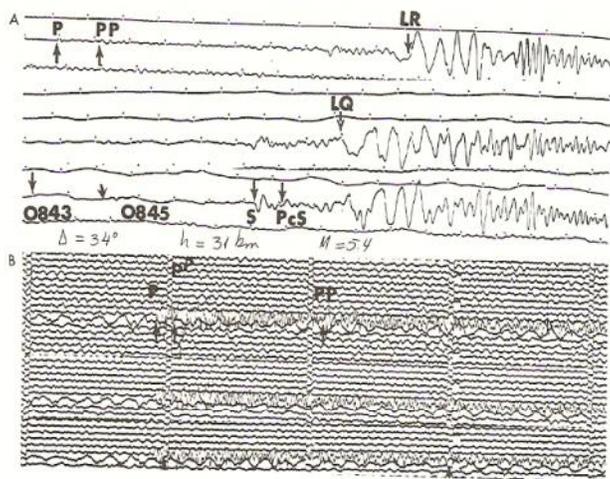
Con este comienzo auspicioso y con las condiciones naturales que imperan en nuestro territorio, cabía esperar que Chile fuese actualmente uno de los cuatro o cinco países más avanzados del mundo en el campo de la investigación sísmica. Desgraciadamente, esto no ha sido siempre así. A pesar del recrudecimiento de la actividad sísmica registrada en las últimas décadas, Chile tiene aún un largo camino por recorrer en el campo de los estudios sismológicos. No obstante, el material humano y la capacidad de realizar un gran esfuerzo científico existen y permiten augurar un éxito en este campo.

Ante todo, las metas que se busca resolver derivan de problemas sismológicos únicos de Chile, pues las condiciones geofísicas y geológicas chilenas son diferentes a las que rigen, por ejemplo, en California y Japón. La tectónica californiana está controlada, principalmente, por una gigantesca falla de cizalle, la falla de San Andrés. En cambio, en Chile, las fallas son predominantemente fallas con deslizamiento en el sentido normal a su rumbo en la superficie. Japón, por su parte, no tiene desniveles topográficos tan violentos como los chilenos, pues en Chile, al pasar de la Cordillera de los Andes a la fosa Chile-Perú, se baja con una pendiente media cercana al 8%.

Los métodos y materiales de construcción, o tipos de suelos y los mecanismos de los temblores, son igualmente característicos de nuestro país. Como la información extranjera muchas veces no es aplicable a nuestras condiciones, gran parte de las investigaciones en ingeniería antisísmica deben hacerse sobre la base de datos chilenos.

En nuestro país, el grueso de la información sismológica está centrada en el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Algunas de las áreas de investigación que se vienen desarrollando hasta el presente son: diseño y construcción de material moderno para la ingeniería antisísmica y sismología; preparación de mapas sismotectónicos y de riesgo sísmico; determinación automática en tiempo real mediante computadoras digitales del epicentro y profundidad de los temblores; análisis automático de sismogramas de temblores cercanos; etc.

Estas líneas de investigación tienen un objetivo muy claro: desarrollar técnicas modernas para el conocimiento de la sismicidad en Chile, la estructura de la corteza y el manto, el mecanismo de foco de los temblores, como



Curvas de propagación.

asimismo perfeccionar los métodos de predicción de sismos, adecuándolos a nuestras características geológicas.

Sismos notables registrados históricamente en Chile El uso de anales históricos ha venido adquiriendo creciente importancia para los estudios sismológicos chilenos. Diversos autores han emprendido la tarea de confeccionar extensos registros de los grandes sismos y tsunamis ocurridos en Chile durante el período 1520 hasta el presente. Para tal clasificación, se han definido los terremotos grandes como aquellos sismos de magnitudes superiores a 7,5 en la Escala de Richter.

El ya citado Montesus de Ballore puede ser considerado como el pionero de los estudios sísmicos chilenos a través de registros históricos. Su obra **Bibliografía de los Terremotos Chilenos (1915-19)**, además de sus seis volúmenes titulados **Historia Sísmica de los Andes Meridionales**, constituyen hoy día, las principales fuentes de consulta para el estudio histórico de la sismicidad chilena.

Los testimonios directos suministrados por diversos autores, testigos de algún terremoto notable de la historia de Chile, constituyen, asimismo, otra valiosa fuente de consulta para los investigadores actuales.

Resulta de especial interés conocer, por ejemplo, las observaciones que registraron Darwin y Fitz Roy, acerca del terremoto de Concepción del 20 de febrero de 1835, mientras se hallaban de paso por Chile, en la primera mitad del siglo pasado. Fitz Roy era uno de los capitanes de la célebre expedición hidrográfica de las naves Beagle y Adventure, cuyos informes sirvieron a los geólogos para edificar la teoría sísmica respecto a América del Sur. Hallándose en Concepción, el 20 de febrero de 1835, Fitz Roy caracterizó así el terremoto que le tocó vivir ese día: "El movimiento principió débilmente, sin que le precediera ruido subterráneo alguno; su intensidad aumentó rápidamente. Durante el primer medio minuto, mucha gente se quedó en casa, pero los movimientos se hicieron tan violentos que luego toda la gente se aterrorizó. Nadie podía quedarse en pie y los edificios parecían bamboleados como por olas; de repente una tremenda sacudida derribó y destruyó todo...".

Darwin, por su parte, había llegado poco después del terremoto a la Isla Quiriquina, frente a Concepción. Allí

recogió impresiones acerca de la tremenda violencia que había tenido el sismo, las que transcribe así: *“El primer sacudimiento fue muy repentino. Me contó el mayordomo de la isla que el primer indicio que tuvo fue encontrarse rodando por el suelo él y el caballo que montaba; se levantó y volvió a ser derribado. Me dijo también que algunas vacas que pastaban en la costa fueron lanzadas al mar . . .”*.

Aunque Darwin no haya sido testigo ocular del terremoto en Concepción, puesto que llegó a esa ciudad el 5 de marzo, su testimonio es valioso por la exactitud y agudeza con que describe los efectos del sismo. *“La Catedral, dice, era notable ejemplo de la diferente resistencia de los muros, según la dirección en que se hallaban construidos. El lado vuelto hacia el nordeste no era más que un montón de ruinas, entre los cuales se veían puertas y vigas que parecían flotar en un océano embravecido. Algunos bloques de mampostería de colosales dimensiones, habían rodado muy lejos de su sitio. Los muros del lado que se extendían del SO al NE, aunque muy cuarteados, permanecían en pie, pero grandes contrafuertes edificados en ángulo recto con estos muros, y por consiguiente, paralelos a los derrumbamientos, habían caído como cortados con un cincel. El choque había dado además, una posición diagonal a ciertos ornamentos cuadrados que había sobre algunas de estas paredes . . .”*.

Valparaíso 1906 y Chillán 1939 Uno de los sismos más famosos de la historia de los terremotos chilenos, lo constituye el terremoto de Valparaíso del 16 de agosto de 1906, que terminó en grandes incendios cundiendo éstos por todo el radio de la ciudad. Un testigo presencial lo describe así: *“Era la hora de cenar, dice, cuando de pronto subió de las entrañas de la tierra un rumor sordo y profundo que fue tomando cuerpo hasta explotar súbitamente en un remezón del suelo, crujido de piso y techumbres y una polvareda huracanada que cruzaba el cielo”*. Más adelante agrega: *“el suelo debe haber oscilado de 3 a 6 cm. Muchas casas habían quedado sin fachada, mostrando sus departamentos interiores. Las macizas paredes de ladrillo resistían menos la acción del temblor que el armazón de tabiques que quedaba detrás. Los rieles de la línea férrea a lo largo del malecón estaban retorcidos y uno quedaba mudo y confuso ante ese despliegue de fuerzas sobrehumanas que jugaban con el acero como con tiras de papel”*.

El 24 de enero de 1939 ocurrió en Chillán otro de los grandes sismos que se recuerda en la historia de Chile. Un periodista que visitó la ciudad reportó los efectos del sismo dos días después. *“Todo el camino desde el aeropuerto a la ciudad estaba estriado de resquebrajaduras que a veces había que sortear para no volcarse. En la ciudad misma, los escombros llenaban completamente las calzadas, porque las murallas delanteras se doblaron sobre las calles, mientras el resto de los edificios se sentó plenamente. No había nada de pie, nada. Casi no se concibe cómo se ha podido verificar un desplomamiento tan absoluto, tan definitivo”*. Una persona explicó como ocurrió la catástrofe: *“Sin previo aviso se produjo un sacudimiento de salvaje violencia y luego otro hacia el lado contrario. La gente fue arrojada al suelo y en seguida se sintió un fragor de cordillera que se desploma en medio de espesas nubes de tierra que ahogaban con su estruendo y luego, . . . la más profunda y repentina oscuridad . . .”*.

La catástrofe del 21 y 22 de mayo de 1960 El terremoto del 21—pero sobre todo el 22 de mayo de

1960—que afectó la región sur del país, es el más grande conocido en la tierra, desde que se inventaron sistemas para medir sismos. Una catástrofe de tales proporciones no produjo, sin embargo, el número de víctimas esperadas ante un hecho semejante. Conozcamos como se desarrollaron los acontecimientos a través de la siguiente relación sintetizada.

El 21 de mayo de 1960 a las 6:30 de la madrugada ocurrió un terremoto de magnitud 7,7 en la escala de Richter cuyo epicentro se ubicó en la península de Arauco, al sur de la ciudad de Concepción. Se registraron en la región intensidades del orden del grado 9 de la escala de Mercalli. Pero, al día siguiente, 22 de mayo a las 15:30 horas, se produjo el terremoto mayor en una zona situada 500km. más al sur. El epicentro no ha podido ser determinado todavía con exactitud. Se cree que en realidad hubo dos sismos ese día: el primero de magnitud 7,5, a las 15:10 en la isla de Chiloé y el segundo, medio minuto más tarde, en la latitud de Valdivia con magnitud superior a 8,75 de la escala de Richter. El segundo de los terremotos del día 22 pertenece a la clase de los sismos máximos, y en diversos puntos de la zona de Valdivia y Puerto Montt la intensidad llegó al grado 11 de la escala de Mercalli.

En la costa de esa zona se generó simultáneamente un maremoto que se propagó por el Océano Pacífico, llegando en forma perceptible hasta los Océanos Artico e Indico. Los perjuicios fueron máximos en Puerto Saavedra, Corral, Ancud y Castro. Más al norte, frente a la península de Arauco, ocurrió una deflexión de la ola que evitó que los puertos situados en la bahía de Arauco sufrieran sus efectos. Mientras en Valparaíso la ola no fue mayor de 1,50m., en las islas Juan Fernández a la misma latitud pasó de 7m. El tiempo de recorrido de la ola en el océano fue el normal, registrándose en Hawai a las 16 horas de producido el terremoto en Chile.

El Sistema Internacional de Alarma de Tsunamis con central en Honolulu, dio la alarma con oportunidad,



Calle Victoria, Valparaíso, 1906.

pero el anuncio no alcanzó a ser suficientemente eficaz en Hawai y Japón como para prevenir los daños que ocasionó el maremoto. También se produjeron importantes destrucciones en puertos californianos debido a la ola marina.

La fuerza de estos sismos, seguidos por el violento maremoto, provocó la destrucción total o parcial de miles de viviendas y dejó en un instante sin albergue a un grueso número de habitantes de la zona. Junto a las viviendas, se derrumbaron igualmente gran parte de las escuelas, industrias, edificios públicos y comerciales, hospitales, bodegas, etc.

En algunas partes, entre Puerto Saavedra y Chiloé hubo hundimientos de la costa de varios metros, mientras que las islas Mocha y Huafo se elevaron considerablemente, modificándose así, en muchos lugares, el perfil de la costa y la hoya de los ríos. Los efectos destructores también alcanzaron las instalaciones eléctricas, redes de agua potable, alcantarillado, vías férreas, instalaciones portuarias, aparte de las inundaciones de extensas regiones motivadas por los hundimientos y los fuertes temporales de lluvias que se desencadenaron posteriormente. Los maremotos arrastraron al mar ruinas que ya habían sido hacinadas por los terremotos lo cual provocó el encallamiento de barcos mercantes y el hundimiento de prácticamente todas las embarcaciones pequeñas.



Puerto Varas, Región X, 1960.

El bloqueo de los lagos En las zona de los lagos, los deslizamientos de cerros bloquearon los desagüaderos. El caso más grave fue el del lago Riñihue, cuya boca de desagüe se cerró completamente. En estas condiciones, el agua, que aflúa al Riñihue desde 5 lagos que son tributarios, subió a razón 35–40cm. diarios y alcanzó hasta 70cm. en los días de lluvia, haciendo temer por un gran rebalse y avenidas del lago hacia toda la región de Valdivia.

Es interesante recordar aquí que la evolución sísmica del país es hasta tal punto similar, que un hecho prácticamente igual había ocurrido casi cuatro siglos antes, durante el gran terremoto de Valdivia en 1575, aludido más atrás, donde se formó un taco muy parecido al de 1960, que impedía el libre escurrimiento de las aguas del lago. Un relato escrito en 1575 describió así los efectos que tuvo el terremoto sobre el lago. El río Grande de la ciudad de Valdivia, en lugar de correr hacia el mar, *“corría hacia arriba con tanto ímpetu, que no he visto yo correría hacia abajo por ninguna parte tan recio. Fue nuestro Señor servido que en la laguna de donde manaba, cayese un cerro sobre la boca del desagüadero y lo tapó, de tal suerte que no corre agua por él, que entiendo si Nuestro Señor así lo ordenara aquí nos anegaríamos . . .”*. Casi sin cambiar un detalle, esto fue exactamente lo que sucedió el año 1960, o sea 385 años después, en el mismo lago.

Por su parte, la actividad volcánica que se produjo a raíz de los terremotos del 21 y 22 de mayo estuvo restringida al volcán Puyehue en cuyo flanco se abrió una grieta que entró en actividad violenta dos días después de los sismos.

Afortunadamente, teniendo en cuenta la magnitud de esos sismos y del maremoto posterior, el número de muertos y desaparecidos fue relativamente bajo. En ello, influyeron las siguientes causas. Primero, el terremoto ocurrido el día antes en la zona de Concepción, había alertado a la población sureña haciéndole temer que el fenómeno pudiera repetirse. En consecuencia, el día 22 la mayor parte de la población se hallaba en las calles de las ciudades y fue alertada por un temblor menor, anterior al principal.

La población total de la zona afectada ha sido estimada en 2.386.000 personas, es decir, el 31% de la población total del país de ese momento.

Los cálculos de daños indicaron que en la zona de Concepción cerca del 60% de la población, alrededor de 250 mil personas, sufrió algún daño o deterioro en sus casas, pero sólo el 8%—que corresponde a 35 mil personas—quedó efectivamente sin habitación. En la ciudad de Concepción las características de los daños fueron similares a las de la zona completa.

En la ciudad de Valdivia, epicentro principal del sismo, sólo el 16% de las familias perdió sus hogares. Una destrucción aparentemente tan reducida tuvo por causa el hecho de que el 90% de las casas de ciudad son de madera. Tales circunstancias impidieron que la catástrofe de 1960 se tradujera en un sacrificio mayor de vidas humanas, como lo hizo temer la violencia inaudita de este terremoto; el de mayores proporciones que se ha conocido hasta la fecha en el mundo.



Penitentes, Laguna Verde, Atacama.

*“No conocía el sol.
Viví en invierno.
Era
en los montes australes.
Las aguas
invasoras
sostenían
la tierra,
el firmamento era
un pálido paraguas
desbordado,
una medusa
oceánica
de cabellera
verde.
Llovía
sobre el techo,*

*sobre las hojas negras
de la noche,
bajaba
agua celeste
desde los desdentados
ventisqueros.
Después crucé los climas.
Y en el desierto,
redondo, arriba, solo,
el sol de fuego
con sus deslumbradoras
crines rojas,
el león en su círculo
de espadas,
la flor central
del cielo.”*

PABLO NERUDA

(“Oda al sol”, en *Nuevas Odas Elementales*)

4. PAIS DE EXTREMOS CLIMATICOS

Gran variedad de climas La notable extensión en latitud que caracteriza a nuestro país permite la existencia de gran variedad de climas distribuidos a todo lo largo de Chile. La pluviosidad cubre una amplia gama de regímenes, desde el desierto más árido del planeta, ubicado en el norte de Chile, hasta regiones donde se reciben 5m. o incluso más, de lluvia al año (Fig. 4.1). En segundo lugar, un papel no menos importante en la variación pluviométrica, pero ahora en dirección hacia el este, lo cumple la Cordillera de los Andes, provocando aumentos en la pluviosidad cada vez que el relieve obliga a las masas de aire ascender, y disminución de precipitaciones, en aquellas regiones a sotavento, donde el aire debe descender.

Es así como la referida extensión latitudinal de Chile, originará tres grandes dominios climáticos en el país: el extremo norte, el extremo sur y la región intermedia.

Los extremos climáticos árido, húmedo y su transición El desierto ubicado entre la faja costera y el sector andino, y desde el límite con el Perú por el norte hasta los 30° Lat. Sur, se caracteriza por una aridez extrema que sólo encontramos atenuada en su límite sur. Los rasgos dominantes de este desierto, sin par en el mundo, son la ausencia completa de toda vegetación y la claridad extraordinaria de los cielos a través de los cuales

resalta un paisaje compuesto de tonalidades rojizas-café-pardas. Existen algunos cursos de agua originados en el deshielo cordillerano, pero son escasos, de breve extensión o duración y altamente salinos. Ellos labran cauces profundos y angostos en las planicies. La intensa radiación solar diurna eleva la temperatura de rocas, arenas y del aire vecino, los que luego se enfrían rápidamente en la noche por emisión de radiación infrarroja, a través de un aire limpio y seco. Las raras ocasiones en que caen algunas precipitaciones son erráticas. Tales lluvias, sin embargo, lejos de producir beneficios, son desastrosas por su alto poder erosivo y suelen ocasionar avenidas de barro y piedra, capaces de interrumpir vías de comunicación y destruir viviendas.

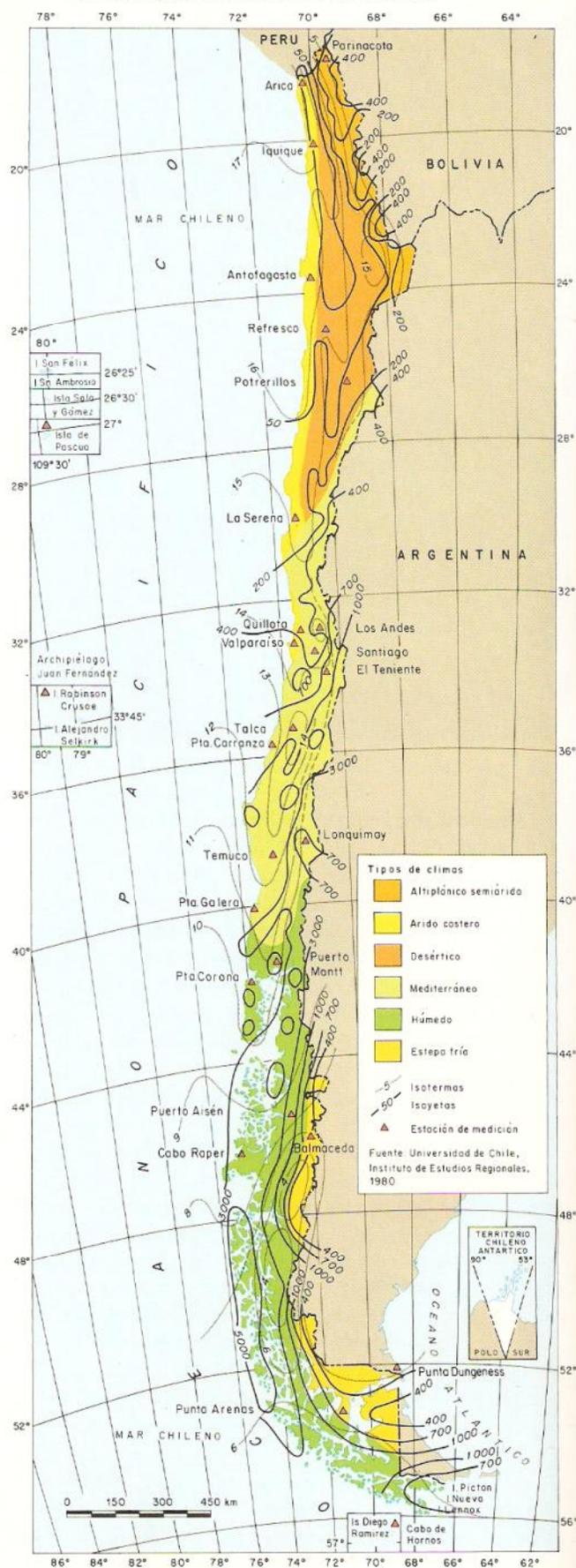
El extremo sur del país presenta una situación tan distinta como opuesta a la anterior. En efecto, en el sector insular de la XI Región (Aisén), los días totalmente cubiertos superan los 20 por mes y prácticamente se desconocen días despejados. La pluviosidad mantiene aquí, a lo largo del año, cifras superiores a los 250mm. mensuales, lo que se hace efectivo en todo aquel amplio sector comprendido entre los 45° y 50° Lat. Sur. Los vientos, con velocidades superiores a 60km/h., ocurren en uno de cada cinco días, no siendo frecuente que sus velocidades bajen de 40km/h.

Entre los dos extremos descritos, uno árido y otro húmedo, se desarrolla una región de transición en la cual los meses cálidos vienen acompañados de una ausencia total o parcial de precipitaciones y, en cambio, los meses fríos traen las lluvias. Este clima, del tipo llamado mediterráneo, se presenta en la región central del país, desde La Serena a Puerto Montt, abarcando gran parte de la zona más rica de Chile desde el punto de vista agrícola y donde está concentrada la mayor parte de su población.

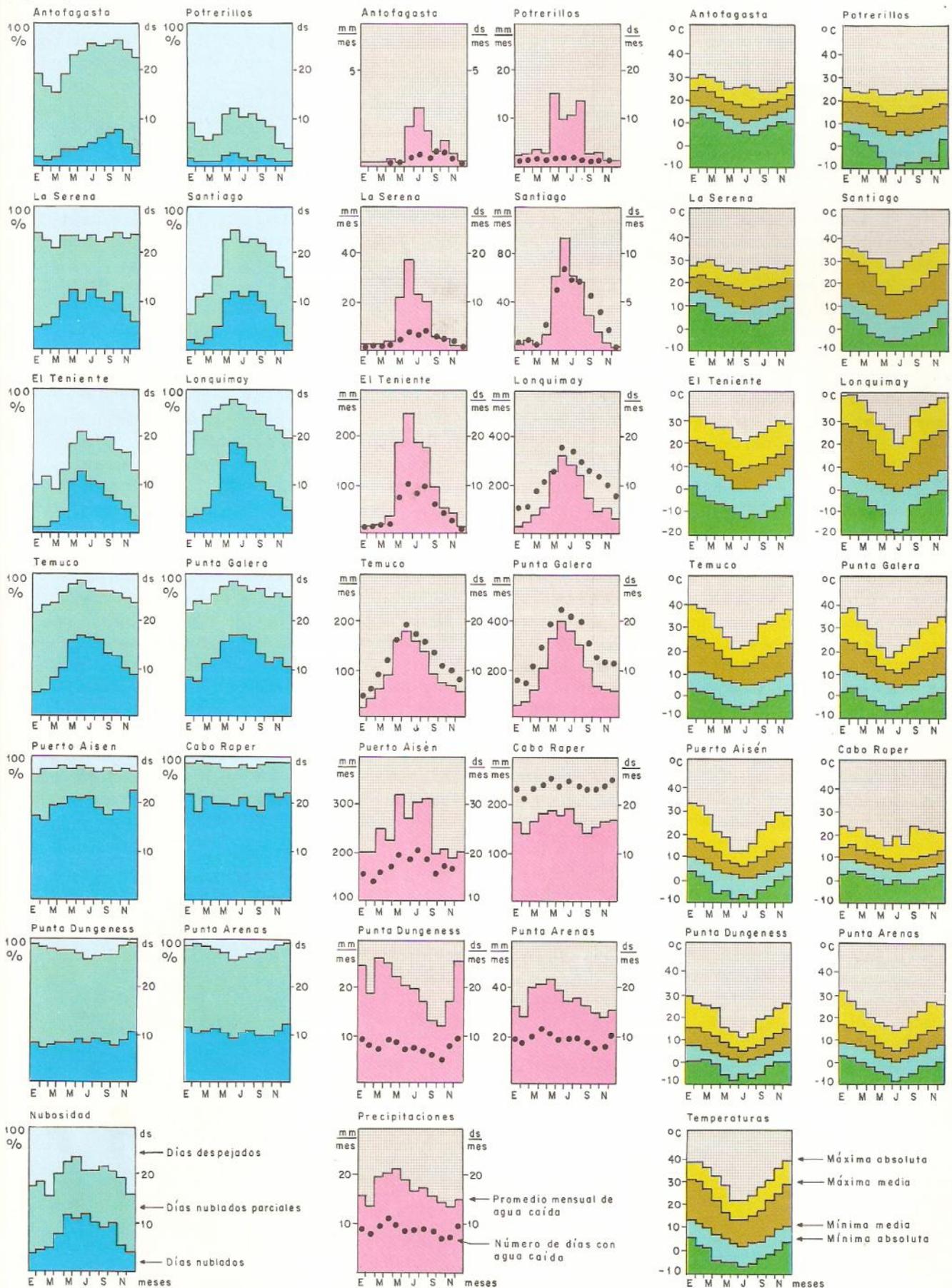
El mar como modificador del clima A su gran extensión latitudinal, Chile opone un breve desarrollo meridional, a tal punto que no existe un lugar del territorio que diste más de 330km. del mar. Sin embargo, aunque el océano no se encuentra muy alejado, su efecto atemperador no se propaga fácilmente hacia el interior, debido, por un lado, al relieve montañoso que se orienta en forma paralela a la costa y que limita su influencia; como a la presencia de una inversión de temperatura en la mitad norte del país, la cual igualmente, impide que la influencia marina se propague verticalmente. No obstante, existe una angosta faja costera cuyo clima está fuertemente afectado por el océano, por lo cual es importante que consideremos algunas peculiaridades del mar vecino.

El mar de Chile forma parte del océano más extenso del globo, cuyas aguas australes se mueven de oeste a este, circundando el continente antártico. Parte de ellas se deflectan hacia el norte, frente a la costa chilena, originando una corriente ancha y lenta de aguas frías que se conoce como *Corriente de Humboldt* o del Perú. Progresando en la dirección norte, sus aguas alcanzan latitudes donde el arrastre de vientos del sur y suroeste generan una surgencia de aguas semiprofundas con

Fig. 4.1 Regímenes de lluvia, nubosidad y térmicos: isoyetas anuales y temperaturas medias anuales



(Fig. 4.1)



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor. 1980.

temperaturas menores que las superficiales. Así, a la frialdad de su origen polar se agrega la de surgencia, lo que confiere una marcada homogeneidad térmica al litoral: su temperatura disminuye a razón de 0.5°C por grado de latitud, aproximadamente. Sin embargo, hacia el interior continental esta característica se pierde, en virtud de las rápidas variaciones de temperatura que impone el relieve a través de una acción obstructiva a la propagación de la influencia marina y a la disminución de temperaturas que conlleva el incremento de altitud.

En la atmósfera libre (lejos de la superficie), la temperatura disminuye a razón de unos 7°C por cada kilómetro, pero cerca del suelo la disminución se altera y puede llegar a ser reemplazada por un aumento, como sucede en Antofagasta, entre los 800 y 2.000m. (Fig. 4.2). Tal condición corresponde a una inversión del perfil de temperatura o simplemente inversión. Cerca del suelo, el régimen de temperatura está determinado por los flujos radiativos y la exposición del lugar, por lo que un ascenso del relieve no conduce a variaciones térmicas análogas a las de la atmósfera libre. Sin embargo, la comparación de valores climatológicos de temperaturas de estaciones con diferente altitud, confirman, en general, una disminución del orden de 6°C por kilómetro, lo cual implica valores bajo cero en las cumbres andinas. Cuando se estudia, por ejemplo, la variación latitudinal del borde inferior de glaciares y la posición de la isoterma cero en enero y julio, se puede concluir que Chile ocupa un intervalo de latitud en que la temperatura cae rápidamente, aproximándose la isoterma cero a la superficie (Fig. 4.3). Simultáneamente, los glaciares que no descienden de 6.000m. a los 30° S. de latitud, extienden sus frentes hasta llegar, en Aisén, al océano mismo, lo que sucede a los 48° S. de latitud.

Influencia climática de la Cordillera de Los Andes La presencia de la Cordillera de Los Andes trae también consecuencias importantes para el clima de Chile. Ya se ha mencionado su papel como agente

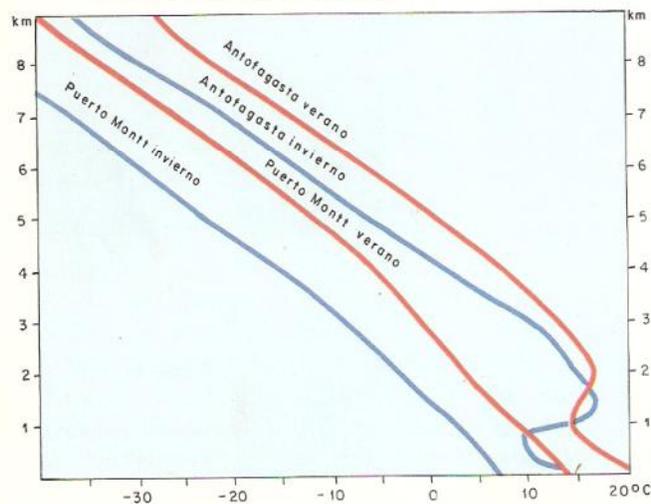
intensificador de las precipitaciones y las bajas temperaturas reinantes en sus sectores elevados. La asociación de ambas circunstancias permite la acumulación de nieve y hielos invernales que luego, al fundirse en primavera y verano, aportan el agua necesaria para sostener la actividad agrícola del centro del país. Pero la misma cordillera es, al menos parcialmente, responsable de la marcada aridez que afecta al norte del país, ya que su presencia es causa de la continuidad de condiciones anticiclónicas en el Pacífico oriental y el consiguiente desvío de las tormentas hacia el sur. Así, entonces priva de precipitación al norte y acumula lluvia en la región austral. Por eso, las tormentas ciclónicas y sus frentes, que traen la lluvia a la mayor parte del país, se aproximan desde el océano con una trayectoria noroeste-suroeste más o menos acentuada.

La diferencia de alcance de los frentes en las estaciones cálida y fría provoca la sucesión de estaciones secas y húmedas de los climas mediterráneos. En casos específicos, la velocidad de avance del frente y su alcance hacia latitudes bajas diferirán notablemente. En los meses fríos (abril a octubre), los frentes activos alcanzan a los 28° Lat. Sur, pero en los meses de verano este límite desciende a unos 35° Lat. Sur, aproximadamente (Fig. 4.4).

Por último, las depresiones identificadas por el extremo sur de las líneas frontales, o por sus aristas, buscan los sectores bajos del cordón andino para cruzar hacia el Atlántico. De preferencia lo hacen por el Canal de Drake, o por el extremo del cono continental determinando así un aumento de las precipitaciones hacia el sur.

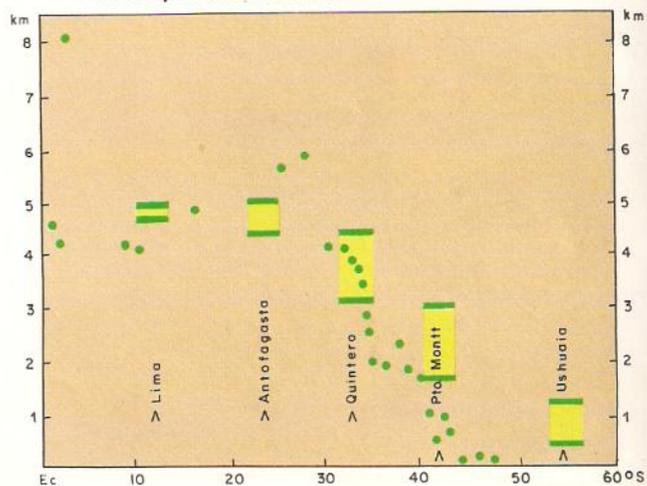
Tres grandes regiones climáticas y dos sub-regiones Según lo expuesto, es conveniente dividir el país en tres grandes regiones climáticas: una árida, que se desarrolla desde el límite con Perú hasta los 30° Lat. Sur aproximadamente; otra en la cual se alterna de una estación seca y cálida con otra fría y húmeda que alcanza hasta los 40° Lat. Sur, y luego, una tercera, donde no existe estación seca. A este simple esquema, escapan el

Fig. 4.2 Variación media de la temperatura según altitud en la atmósfera libre sobre Antofagasta y Puerto Montt en las estaciones extremas del año



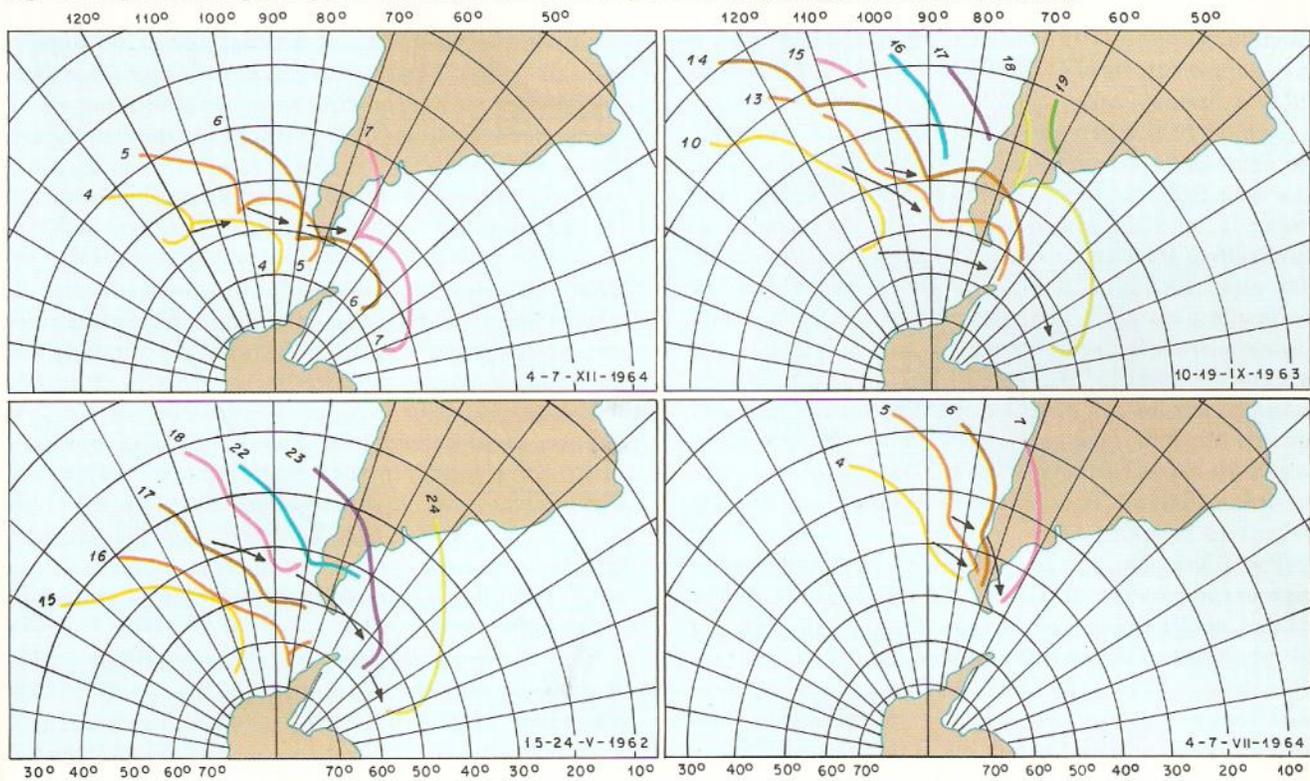
Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor, 1980.

Fig. 4.3 Altitud del borde inferior de los glaciares andinos e intervalo de altitud dentro del que se encuentra el nivel de temperatura 0°C durante el año



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor, 1980.

Fig. 4.4 Trayectorias seguidas por los frentes, individualizadas por las fechas, en cuatro casos seleccionados



1) Las depresiones se ubican en los vértices o extremos orientales de las líneas frontales.

Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor, 1980.

altiplano del extremo norte y el sector transcordillerano del extremo sur. En el primero, la actividad convectiva de verano es capaz de producir entre 100 y 300mm. de precipitación, en contraste con la ausencia total de lluvia del desierto vecino. Esta es la única región del país donde la estación cálida trae las lluvias. En la región austral, donde el país logra un desarrollo trasandino, la sombra pluviométrica de la cordillera genera una zona semiárida de sotavento cuya precipitación cae por debajo de los 500mm. anuales, asociando bajas temperaturas con deficiencias hídricas y dando lugar a la estepa fría magallánica.

En resumen, en el país reconocemos tres grandes regiones climáticas y dos subregiones que escapan a sus dominios. A continuación, se describirán sus rasgos y variaciones más notables en orden geográfico de norte a sur.

Climas áridos Como ya se mencionó, el ámbito de los climas áridos, se extiende desde el límite norte del país, hasta una latitud aproximada a los 30 grados sur, más o menos a la altura de La Serena. Además, los climas áridos de esta región pueden ser subdivididos en tres tipos, de acuerdo a la zona geográfica que comprenden: el clima de la región interior, de la franja costera y de la región de la Cordillera de Los Andes, todos los cuales alcanzan, más o menos hasta los 30° Lat. Sur.

En primer lugar, la región interior, o de clima desértico típico, exhibe características extremas de aridez y se desarrolla entre las líneas de nivel 1.000 y 2.500m. Este clima se puede distinguir por sus cielos limpios, su gran sequedad atmosférica, sus fuertes oscilaciones diarias de temperatura y por su carencia casi absoluta de precipita-

ciones, lo cual hace inhóspita a esta zona.

El área geográfica comprendida por este clima puede situarse desde el límite norte del país hasta el interior de Vallenar. Aunque es conveniente fijar una distinción entre el sector septentrional más árido y el sector comprendido entre Copiapó y Vallenar, que puede considerarse como un sector desértico marginal.

A esta región no alcanza la humedad del mar, restringida a niveles bajo los 1.000m. por la inversión de temperatura, producto del descenso anticiclónico del aire, e ilustrada para el caso de Antofagasta en la Fig. 4.2. Tampoco se ve afectada por la actividad convectiva estival del sector altiplánico—que se desarrolla al este—ni por la actividad frontal, propia de latitudes más avanzadas. Hasta ahora, dentro de esta región, no se encuentran estaciones climatológicas con registro prolongado. En su parte austral, se cuenta con las observaciones de Refresco (25°19'S, 60°52'W, 1.850m.) que, aunque incompletas, ilustran un régimen térmico de marcado contraste diario, con menos de 100mm. de precipitación anual y alrededor de 24 días despejados por mes. Sin embargo, hacia el sector norte, estas condiciones de aridez se acentúan.

En segundo lugar, desde Arica hasta el valle de Elqui, encontramos un clima desértico costero en una angosta faja paralela al mar y que no penetra más allá de la Cordillera de la Costa. Este núcleo árido goza de frecuentes nublados, pero es igualmente seco en términos de agua caída.

La proximidad del mar restringe las amplitudes termométricas diarias y la humedad relativa alcanza

valores entre 70 y 100%. Este grupo está abundantemente ilustrado por las estaciones de Antofagasta y La Serena que cubren su extensión latitudinal. A lo largo de ella, el cambio más notable es el aumento de las precipitaciones invernales en su extremo sur donde La Serena recibe 120mm. al año. Este clima se caracteriza por una frecuente nubosidad, tipo estratocúmulo, que cubre la costa durante la noche y que, típicamente, se interrumpe antes de mediodía para retornar al atardecer. La capa de nubes se ubica inmediatamente bajo la inversión y da lugar a espesas neblinas (camanchacas) donde el relieve la intersecta. En algunos puntos, su aporte de humedad ha permitido la conservación de bosques relictos con especies que demandan 2.000mm/año en un clima que sólo recibe 150mm. por año. En la región de los valles transversales, 26° a 32° Lat. Sur, esta variedad climática se extiende hacia el interior cuando el relieve lo permite.

Por último, hacia la Cordillera de Los Andes, encontramos la tercera variedad de clima árido. En él, la aridez se ve mitigada por las lluvias estivales del altiplano en el sector norte hasta unos 23° de latitud. Parinacota (18°11'S, 69°17'W, 4.393m.) ilustra este tipo de clima, con una amplia variación diaria del termómetro y 280mm. de agua que caen concentrados entre enero, febrero y marzo. La ocurrencia casi diaria de días con precipitación en estos meses es evidencia de su origen convectivo. Más al sur, la lluvia pasa a ser invernal, y se origina en la intensificación orográfica del ocasional paso de los frentes; Potrerillos (26°30'S, 69°27'W, 2.850m.) sirve de ejemplo. Aquí, los 62mm. precipitan en los meses invernales, lo que corresponde, en promedio, a una tormenta por mes. El alto número de días despejados en Potrerillos es otra consecuencia de la escasez del paso de los frentes.

Climas mediterráneos Este grupo de climas tiene como rasgo común la ocurrencia de una estación seca alternada con una fría lluviosa. La zona compendida por estos climas abarca desde la latitud de La Serena hasta los alrededores del paralelo 40° S., en la región de Puerto Montt.

Los climas mediterráneos se caracterizan por un incremento rápido de la precipitación costera que comienza alrededor de la latitud de La Serena y va aumentando hacia el sur, como ilustran las observaciones de Valparaíso, Punta Carranza (35°36'S, 72°38'W, 30m.) y Punta Galera con 463, 824 y 1.932mm. de precipitación en el año, respectivamente. Al mismo tiempo, y a medida que se va avanzando hacia el sur, la estación seca se desdibuja y ya en Valdivia resulta difícil hablar de algún mes seco, si en éste se reciben 60mm. de precipitación en 13 días de lluvia. No obstante, el hecho decisivo a este respecto, es que al sur de Puerto Montt pierde absolutamente nitidez la concentración invernal de precipitaciones. Esta circunstancia permite fijar en la zona de Puerto Montt, alrededor del paralelo 40° S., la separación entre los climas mediterráneos y los climas lluviosos, que se extenderán más al sur del paralelo 40° S.

Los climas mediterráneos se presentan también con variantes costera, andina e interior. La influencia

orográfica materializada en una Cordillera de la Costa, un Valle Longitudinal y el cordón andino, da lugar a estas tres variedades de clima; los dos últimos difieren de los costeros en una amplitud térmica diaria mayor, lo que se puede ilustrar por la comparación de Temuco con Punta Galera.

Los climas mediterráneos del sector andino, podemos encontrarlos representados por El Teniente (34°06'S, 70°22'W, 2.134m.) y Lonquimay (38°26'S, 71°15'W, 900m.); el primero en ladera y el segundo en un valle encajonado. En ellos se observa un mayor contraste térmico particularmente en los valles y un marcado aumento de la precipitación en relación a estaciones próximas del Valle Central. Desde la costa hacia el interior, en el sector norte, la nubosidad estival disminuye, pero hacia el sur esta diferencia desaparece. Simultáneamente, el número de días con lluvia va aumentando hacia el sur—reflejando con ello la mayor frecuencia con que aparecen los sistemas frontales—y ya en Temuco, los meses invernales tienen más de 15 días con precipitación medible.

Climas lluviosos Al sur de Puerto Montt y a lo largo del litoral, donde el número de días con precipitación se aproxima o excede los 2.000mm. de lluvia al año, se extienden los climas lluviosos, abarcando tanto el continente en su franja marítima, como las islas. Las precipitaciones por encima de los 2.000mm. quedan ilustradas por las estaciones de Punta Corona (41°47'S, 73°52'W, 56m.), Cabo Raper (46°50'S, 75°35'W, 40m.) y Evangelistas (52°24'S, 75°06'W, 55m.) con 2.149, 2.032 y 2.678mm. de precipitación al año, respectivamente. Sin embargo, la acción del relieve aumenta rápidamente las sumas pluviométricas, llevándolas por encima de los 3.000mm. en la mayor parte del sector insular. Los registros mayores se han obtenido en Isla Guarello (50°21'S, 75°21'W, 15m.) donde en 9 años de recolección se han medido, en promedio, alrededor de 7.000mm/año. El número de días nublados es, consecuentemente, muy alto, entre 20 y 25 días/mes.

Hacia el extremo sur de estos climas lluviosos, las precipitaciones disminuyen. El máximo absoluto pluviométrico se sitúa entre los 48° y 53° Lat. Sur, correspondiendo a la frecuencia máxima de pasos frontales. La suma pluviométrica se distribuye parejamente en monto y frecuencia a lo largo de los 12 meses.

A sotavento de las cumbres, se manifiesta el consabido descenso de la pluviosidad que ejemplifican Balmaceda (45°54'S, 71°43'W, 520m.), Puerto Bories (51°42'S, 72°31'W, 22m.), Punta Arenas e Isla Navarino (55°10'S, 67°30'W, 8m.) con 688, 304, 416 y 451mm., respectivamente. Con ello se da lugar a una región semiárida fría en Magallanes, y a los primeros esbozos áridos que lograrán su plena manifestación en la Pampa Argentina.

Climas de ultramar Podemos contar entre éstos a los del territorio antártico, del Archipiélago Juan Fernández y de la Isla de Pascua.

Los distintos climas antárticos tienen en común sus bajas temperaturas, pero difieren en otros aspectos. En la meseta interior se manifiesta una desmesurada diferencia de temperatura entre los meses de sol alto y los de noche

polar. En la estación Polo Sur estos valores son -28°C y -60°C ; la precipitación es escasa y difícil de medir. Dominan cielos despejados con vientos moderados y se forman masas de aire extremadamente frío, las cuales se mueven hacia la periferia de la meseta para descender violentamente por sus laderas.

En la Península Antártica, en cambio, las condiciones climáticas son muy diferentes en sus dos vertientes. Su lado occidental presenta características marítimas pero en el costado oriental, donde el hielo cubre el océano todo el año, el clima muestra, por oposición, un comportamiento continental. La estación Eights ($75^{\circ}14'\text{S}$, $77^{\circ}10'\text{W}$, 421m.), ubicada sobre la península, registra una oscilación térmica entre -10°C alcanzados en enero y -36°C medidos en agosto. En precipitación acumula 286cm. de nieve, 300mm. de lluvia aproximadamente, que caen con alguna preferencia en los meses de verano. El rigor del clima se suaviza, a medida que el territorio se distancia de la masa continental. En las últimas islas que rodean la Península, Isla Decepción ($62^{\circ}59'\text{S}$, $60^{\circ}43'\text{W}$, 8m.) se mide 1°C en el mes de enero y -8°C en julio y agosto; su precipitación anual totaliza casi 400mm., que caen con preferencia en los meses de verano. Estas latitudes presentan la nubosidad más persistente del hemisferio.

El archipiélago Juan Fernández ($33^{\circ}37'\text{S}$, $78^{\circ}50'\text{W}$) posee un clima muy parecido al de la costa central, salvo en dos aspectos: primero, su pluviosidad es sensiblemente mayor con 961mm. al año; y segundo, la cobertura de estratocúmulos es más persistente, siendo raros los días despejados.

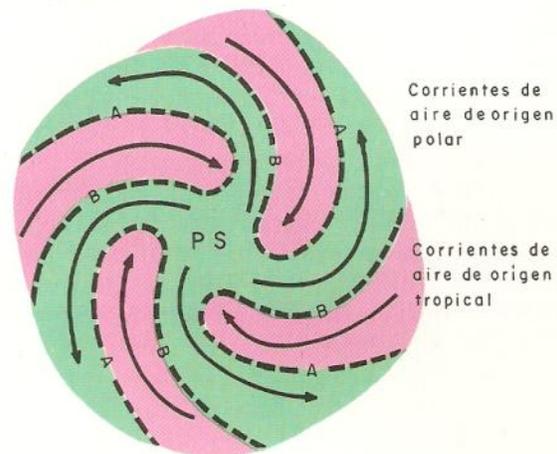
Por último, Isla de Pascua ($27^{\circ}10'\text{S}$, $109^{\circ}26'\text{W}$), ubicada muy distante del continente, ofrece un clima casi tropical. Sus temperaturas medias mensuales oscilan entre 23° y 18°C medidas en febrero y julio, respectivamente. Su pluviómetro recibe 1.050mm. que caen regularmente distribuidos en el año, con una leve preferencia por los meses de otoño.

Dinámica de la atmósfera en los climas de Chile

Los distintos climas de Chile se explican, adicionalmente, por procesos dinámicos de la atmósfera a los cuales debemos hacer referencia ahora para conocer como se gestan. Ya hemos visto que los factores determinantes de los distintos climas de Chile son fundamentalmente dos: primero, el comportamiento del anticiclón del Pacífico Oriental y, segundo, la actividad de los frentes en latitudes extratropicales, desde el grado 30 hasta el Polo. Aludiremos brevemente el mecanismo de ambos procesos en las páginas siguientes.

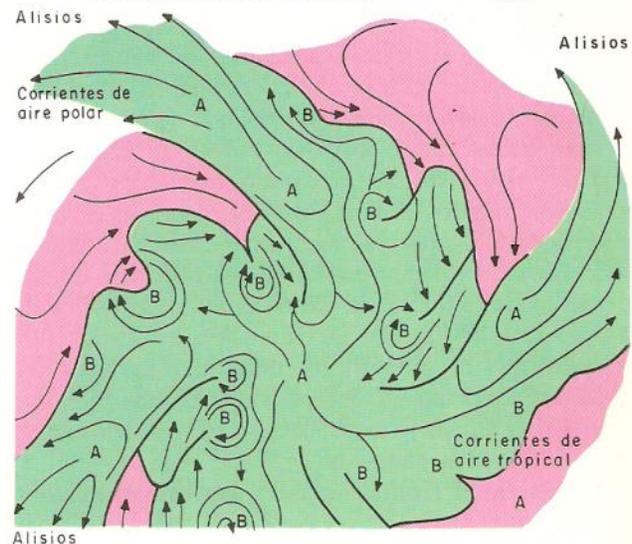
Los dos procesos atmosféricos mencionados, anticiclón y actividad frontal en latitudes altas, están originados por un principio fundamental que gobierna los movimientos atmosféricos: el transporte de energía. La diferencia de calentamiento solar entre las regiones tropicales y las regiones polares determina que las primeras reciban un exceso de energía y que, en cambio, las segundas adolezcan de ella. En consecuencia, la atmósfera y los océanos—para mantener las temperaturas del planeta—deberán transportar calor desde las regiones tropicales a las polares. Es de esta manera cómo

Fig. 4.5 Esquema simplificado de corrientes de aire de origen tropical y polar yuxtapuestas en el proceso de intercambio meridional de masas de aire



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor. 1980.

Fig. 4.6 Esquema de corrientes de aire tropical y polares con familias de depresiones (B) y anticiclones (A)



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor. 1980.

la atmósfera entra en movimiento constante.

Tales procesos de transporte atmosférico determinan los climas chilenos y se llevan a cabo a través de dos sistemas dinámicos diferentes. El primero se realiza mediante una celda convectiva, con ascenso de aire cálido en las regiones próximas a Ecuador, y descenso de aire más frío en latitudes vecinas a los paralelos 30° Norte y 30° Sur; lo que origina el anticiclón subtropical del Pacífico Oriental. El segundo sistema, en cambio, se basa en la alternancia o entrecruzamiento de corrientes de aire frío y cálido. El aire frío se desplaza desde el Polo hacia el Ecuador, en tanto el aire cálido avanza en sentido contrario, desde las regiones tropicales hacia el Polo. Dentro de esto, los frentes no son más que regiones limítrofes que separan masas de aire con distintas características térmicas (Fig. 4.5).

Mecanismo del anticiclón del Pacífico Oriental

El mecanismo a través del cual se gesta el anticiclón del

Pacífico Oriental, deriva de la gran cantidad de energía que reciben las regiones tropicales. El aire caliente, más liviano, se eleva. La ascensión de las masas de aire cálido ocurrirá en las regiones próximas a Ecuador, luego descenderán debido al enfriamiento que han experimentado en las capas superiores de la atmósfera, lo que se producirá en latitudes vecinas a los paralelos 30° Norte y Sur. En esta región, tiene lugar la formación de sistemas anticiclónicos cerca de la superficie del mar. Tales sistemas anticiclónicos migran hacia el este—aquéllos del Pacífico Sur lo harán hacia América—, pero al aproximarse al continente, su velocidad de avance se reduce y se tornan semiestacionarios hasta desaparecer. Esta región recibe, pues, una serie ininterrumpida de estos sistemas que se manifiestan en forma permanente sobre el área comprendida entre los paralelos 20° y 35° Sur aproximadamente. Tal es el origen de la región anticiclónica subtropical del Pacífico Oriental. La presencia de estos anticiclones es continua, tanto por la inmovilidad que adquieren, como porque la distribución de energía en el planeta obliga a que haya siempre masas de aire descendiendo sobre esta región. La aparición ininterrumpida de los anticiclones determinarán, entonces, condiciones climáticas estables en la zona y con ello, la aridez del norte de Chile será también constante. A lo anterior hay que sumar la presencia de la Cordillera de Los Andes que contribuye a frenar y con ello a acumular sucesivos sistemas anticiclónicos en el área. Debemos insistir, sin embargo, que el origen de estos sistemas radica principalmente en la circulación atmosférica tropical y de ahí que su existencia misma no esté determinada tanto por la presencia de la Cordillera de Los Andes o la Corriente de Humboldt. No obstante, de no existir estos últimos, los desplazamientos de los sistemas anticiclónicos se volverían entonces, seguramente, más fluidos y con ello la aridez del norte de Chile se vería también atenuada.

La actividad frontal en latitudes extratropicales

El segundo proceso de transporte de calor hacia las regiones frías, ocurre mediante un proceso totalmente diferente al de la celda convectiva de las latitudes tropicales que hemos visto, y que supone una ascensión de aire caliente y su posterior descenso enfriado, originando el mecanismo anticiclónico ya comentado.

Este segundo sistema, propio de latitudes tropicales y que determina la existencia de los climas mediterráneos y lluviosos de Chile, se lleva a cabo mediante corrientes de aire frío de origen polar que avanzan hacia el Ecuador y se alternan, una al lado de la otra, con corrientes tropicales que se desplazan hacia el Polo. Sin embargo, este segundo sistema dinámico se encuentra fuertemente afectado por la influencia de la rotación terrestre sobre los movimientos atmosféricos. En efecto, la influencia de la rotación terrestre sobre los movimientos de la atmósfera comienza a hacerse muy importante alrededor de los 30° Lat. Sur y afecta el ya comentado sistema de entrecruzamiento de corrientes de aire frío y cálido. Así, la rotación terrestre produce una desviación en la trayectoria de ambas corrientes: las cálidas se desvían hacia el este y las polares hacia el oeste, esto es, cada una

se desvía hacia su izquierda. Entre una corriente fría y la cálida, inmediatamente al este, aparecen regiones de bajas presiones que toman la forma de una cadena de depresiones, frecuentemente denominadas familias de depresiones. La nubosidad y la lluvia, que afectan a Chile desde los 30° Lat. Sur hasta el Polo, se asocian a estas depresiones.

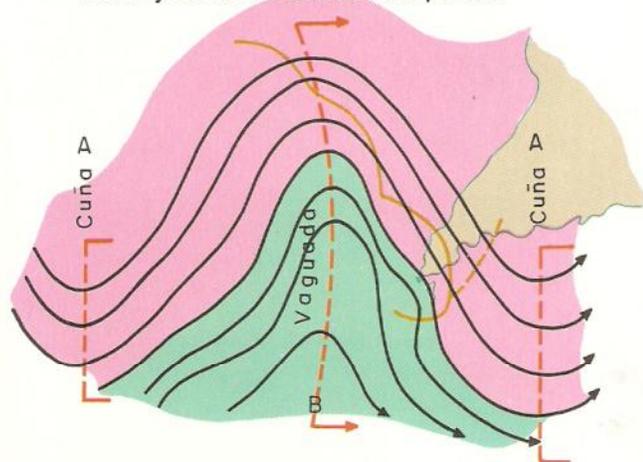
En el proceso descrito, se transforma energía potencial en energía cinética (viento), pues en estas depresiones el aire cálido es rechazado hacia niveles altos de la atmósfera por las masas frías, que se mantienen adheridas a la superficie gracias a su mayor densidad. Por este proceso, se mantienen también las grandes circulaciones a niveles superiores de la atmósfera (Fig. 4.6).

Familias de depresiones y ondas superiores El avance y trayectoria de las familias de depresiones—que nos explica cuáles regiones y en qué momento se verán afectadas por la nubosidad y la lluvia—se encuentra gobernado por procesos de circulación del aire en niveles superiores de la atmósfera, más precisamente, entre 4 y 10km. La circulación del aire en estas alturas, toma formas mucho más suaves que cerca de la superficie y se realiza a merced de grandes ondas que se mueven lentamente hacia el Este (Fig. 4.7). A través de ellas, circula el aire mucho más velozmente, describiendo *meandros*. La velocidad de las corrientes alcanza un máximo en la parte central de la gran onda, región que se denomina *corrientes en chorro*; y separa el aire tropical al sur, del aire tropical al norte.

Como el aire tropical y el polar en el interior de las grandes ondas describen la ya aludida circulación en forma de *meandros*, habrá zonas en que el aire tropical se acercará más que en ninguna otra parte a latitudes polares; y otro tanto sucede con el aire polar, que tendrá una zona de acercamiento máximo a latitudes tropicales. A la primera zona se la denomina *cuña* y a la segunda, *vaguada*. En la cuña, el aire tropical ha invadido realmente latitudes polares, y en la vaguada es el aire polar el que invade latitudes tropicales. La importancia que tiene conocer estos flujos de aire que ocurren a niveles superiores de la atmósfera, es que ellos guían y dirigen, tanto a las familias de depresiones, como a las depresiones individuales, pues las familias de depresiones aparecen siempre asociadas sólo con la región oriental de las vaguadas y su movimiento de avance lo dirige el flujo superior en la dirección noroeste a sureste. Por su parte, el desplazamiento en latitud de los sistemas de ondas superiores, determina la aparición de la nubosidad y la lluvia en la región de Chile, situada al sur de los 30° Lat. Sur.

Dinámica atmosférica de las estaciones seca y lluviosa Tanto la estación cálida y seca de los climas de Chile, como la lluviosa, se originan, igualmente, en el principio del transporte atmosférico de energía que ya hemos analizado. La diferencia entre ambas estaciones deriva, por un lado, de la posición alcanzada por la celda convectiva tropical; y por otro, del hecho que durante el verano, el intercambio de masas de aire es moderado y menos enérgico, a diferencia del invierno cuando se activa y hace rápido.

Fig. 4.7 Relación entre ondas en el aire superior, las depresiones y sus frentes cerca de la superficie



Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Estudios Regionales, basado en antecedentes proporcionados por el autor. 1980.

En la estación de verano del hemisferio sur, el sol está iluminando preferentemente alguna latitud entre 0 y 23° S., aunque también ilumina el Polo. Aquí, el bajo ángulo de incidencia solar se compensa con la larga exposición. De modo que las diferencias de energía por compensar —originadas sólo en la diversa reflectividad de la superficie— no son muy marcadas y las circulaciones serán menos enérgicas. Esto conduce a que el intercambio de masas de aire sea moderado y los frentes no lleguen a latitudes bajas. Además, la celda tropical, aunque debilitada, se encuentra desplazada algo al sur, extendiendo su dominio hacia latitudes mayores. Así se genera la estación cálida y seca de los climas del centro de Chile.

En los meses de invierno, en cambio, el sol ilumina preferentemente el hemisferio norte, y el polo sur carece del todo de radiación solar. Entonces, las diferencias de energía por compensar son grandes y las circulaciones se activarán consecuentemente. La circulación celular tropical será más intensa, pero se hallará desplazada hacia el norte. El intercambio de masas de aire será enérgico y los frentes cubrirán un intervalo mayor de latitud. De esta manera habrá un paso más frecuente de frentes en el Norte Chico y se harán también más frecuentes en Chile Central.

Continua evolución del clima El clima, entendido como el tiempo atmosférico experimentado en un lugar a través de muchos años, es el resultado de complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos, la criósfera (hielos), la biósfera y la litósfera, que son gobernados por la energía solar recibida. Hoy día reconocemos que el clima ha estado en evolución continua en el pasado y aceptamos que seguramente seguirá cambiando.

Debido a que en el sistema climático intervienen componentes que evolucionan a través de intervalos de tiempo muy dispares, sus variaciones abarcan períodos, que van desde la evolución planetaria hasta las variaciones diarias. Sin embargo, las evoluciones más rápidas son las más relevantes para nuestra supervivencia, por lo que, reconociendo la existencia de fluctuaciones de mayor período, nos reduciremos a las observadas en los últimos 20.000 años, momento en que culmina la última

glaciación.

Hace 18.000 años, las nieves y hielos cubrían el actual territorio nacional desde unos 30° al sur y se extendían mucho más al norte a lo largo del macizo andino. Las temperaturas de las aguas del litoral eran alrededor de 6°C más bajas que las actuales y el paso de Drake se hallaba reducido por la expansión de los hielos antárticos. Las anomalías térmicas en la zona de Llanquihue y Aisén han sido estimadas en 5°C. La salida desde el período glacial a uno cálido y seco, de breve duración (12.000 a 11.000 A.C.) hace que la estepa se extienda sobre Tierra del Fuego, las temperaturas en Aisén aumenten en alrededor de 4°C y el centro del país goce de un clima más seco que el actual. Sigue un brusco enfriamiento que hace retornar las condiciones glaciales por un corto lapso, para luego entrar en óptimo climático, que se prolonga entre 9.000 y 3.000 años A.C., afectando simultáneamente el centro y extremo sur del país y extendiéndose al Continente Antártico, cuya periferia goza de temperaturas que superan en 2 ó 3°C las actuales. En la primera parte de este óptimo dominan los bosques en Tierra del Fuego; pero luego retroceden, compartiendo el terreno con las gramíneas esteparias.

Era climática actual La era actual se inicia con un enfriamiento que afecta desde Chile Central a la Antártida.

En el extremo austral de América hay evidencias de la frecuente visita de depresiones, por lo que su ruta parece haberse desplazado algo hacia el norte. Entre los años 1000 y 1200, se alcanza un óptimo climático secundario que hace retornar las condiciones áridas al cono sur del continente. La Edad Media, en el hemisferio norte, se caracteriza por un empeoramiento de las condiciones térmicas. Esto es lo que se ha dado en llamar la Pequeña Edad de Hielo, aunque su intensidad no se puede comparar con la de la última glaciación. Sin embargo, el hemisferio sur parece haber escapado a esta época fría hasta 1800. Entre 1760 y 1830, el borde de hielo antártico parece desplazarse algo al sur de su actual posición. Entre 1830 y 1900, la zona lluviosa y la ruta de las depresiones se mueven hacia el norte, los glaciares andinos avanzan apreciablemente y en los mares del sur se dan años con frecuente hielo. Desde 1900, la temperatura de la zona templada se ha estado elevando; pero, en el sector antártico, el ascenso comenzó más tarde. Entre 1900 y 1915, la región anticiclónica se hallaba desplazada 2 ó 3 grados al norte de su posición actual y la ruta depresionaria se ubicaba a 48° Lat. Sur, la menor latitud que se le conoce. Posteriormente, el anticiclón subtropical ha ido aumentando su latitud y las precipitaciones del sector central semiárido, decreciendo. No obstante, la disminución experimentada en La Serena, de 150 a 90mm/año entre 1900 y 1970, o, en Santiago, de 380 a 260mm/año entre 1925 y 1970, parecen modestas comparadas con las cifras que se hubiesen obtenido en las grandes sequías de la Colonia (c.a. 1775), a juzgar por las crónicas de la época. Ello indica que los cambios que se están experimentando actualmente tienen antecedentes, y lejos de ser algo insólito, forman parte integrante del clima.



Bosque del Sur.

*“El sanguinario litre y el benéfico boldo
diseminan su estilo
en irritantes besos de animal esmeralda
o antología de agua oscura entre las piedras.*

*El chupón en la cima del árbol establece
su dentadura nívea
y el salvaje avellano construye su castillo
de páginas y gotas.*

*La altamisa y la chéptica rodean
los ojos del orégano
y el radiante laurel de la frontera
perfuma las lejanas intendencias.*

*Quila y quelenquelén de las mañanas.
Idioma frío de las fucsias,
que se va por las piedras tricolores
gritando viva Chile con la espuma!”*

PABLO NERUDA
("Botánica", en *Canto General*)

5. LAS ESPECIES FLORISTICAS

Inicio de las observaciones botánicas Las primeras observaciones botánicas de nuestro territorio datan de octubre de 1520, cuando Hernando de Magallanes descubrió el estrecho que hoy lleva su nombre. Cuentan las crónicas que la tripulación al bajar a tierra, encendió fuego con troncos de exquisito olor, que les recordó la canela. Por ello se piensa que la madera que recogieron los expedicionarios era la del canelo (*Drimys winteri*).

Luego Pedro de Valdivia, en 1542, durante su conquista, al atravesar la zona norte chilena, se extasió ante los cultivos de maíz (*Zea mays*), planta traída a Chile por los Incas.

Una de las primeras obras botánicas, aparece sólo en 1866; escrita en 1614 por el español Alonso González de Nájera, quien describe algunas plantas de cultivo y otras nativas, como la frutilla (*Fragaria chilensis*), el maqui (*Aristotelia chilensis*), el piñón (*Araucaria araucana*), la palma (*Jubaea chilensis*), etc.

En 1714, Fray Luis Feuillée, publica su obra **Journal des observations physiques, mathématiques et botaniques**, París; en la lámina N°40, aparece por primera vez dibujado un helecho chileno del género *Polypodium*; también le dio gran importancia a las plantas medicinales.

En 1717 se edita la obra de Frezier, titulada **Rélation du voyage de la Mer du Sud**.

Pero la primera expedición científica, en diciembre de

1767, fue la de Bougainville, cuyo médico y naturalista Commerson, colectó gran número de plantas del Sur de Chile. Estas fueron llevadas al Museo de Historia Natural de París. En 1777, el Rey Carlos III de España envió una expedición con la orden de colectar en el Nuevo Mundo; les correspondió estudiar las plantas de Perú y Chile a los botánicos Hipólito Ruiz López y José Antonio Pavón. Estos trabajos figuran en la obra **Florae peruvianae et chilensis prodromus**, la que data de 1794 y fue seguida por otros tres tomos, la **Florae peruvianae et chilensis** (1798–1802) donde se describen y dibujan gran número de especies nuevas, chilenas y peruanas.

En 1782, aparece en Bolonia, Italia, la obra del abate jesuita Juan Ignacio Molina González, chileno, el **Saggio sulla storia naturale del Chili**. Anteriormente, en 1776, Molina había escrito en forma anónima, el **Compendio della storia geografica, naturale e civile del Reyno de Chili**. En ellas se describe en forma brevísima un gran número de especies, como el boldo (*Peumus boldus*), el quinchamalí (*Quinchamalium chilense*), etc.

Nuevas expediciones científicas Continúan efectuándose nuevas expediciones científicas. Destaca el viaje de La Conquille en 1822–25 que trabajó principalmente en la zona de Concepción. Las colecciones fueron estudiadas por los botánicos D'Urville, Bory y Brongniart. Son de particular importancia los trabajos acerca de algas marinas chilenas.

Otra de las principales excursiones científicas, que comprendió la región de Concepción, Valparaíso y Coquimbo, fue la realizada por el capitán Beechey en 1825–28. Las plantas recolectadas fueron estudiadas por los botánicos William Jackson Hooker (inglés) y George Arnold Walker Arnott (escocés); el trabajo fue publicado en 1830–41.

De mucha importancia fue el viaje de los buques Adventure y Beagle, al mando de los capitanes Fitz-Roy y King, pues a su bordo viajaba el gran naturalista Charles Darwin. Esta expedición recorrió prácticamente todo el territorio chileno. Los estudios científicos fueron publicados en tres tomos **Narrative of the Surveying voyages of the Adventure and Beagle**. El segundo tomo corresponde a Chile (1839).

La más famosa expedición al Polo Sur fue la de John Clark Ross, en los buques Erebus y Terror, en 1839–43. Los estudios botánicos estuvieron a cargo de Joseph Dalton Hooker. La obra **Flora Antártica** es de 1847; el segundo tomo, es notable por sus diagnosis florísticas, pero, al parecer, Hooker no sólo estudió sus colecciones, sino que también consideró la de otros botánicos, como Banks, Darwin, Gaudichaud, etc.

En la expedición francesa de 1837–40 de Dumont D'Urville y los buques Astrolabe y la Zelée, los colectores fueron Jacquinot, Hombron y Le Guillou, aunque lo hicieron sistemáticamente sólo los dos primeros. Estos trabajos científicos se publicaron bajo el título **Voyage au Pole Sud**.

Entre 1828 y 1830, Carlos Bertero, naturalista italiano, colectó en las provincias centrales y en el archipiéla-

go Juan Fernández. En 1829, éste publicó en el **Mercurio Chileno** (diario) una lista de las plantas colectadas. Los herbarios que envió a Italia fueron estudiados por A. Colla, trabajos que se publicaron en 1834–36, bajo el título **Plantae rariores in regionibus chilensibus a Bertero nuper detectae**.

Claudio Gay y Rudolf A. Philippi en el siglo XIX Durante los albores de la independencia, los gobiernos chilenos se preocuparon de efectuar expediciones científicas, las que se vieron coronadas por el éxito, especialmente con los trabajos de don Claudio Gay, naturalista con estudios de farmacia, nacido en Francia. Gay exploró desde la provincia de Copiapó hasta Chiloé. En 1840 empezó los trabajos de estudios sistemáticos, para lo cual volvió a París y obtuvo la colaboración de jóvenes botánicos como Clos, Naudin, Rémy, Barnéoud, Richard, Desveaux, Montagne. La obra, en 28 tomos, se tituló **Historia física y política de Chile**, la parte botánica comprendió ocho tomos y se publicó en 1845–52.

Otro gran naturalista fue Rudolf Amandus Philippi. Nació en Berlín y llegó a Chile en 1851. Sus trabajos sistemáticos fueron generalmente publicados en revistas alemanas. Describió unas 3.000 especies. Sus mejores colaboradores fueron: Fonk, Geisse, Germain, Krause, Landbeck, Leybold, Volckmann y su hijo don Federico Philippi.

A don R. A. Philippi se debe el conocimiento de la flora de la cordillera de la costa valdiviana; flora de Juan Fernández, 1856; **Bemerkungen uber die Flora der Wuste Atacama**, 1857; **Estadística de la flora de Chile**, 1857; **Viaje al desierto de Atacama hecho por orden del Gobierno de Chile en el Verano de 1853–1854**, publicado en 1860; **Vegetation der Inseln San Ambrosio und San Félix**, 1870, etc.

En cuanto a don Federico Philippi, su obra principal es el **Catalogus plantarum vascularium chilensium**, 1881.

Numerosas expediciones extranjeras, continúan aportando nuevos conocimientos de nuestra flora.

Recordemos la *Mission scientifique du Cap Horn*, 1882–83. En 1887–91, vino la expedición procedente de Estados Unidos, en el barco Albatros, ocasión en que se colectó principalmente plantas criptógamas.

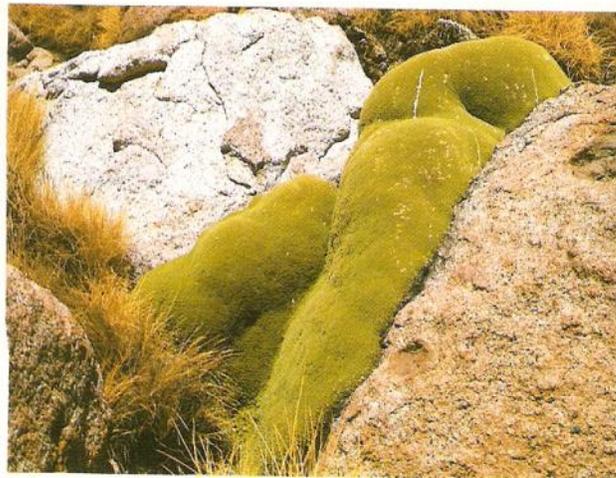
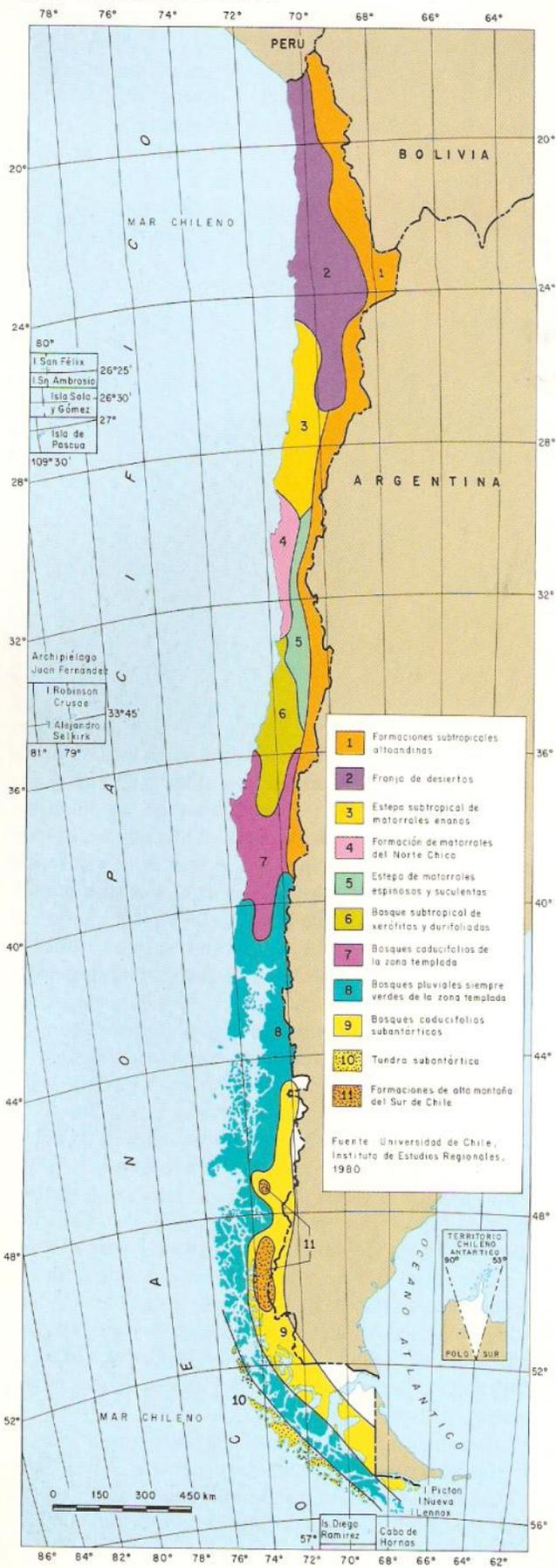
Luego llegaron varios profesores de ciencias, como don Federico Johow, que en 1896 publicó su libro **Estudios sobre la Flora de las Islas de Juan Fernández**.

El Dr. Karl Reiche inició sus publicaciones con los trabajos geobotánicos del río Maule y luego lo extendió a todo Chile; ellos fueron publicados en los **Englers Jahrbuchern** y en los **Anales de la Universidad de Chile**. Posteriormente publicó la **Flora de Chile**, en seis tomos, 1896–1911.

A estos naturalistas y científicos posteriores, debemos el conocimiento de nuestra flora actual.

Una flora marcada por la variedad ¿Qué vegetación conocieron o se propusieron conocer aquellos esforzados naturalistas que hemos mencionado? Advirtieron, en primer lugar, que la flora chilena se caracteriza, ante todo, por su variedad, lo que tiene su explicación

Fig. 5.1 Mapa de la flora chilena



"Llaretas" (Familia Umbelífera).

en lo heterogéneo de nuestro territorio, su gran longitud y sus cordones montañosos, además de sus valles y los períodos de lluvia tan distintos en las diferentes áreas.

Por lo tanto, para claridad de la exposición y teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, el lector tendrá oportunidad de conocer aquí, principalmente, los nombres de las más importantes especies florísticas chilenas, advirtiendo cómo se agrupan éstas, según la distinta altura latitudinal de que se trate (Fig. 5.1).

Flora xerófila y escasa en el norte Si empezáramos, de norte a sur, a registrar el manto multicolor de las flores chilenas extendiéndose a lo largo del territorio; tendremos, primero, la región de Arica, a una latitud de 18° S., donde existe una flora xerófila y escasa. Después de las primeras lluvias, entre mayo y junio, una bellísima vegetación crecerá y florecerá en la estepa y en la Cordillera de Los Andes.

Luego, a alturas de 1.600–2.500m.s.m., florecen las Cactáceas columniformes, y todavía a mayor altura, lo hacen las Umbelíferas y Compuestas formando apretados cojines, en las que priman estas últimas y donde se encuentran géneros como *Baccharis*, *Cosmos*, etc.

En la meseta desértica intermedia, existe una formación vegetal arbórea baja, constituida por tamarugos (*Prosopis tamarugo*) lo cual depende de niveles freáticos poco profundos y de la condensación de frecuentes neblinas.

Bajando hacia el sur, por el litoral, encontramos suelos salinos escasamente poblados, pero donde crece la dura gramínea *Distichlis*, junto a sorona o brea (*Tessaria absinthioides*) sufrutice plumizo, nativo de América del Sur, y también la *Borraginácea* pasto vidrio (*Heliotropium curassavicum*), etc. Hacia el este se extienden las quebradas de Camarones y de Vitor, donde volvemos a encontrar el *Distichlis* y arbustos de las Compuestas como el chingoyo (*Pluchea chingoyo*), la brea o chilca (*Tessaria absinthioides*), junto a la *Quenopodiácea* el *Atriplex atacamenensis*, etc. De vez en cuando veremos aparecer ejemplares arbóreos de pimientos (*Schinus molle*); chañares (*Geoffroea decorticans*) y algarrobos (*Prosopis tamarugo*).

En verano se desarrollan otras gramíneas, como *Polypogon crinitus*, *Sporobolus deserticola* y algunas Compues-

tas como *Baccharis juncea*. Subiendo por las quebradas, frente a esta misma zona, a 2.200–2.300m.s.m. aparecen los candelabros de Cactáceas (*Cereus candelaris*). Tampoco son raras las especies de *Opuntia* ni de *Pilocereus*. Estos últimos llevan en el ápice de los tallos, manchones de pelos blanquecinos que acumulan agua. A mayor altura, mayor número de Cactáceas. Su límite llega hasta los 3.600m.s.m. y junto a estas plantas suculentas florece la *Flourensia gayana*, *Mentzelia ignea*, etc.

En esta región aparecen formaciones de “tola”, constituidas por arbustos de diferentes familias, entre los que destacan el *Baccharis tola*, *Senecio graveolens*, *Fabiana deserticola*, etc. Estos arbustos no sobrepasan el 1,5m: de altura; son resinosos y de hojas muy pequeñas.

Siempre en esta misma zona, pero ascendiendo en altura, a 3.500–4.000m.s.m., aparecen estepas de “pajonales”, formadas por la gramínea *Stipa frigida*, pasto duro y amarillento y algunas Cactáceas bajas de flores rojas o amarillas; de vez en cuando crecen arbustos de *Adesmia microphylla*, *Chuquiraga oppositifolia* y *Ch. rotundifolia*, además de numerosas especies de *Senecio* y, mezclándose con ellos, las flores rojas de las ortigas caballunas (*Cajophora superba*). En sitios rocosos o húmedos veremos crecer helechos de los géneros *Cheilanthes* y *Asplenium*. En los valles de la alta cordillera y a esta altura aparece en algunas zonas, una flora típica llamada “bofedales”, constituida por gramíneas bajísimas de los géneros *Distichlis*, *Polypogon*, etc., junto a Ciperáceas y ejemplares solitarios de *Werneria* de flores blancas, de *Gentiana* azules y *Astragalus* de color violeta. Algunos arbustos sirven para que trepen las mutisias, donde lucen las flores rojas



Cactáceas—Quisco.



“Pajonales” (Formaciones de pastos).

de la *Mutisia hamata*. A 4.000m.s.m. encontramos la región de los cojines de "llaretas" y árboles de queñoa (*Polylepis incana*), Rosáceas de hasta 4m. de altura.

El desierto florido En la latitud 28° Sur, como en toda la zona desértica, las estaciones del año marcan etapas muy profundas de la floración. En primavera, todo renace; en otoño desaparece la flora para volver después de las primeras lluvias a formar el "Desierto florido", multicolor y de fragantes flores. Aquí se encuentran: *Leucocoryne ixioides*; *Oxalis bulbocastanum* de corolas amarillas; rojas añanucas (*Phacelia ignea* o *Hippeastrum igneum*); la pata de vaca que florece entre las rocas (*Calandrinia stellariifolia*, *C. paposana*); la mano de león (*Leontochir ovallei*) de corolas rojas la *Nolana paradoxa* de flores azules; el cacho de cabra (*Skytanthus acutus*), que colorea de amarillo toda la estepa; etc.

Al descender más hacia al sur, frente a Caldera, veremos crecer, especialmente después de las lluvias, una nueva vegetación rica en Liliáceas, Solanáceas, Compuestas, etc.

Región límite entre flora semidesértica y flora central En la latitud 30°40' Sur, IV Región (Coquimbo), se encuentra el río Limarí, el cual separa la flora semidesértica de la flora central de Chile y en cuyas riberas, cercanas al mar, se desarrollan los bosques más boreales de Chile, constituidos por los parques nacionales de Fray Jorge y Talinay. En éstos la humedad de los vientos marinos crea un clima especial, formando neblinas denominadas "camanchacas", fenómeno que también se repite en otras zonas costeras. Aquí la flora está compuesta principalmente de Nolanáceas, con los géneros *Dolia*, *Alona* y la espléndida *Sorema lanceolata*, de grandes flores azules con fondo negro. Encontramos asimismo la Cactácea *Copiapoa coquimbana* de flores amarillas; numerosos *Senecios*, *Crucíferas* y enredaderas como *Sicyos bryoniaefolius* y *Loasa urnmenetae*, las que trepan por altos arbustos de *Myrceugenia correaefolia*, *Peumus boldus*, *Kageneckia oblonga* o sobre los árboles de olivillo (*Aetoxicon punctatum*). Bajo ellos florecen las orquídeas del género *Chloraea*, *Bipinnula*, etc. junto a la hermosa *Piperácea congonilla* (*Peperomia coquimbensis*). Estos sombríos y húmedos bosques son muy semejantes a los que aparecen en la región del Maule, latitud 35°-36° S. o mucho más al sur, como en Valdivia.

En el sector costero de esta región, se encuentran en



Desierto florido.

forma característica, especies de *Haplopappus*, *Adesmia*, *Cassia*, con amplios sectores dominados por *Bromeliáceas* del género *Puya*. Hacia el interior, predominan los *Baccharis*, *Heliotropium*, *Gutierrezia* y *Colliguaya odorifera*. Hay, además, sectores locales con comunidades de *Cactáceas* y *Bromeliáceas*; también existen comunidades restringidas de *Cordia decandra* y *Bridgesia incisaefolia*.

La flora de la alta cordillera, de esta región limítrofe entre dos tipos de flora comienza a más o menos 2.000m.s.m. siendo abundante los arbustos de *Ephedra*, *Fabiana*, *Baccharis*, etc. Pero la hierba más llamativa es sin duda la *Calandrinia ferruginea* de flores púrpuras. En los sectores montañosos bajos de ambas cordilleras, se pueden encontrar especies arbóreas tales como *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica*, *Porlieria chilensis* y otros.

Tierras de la palma chilena Llegando a la región de Valparaíso, latitud 31°-32° Sur, encontraremos, en la costa, asociaciones de cardones (*Puya chilensis*), ya sea solos o mezclados a *Lobelia*, *Azara*, *Escallonia*, junto a ciertas enredaderas y orquídeas. Sólo hay bosques en las quebradas o cúspide de los cerros.

Al pie de la Cuesta de las Palmas, se encuentra una gran agrupación de palmas chilenas (*Jubaea chilensis*), árboles de hasta 22m. de altura. Entre estas magníficas palmas crecen arbustos de litre (*Lithraea caustica*), de tebo (*Trevoa trinervis*), de mollaca (*Muehlenbeckia hastulata*), etc. En esta región encontramos también la única Oleácea chilena, la *Menodora linoides*.

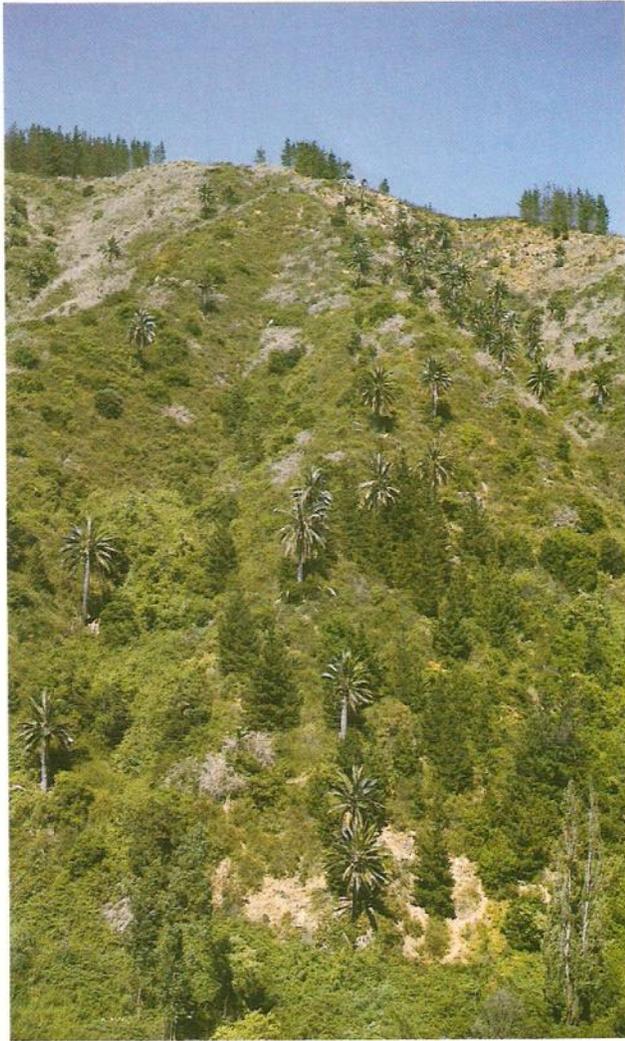
Apenas un poco más hacia el sur, en la latitud 32°46' Sur, podremos ver en Quintero, próximo al litoral, una región de médanos azotados por el viento, donde se encuentran bosques relictos, formados principalmente por canelos (*Drimys winteri*) y arrayanes (*Myrceugenia exsucca*). Son árboles, de hasta 10m. de altura, por donde trepan enredaderas de *Cissus striata* y en el subsrato inferior, crecen el pangue (*Gunnera chilensis*) y también hierbas como *Hydrocotyle*, *Nasturtium*, *Cotula*, *Ciperáceas*, etc.

En las quebradas de Valparaíso, abunda la palma chilena (*Jubaea chilensis*). En el interior, entre Limache y Quilpué, existe un valle donde crece el copihue (*Lapageria rosea*), nuestra flor nacional, de la familia Liliácea y es donde se encuentra el límite boreal de esta enredadera, que en gran abundancia encontraremos después en el sur de Chile.

Por su parte, en el cerro La Campana tiene su límite norte el roble chileno (*Nothofagus obliqua*) en cuyas ramas se desarrolla el dihuéne o pinatra, hongo comestible (*Cyttaria berteroi* o *reichei*).

La vegetación típica de la zona central En los 33° Lat. Sur provincia de Santiago, encontraremos la vegetación típica de la zona central chilena. Predomina la flora primaveral que florece de septiembre a noviembre. Las primeras flores son las Monocotiledóneas, Liliáceas con los géneros *Leucocoryne* y *Pasithea*; Amarilidáceas como *Alstroemeria*, *Conanthera*, *Placea*, etc. Iridáceas como *Sisyrinchium* y *Solenomelus*; numerosas Gramíneas, principalmente *Hordeum*, *Stipa*, *Lolium*, *Nassella*, etc., y *Dioscoreas* y *Orquídeas*.

Siempre en esta misma provincia y en las zonas salinas



Jubae Chilensis (Familia Palmácea) (Palma Chilena).

abundan el *Distichlis*, *Franckenia*, *Heliotropus*, etc. y los espinudos algarrobos (*Prosopis chilensis*), árboles de 8 a 14m. de altura. En cambio, en las lagunas proliferan las plantas acuáticas de *Elodea*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, etc.; en las riberas de aguas corrientes o sitios húmedos, se desarrollan algunos arbustos como el culén (*Psoralea glandulosa*); hierbas menores como *Cotula*, *Cardamine*, *Epilobium*; gramíneas perennes y leñosas como las colas de zorro (*Cortaderia rudiuscula*) y cañas (*Phragmite communis*).

En comunidades puras tendremos oportunidad de apreciar también xerófilas como la Solanácea llamada pajarito (*Schizanthus pinnatus*); las siemprevivas (*Triptilion spinosum*), *Compuesta* de flores azules o las amarillas del género *Chaetanthera chilensis*, etc.

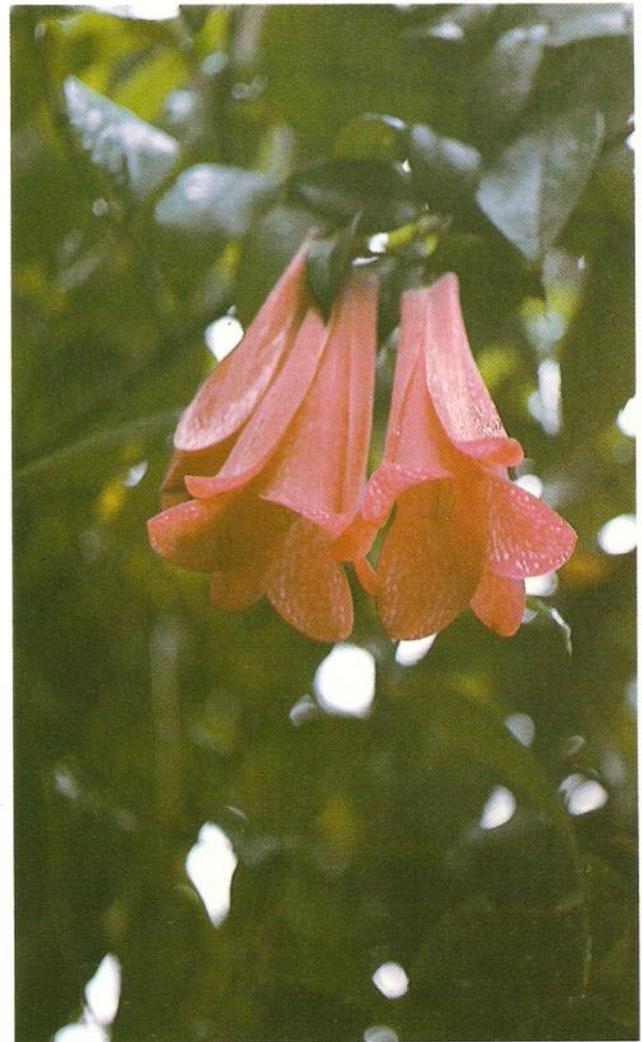
Los bosques autóctonos de la zona central están formados por bellos árboles, entre los que sobresalen: la patagua (*Crinodendron patagua*), de follaje muy oscuro y flores blancas péndulas; el peumo (*Criptocarya alba*) de frutos duros, rojos y comestibles; el fragante espino chileno (*Acacia caven*); el maitén (*Maytenus boaria*) de follaje fino y elegante; el quillay (*Quillaja saponaria*) de brillantes hojas; el boldo (*Peumus boldus*); y el belloto (*Beilschmiedia miersii*). Por último, en los sitios donde sopla el viento, se encuentra el achaparrado guayacán o

palo santo (*Porlieria chilensis*).

Las comunidades mixtas se encuentran representadas a su vez, por matorrales de litre (*Lithraea caustica*); el huingan (*Schinus moligamus*); el colliguay (*Colliguaya odorifera*), junto a *Baccharis*, *Berberis*, *Proustia*, etc. Entre las Monocotiledóneas encontramos Orquídeas como la *Chloraea bletioides*.

En el litoral de Chile central, que es la región que estamos viendo hasta ahora, es típico el género *Lobelia*, de flores naranjas o púrpuras. Así también, entre rocas vive el cardón (*Puya chilensis*, *P. berteriana*, etc.), de flores azules, verdosas o púrpuras, y otros como la flor del minero (*Centaurea chilensis*); el quisco columniforme (*Thichocereus chilensis*), especie generalmente parasitada por el quintral (*Phrygilanthus aphyllus*). Por último, en los suelos despejados se desarrollan las Gramíneas del género *Avena*, *Poa*, *Briza*, *Festuca*, etc. asociadas con Dicotiledóneas como las *Escrofulariáceas*, *Borragináceas*, *Labiadas*, etc.

Nos queda solamente referirnos a las hierbas y plantas que florecen en el verano en esta zona. Dentro de ellas, se destacan, primero, la *Flourensia thurifera*; los *Haplopappus*; *Teucrium*, *Stachys*, etc. Después, hierbas perfumadas como el *Helenium aromaticum*, algunas Gramíneas, como *Nasella*,



Lapageria Rosea (Familia Liliácea) (Copihue).

Stipa, etc. y Umbelíferas como el hinojo (*Foeniculum vulgare*), la cicuta (*Conium maculatum*) etc. Finalmente, la última en florecer, es la flor de mayo (*Oxalis perdicaria*), cuyas flores amarillas cubren toda la pradera a modo de alfombra.

Descendiendo algo más al sur de esta zona, en la latitud 34°-35° S. donde se sitúa el valle de Colchagua, encuentran su límite sur algunas especies de la zona central. Tal es el caso de la palma chilena. En cambio, todavía más al sur, aumentan las especies de robles (*Nothofagus*) de la familia Fagáceas y los matorrales formados principalmente de boldos (*Peumus boldus*), radales (*Lomatia obliqua*) y maquis (*Aristolelia chilensis*).

Donde se levanta el gigante llamado Araucaria Al llegar a los 38° Lat. Sur estaremos ya frente a la Cordillera de Nahuelbuta donde se impone la presencia de la notable araucaria, árbol que llega a medir hasta 50m. de altura. Entre las araucarias encontramos también a veces robles, como el ñirre (*Nothofagus antarctica*) y lenga (*N. pumilio*), así como también el notro (*Embotrium coccineum*). En esta zona se encuentra el límite norte de la forma enana del canelo (*Drimys winteri*), el cual no llega a 0,50m. de altura. Del mismo modo, viven entre las rocas la *Armeria vulgaris*, la *Quinchamalium majus*, *Pernettya leucocarpa* y *Fragaria chilensis*; también orquídeas del género *Chloraea* y algunas Gramíneas y Ciperáceas. Por último, se encuentran en esta zona, en forma casi exclusiva, la Calicerácea, *Calyceya balsamitaefolia* y la única especie chilena de *Convolvulácea*, el *Evolvulus araucanus*.

Yendo más hacia el sur encontraremos nuevos bosques, ahora de robles, lingues, avellanos, alerces, etc. y creciendo junto a ellos, arbustos como el pelú (*Sophora microphylla*), el natri (*Solanum gayanum*); enredaderas como el copihue (*Lapageria rosea*), el coral o esparto (*Luzuriaga radicans*) y el voquivoqui (*mitraria coccinea*), etc.

En los terrenos pantanosos que abundan en esta región lluviosa se da igualmente un buen número de especies distintivas. Es en estos ambientes donde vive la *Lobelia tupa*, la *Calceolaria punctata*, etc., y vegetales menores como *Viola capillaris*, *Oxalis valdiviensis*, etc., mientras la *Pilea elegans* pone mayor belleza al paisaje, rivalizando con los helechos del género *Lophosoria* y *Blechnum*. Son abundantes los musgos en esta zona, pero entre todos, sobresale, por su gran tamaño, el *Dendrologotrichum dendroides*. En cuanto a los bosques, priman en estos suelos pantanosos los bosques de Mirtáceas.

Llegados a este punto, hemos abandonado ya la zona central y sur del territorio chileno. De aquí en adelante—desde la cuenca del río Toltén a 39° Lat. Sur hasta la zona de Magallanes, comprendiendo un área de más o menos 15° de latitud—entraremos a las que se considera “provincias australes” de Chile. El lector conocerá ahora distintos tipos de bosques, de especies mesófilas e hidrófilas, entre los que destacan robles, coigües, lenga, tepa, etc.

Primeros bosques de las provincias australes Los primeros bosques de estas latitudes están compuestos por grandes árboles de robles como el pellín o roble chileno (*Nothofagus obliqua*), los coigües (*N. dombeyi*), el

ulmo (*Eucryphia cordifolia*), el lingue (*Persea lingue*), la tepa (*Laurelia philippiana*), el tinco (*Weinmannia trichosperma*), etc. Las especies que constituyen generalmente los matorrales son los arrayanes (*Myrceugenella apiculata*), el piñol (*Lomatia dentata*), el avellano (*Gevuina avellana*), etc. A veces estos bosques se harán impenetrables por la presencia de la quila (*Chusquea*) y de lianas como *Cissus striata*, *Lapageria rosea*, etc. Sobre los árboles crecerán epífitas de varios géneros, dentro de los cuales es notable la *Tillandsia usneoides*, que encuentra aquí su límite más austral. Los helechos se hacen presentes con la familia *Himenofiláceas*, y el resto está formado de musgos, hepáticas y líquenes. En los claros de los bosques forma pradera un pasto duro, el coirón, del género *Festuca*.

Estos bosques han sido clasificados en “bosques subandinos” que alcanzan hasta los 500m.s.m., diferenciándose de los “bosques andinos” que se encuentran sobre los 500m. y están poblados por otras especies, como el huayo o maitén negro (*Maytenus magellanica*), el raulí (*Nothofagus procera*), la lenga (*Nothofagus pumilio*), el pehuén o araucaria (*Araucaria araucana*), etc. A medida que el bosque asciende por la cordillera de Los Andes, su vegetación cambia; las plantas herbáceas se hacen más escasas y a 1.500m.s.m. los bosques son ralos, manifestándose solo lenga, pehuén o araucaria y quila. En los claros se dan matorrales de canelos o hierbas de los géneros *Senecio*, *Alstroemeria*, *Sisyrinchium*, *Leucheria*, *Anemone*, *Graminea*, etc.

Próximo a los 1.800m.s.m. el *Nothofagus pumilio* junto a ciertos arbustos y a hierbas, enlazan con la vegetación de las nieves, quedando la pradera cordillerana formada de *Ranunculus*, *Nassauvia*, *Perezia*, etc.

Vegetación típica del sur de Chile en Valdivia y Llanquihue En la latitud 39,5° S. perteneciente a la provincia de Valdivia y Llanquihue, hasta el seno del Reloncaví, se encuentra la vegetación típica del sur de Chile con matorrales tupidos de canelos, arrayanes, bérberis, etc. Sólo en esta zona encontramos a la *Lobelia bridgesii*. Es muy abundante la *Digitalis purpurea*, la *Gunnera chilensis* y diversos helechos.

Los bosques están formados de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), pellín o roble (*N. obliqua*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), canelo (*Drimys winteri*), tinco (*Weinmannia trichosperma*), tepa (*Laurelia philippiana*), olivillo (*Aextoxicum punctatum*), etc. y se encuentran cubiertos de lianas y epífitas. Multitud de helechos, musgos y líquenes completan la vegetación.

Los ríos tienen una flora acuática escasa. La flora de la Cordillera de la Costa en esta zona se encuentra representada por bosques de olivillo (*Aextoxicum punctatum*) y a mayor altura los hay de mañío (*Podocarpus saligna*). Entre los matorrales tenemos a la Solanácea chilena palo de bruja (*Latua pubiflora*), arbusto tóxico cuyo límite sur es la latitud 41° S. También se encuentran lugares turbosos que poseen una flora típica subantártica, formada de cojines de *Sphagnum acutifolium*, *Acaena pumila*, *Drosera uniflora*, etc., y la conífera de los pantanos, el ciprés enano (*Dacrydium fonckii*). Esta región constituye el límite norte de muchas especies magallánicas.

Flora de Chiloé y archipiélago de Los Chonos En la latitud 42°–43° S. se encuentra la isla de Chiloé con una vegetación semejante al resto del sur de Chile. Prima aquí el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), la tepa (*Laurelia philippiana*) y los mañíos (*Saxegothaea conspicua* y *Podocarpus nubigena*). Igual cosa sucede con los bosques de la costa del continente frente a la isla, con predominios de robles y gran abundancia de helechos. En las riberas de lagos y ríos crece un arbusto de flores rojas, la *Fuchsia magellanica*. Las lianas casi han desaparecido y queda solo el voqui blanco (*Campsidium valdivianum*) y el voqui voqui (*Mitraria coccinea*).

En los 44° Lat. Sur, donde desemboca el río Palena, la vegetación se vuelve más de tipo antártico. Hacia el interior abunda el ñirre (*Nothofagus antarctica*) y arbustos de *Fabiana imbricata* por donde trepan mutisias (*Mutisia decurrens*) de flores rojas.

Más al sur, en el archipiélago de los Chonos, hasta la latitud 45° S. existen bosques de dos tipos: los de terrenos arenosos y los turbosos, este último formado por la descomposición de los musgos.

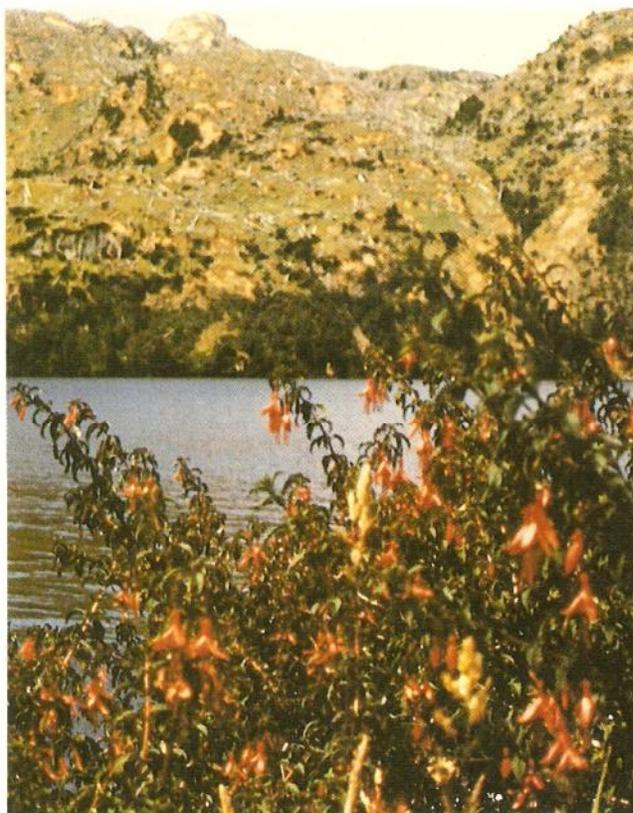
En el primero hay predominio de *Caldcluvia paniculata*, *Laurelia philippiana*, *Drimys winteri*, etc., y escasos robles. También hay abundancia de quila (*Chusquea quila*). De los árboles pende una Bromeliácea, el chupón (*Fascicularia bicolor*) y en el suelo hay menos musgos y hepáticas que en los bosques turbosos, en los cuales, además, crecen principalmente el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), el coigüe (*N. dombeyi*) y canelos (*Drimys winteri*).

En el límite norte de esta zona, se presenta como característico el alerce (*Fitzroya cupressoides*), ocasionalmente acompañado por *N. dombeyi*, como estrata baja y con una rica estrata arbustiva y herbácea. En el sector más austral domina el ciprés de las Guaytecas (*Pilgerodendron uvifera*), constituyendo una estrata arbórea baja, en que a veces está acompañado por *N. nitida* y tepú (*Tepualia stipularis*). Son aquí escasos la tepa (*Laurelia philippiana*) y el mañío (*Podocarpus nubigena*). En los estratos inferiores encontraremos la *Desfontainea spinosa*, *Permettya mucronata*, etc. y enredaderas como *Campsidium valdivianum*, *Luzuriaga radicans* y *Asteranthera ovata*, etc.; así como también gran cantidad de helechos, epífitas, musgos y hepáticas. Hacia el mar priman los bosques de arrayanes.

Por último, en la región del río Aisén, podemos distinguir tres tipos de flora: la de las Fagáceas con hojas perennes, la de hojas caducas y la de estepas.

La región de los fiordos Sigue en la latitud, la región de los fiordos, que se extiende desde la península de Taitao (Lat. 46° Sur) hasta el río Baker (Lat. 48° Sur). Aquí se encuentran bosques formados principalmente por *N. nitida*, *Amomyrtus luma* y *Austrocedrus chilensis*. Al parecer, la quila (*Chusquea*) tendría aquí su límite sur. Los pequeños vegetales antárticos están representados por *Oreobolus*, *Donatia*, *Dacrydium*, *Juncus*. A veces el *Myzodendron* adorna las Fagáceas.

A 1.600m.s.m. desaparecen las plantas leñosas y hay formaciones de cojines de *Bolax glebaria*. Entre ellos viven plantas delicadas como la *Viola tridentata*, *Ourisia breviflora*, *Perezia lyrata*, etc. Hacia el oriente, el clima provoca la



Fuchsia Magellanica (Familia Eucrifácea) (Fucsia).

formación de plantas xerófilas como la *Discaria serratifolia* y *Escallonia virgata* por las que trepa la *Mutisia retusa*, de flores rosadas, junto a Fagáceas que desaparecen poco a poco.

Vegetación de gran belleza en la región de Magallanes Desde la latitud 48° S. hasta el Estrecho de Magallanes, por la costa de la Patagonia occidental, crece una vegetación de gran belleza, donde priman los bosques compactos y húmedos de *Weinmannia trichosperma*, *Drimys winteri*, *Podocarpus nubigena*, *Nothofagus betuloides*, *N. nitida*, *Desfontainea hookerii*, *Fuchsia magellanica*, *Maytenus magellanica*, *Tepualia stipularis*, etc.

Entre las plantas menores se encuentra la hermosa *Philesia magellanica*, de rojas corolas, junto a la *Caltha appendiculata*, *Tapeinia magellanica*, etc. Aquí tiene su límite norte la *Veronica elliptica*.

En la Patagonia austral y archipiélago fueguino, al oeste y sur, con clima marítimo, se encuentran bosques siempre verdes de Fagáceas, principalmente de *Nothofagus betuloides*, el coigüe de Magallanes.

Al norte del Estrecho de Magallanes, hacia el oriente, existen zonas xerófilas con matorrales bajos de *Berberis buxifolia*, *Baccharis magellanica*, etc., junto a cojines de *Azorella* y *Bolax* y entre los cuales crecen hierbas como *Gentiana*, *Calceolaria*, *Chloraea*, *Lycopodium*, *Festuca*, etc. y numerosos otros géneros de flores multicolores.

Detrás de Cabo Negro, comienza la pampa. Aquí desaparecen las Fagáceas y priman los *Berberis*, la vegetación herbácea está representada por *Festuca gracillima*, *Phleum alpinum*, *Hordeum jubatum*, *Armeria chilensis*. En sitios húmedos, junto a las gramíneas, encontramos *Boopis australis*, *Oxalis enneaphylla*, etc. La flora primaveral

está representada por nuevas especies. Las plantas acuáticas tienen su mejor representante en el *Myriophyllum elatinoides*, que cubre, a veces, toda la superficie del agua a modo de una sábana de color amarillo rojiza.

La región semi húmeda está caracterizada por Fagáceas de hojas caducas, como el ñirre (*Nothofagus antarctica*), generalmente parasitado por el *Myzodendron Punctulatum*; la vegetación herbácea se presenta abundante, pero con pocas especies, entre ellas *Galium aparine*, *Osmorhiza chilensis*, *Bromus unioloides*, etc. Este carácter de transición es más notable en los cerros tras la ciudad de Punta Arenas, donde los bosques están formados por lenga (*Nothofagus pumilio*) de hojas caducas y del coigüe de Magallanes (*N. betuloides*) siempre verde. Los estratos inferiores están formados de *Berberis ilicifolia*, *Ribes magellanicum*, etc. y, junto a estos arbustos, crecen plantas más bajas como *Rubus geoides* de frutos rojos, *Pernettya mucronata*, etc. Las hierbas están representadas por *Viola maculata*, *Gunnera magellanica*, gramíneas del género *Poa*, *Deschampsia*, *Elymus*, etc. y helechos de los géneros *Grammitis* y *Cystopteris*.

El viento azota esta región, pero donde no sopla, encontramos flora de estepas; en los sitios húmedos se desarrollan cojines de *Empetrum*, *Bolax* y *Caltha*. Más allá de estas áreas existen piedras con el líquen negruzco de *Neuropogon melaxanthus*. En las charcas viven *Ranunculus fluitans*, cojines de *Deschampsia* y en sus márgenes crecen la *Salicornia*, *Juncus*, *Triglochin*, etc., mientras a orillas del mar se desarrolla una vegetación tupida de *Berberis buxifolia* y de hierbas como *Armeria chilensis*, *Senecio candicans*, etc.

Los bosques del coigüe de Magallanes La costa de los terrenos magallánicos occidentales, latitud 53° a 54° S., está formada por bosques densos de coigües (*N. betuloides*) y canelos (*Drimys winteri*), cubiertos de helechos y musgos. Los bosques ralos están formados por los mismos árboles, pero con alturas menores y primando arbustos como *Pernettya mucronata*, *Escallonia serrata*, etc. y un número pequeño de musgos y hepáticas.

La zona de las estepas se extiende al sur del Estrecho

de Magallanes y está formada principalmente de Gramíneas como *Festucas*; Compuestas del género *Nassauvia*; Rosáceas como las *Acaenas*; Umbelíferas de los géneros *Azorella*, *Bolax*, etc.

El Archipiélago fueguino posee las mismas formaciones vegetales que la región magallánica.

Archipiélago de Juan Fernández: Tres formaciones vegetales En las islas oceánicas del Archipiélago de Juan Fernández, situado a 33°37' Lat. Sur y constituido por tres islas, se distinguen tres formaciones vegetales: la selva virgen subtropical con plantas de hojas perennes, donde el árbol es el naranjillo (*Fagara mayu*) y que alcanza los 30m. de altura. Crecen también la palma chonta (*Juania australis*), la Mirtácea (*Nothomyrcia fernandeziana*), etc. Se encuentran también aquí enredaderas como la *Boehmeria excelsa* y arbustos como *Robinsonia gayana*, *Pernettya rigida*, etc. En las cumbres de cerros y quebradas crecen el pangue (*Gunnera chilensis*), el canelo (*Drimys winteri*), etc. y helechos que viven en todas las áreas.

La segunda formación vegetal se encuentra en las laderas rocosas de la parte oriental. Aquí no hay bosques, sino sólo matorrales con *Wahlenbergia fernandeziana*, *Solanum fernandeziana*, etc. También existe flora xerófila, representada, principalmente, por la Bromeliácea *Ochagavia elegans* llamada cardoncillo.

La tercera formación vegetal está constituida por estepas de helechos, como *Polystichum flexum*, *Dicksonia berteriana*, *Blechnum auriculatum*, etc.

Vegetación de la Isla de Pascua La Isla de Pascua o Rapa Nui, a 27°10' S. de latitud meridional, es la isla más oriental de la Polinesia, con lluvias frecuentes y clima tropical, y su flora se asemeja a la correspondiente al continente e islas vecinas.

La formación es la estepa de Gramíneas donde priman los géneros *Paspalum*, *Sporobolus*, *Eragrostis*, etc. y también abundan las Ciperáceas.

En general, la vegetación nativa de la isla es escasa, pero existen especies endémicas como *Axonopus paschalis*, *Danthonia paschalis* y *Sophora toromiro*.



Guanacos del Norte.

*“Aves de Chile, huracanadas
naves carniceras
o dulces y pequeñas
criaturas
de la flor y de las uvas,
vuestrs nidos construyen
la fragante unidad del territorio:
vuestras vidas errantes
son el pueblo del cielo
que nos canta,
vuestro vuelo
reúne las estrellas de la patria.”*

PABLO NERUDA

(“Oda a las aves de Chile”, en *Odas Elementales*)

6. LAS COMUNIDADES ANIMALES

Composición general de la fauna en Chile La fauna de vertebrados terrestres de Chile cuenta con un total aproximado de 652 especies. El grupo más numeroso corresponde a las aves con 434 especies (66,6%). Luego siguen los mamíferos con 121 especies (18,5%). Tanto los anfibios como los reptiles constituyen una minoría que alcanza al 15%.

El número total de órdenes representados es de 32, con 98 familias y 325 géneros, haciendo el referido total de 652 especies. Tales cifras, junto al porcentaje del total que corresponde a cada clase, son indicativas del grado de diversificación de la fauna en el territorio chileno (Fig. 6.1).

En cuanto a los mamíferos, nueve de los doce órdenes de la Región Neotropical tienen representantes en Chile. Están ausentes los monos (Primates), tapires (Perisodactila) y las musarañas (Insectívora).

Los mamíferos tienen nueve órdenes representados en Chile, 29 familias, 78 géneros y 121 especies (Fig. 6.2). Si se excluyen los mamíferos marinos (ballenas, cachalotes, focas y lobos), el 60% de esta fauna corresponde a los roedores (ratones, chinchillas, vizcachas) que son el grupo predominante.

Los otros dos órdenes importantes por el número de especies, son los carnívoros y los quirópteros, con 12 y 11

Fig. 6.1 Composición de la fauna de vertebrados de Chile

Clases	Ordenes	Familias	Géneros	Especies	
				Nº	%
Mamíferos	9	29	78	121	18,5
Aves	21	63	221	434	66,6
Reptiles	1	4	14	63	9,7
Anfibios	1	2	12	34	5,2
Total	32	98	325	652	100,0

Fig. 6.2 Composición de los mamíferos de Chile

Ordenes	Familias	Géneros	Especies	Endémicas
Marsupialia	2	3	3	2
Chiroptera	4	7	11	—
Edentata	1	3	2	—
Lagomorpha	1	2	2	—
Rodentia	8	25	45	7
Cetácea	6	19	34	—
Carnívora	3	8	12	—
Pinnipedia	2	7	9	—
Artiodactila	2	4	5	1
Total	29	78	123	10

especies, respectivamente. Los mamíferos característicos del país muestran una distribución acorde a las distintas zonas ecológicas del territorio (Fig. 6.3). Las especies de mamíferos introducidas desde Europa son los lagomorfos, el conejo y la liebre, que viven en estado silvestre. Otras especies introducidas son los múridos: las ratas (*Rattus rattus*) y la laucha (*Mus musculus*). Existen también otros casos de mamíferos, introducidos en fechas más recientes, como la rata almizclera (*Ondatra zibethica*), el castor (*Castor canadensis*), el ciervo rojo europeo (*Cervus elaphus*) y el cerdo salvaje (*Sus scrofa*) que no los hemos incluido en el recuento general de especies.

Las aves son el componente principal de la fauna de vertebrados terrestres de Chile en términos de su diversidad. Los órdenes más importantes por el número de especies, son las passeriformes (chincholes, diucas, etc.); las charadriiformes (queltegües) y las procellariiformes (gaviotas) que, en conjunto, representan el 63% de las aves del país. Estas cifras deben considerarse provisionarias ya que el conocimiento de las aves chilenas es todavía incompleto (Fig. 6.4).

En nuestro país existen 63 especies de reptiles, de las cuales 57 corresponden a lagartos y 6 a serpientes. Faltan las tortugas terrestres y los caimanes que viven en la Región Neotropical. En los lagartos, la familia iguanidae contribuye con el mayor número de especies. Las familias gekkonidae y teiidae tienen sólo seis especies en Chile. Estas tres familias tienen una diversificación mucho mayor en el resto de la Región Neotropical y constituyen el 40% de los lagartos de la región.

Finalmente, la fauna de anfibios chilenos consta de 34 especies de las familias bufonidae y leptodactylidae. Esto contrasta con la presencia de 14 familias en la Región Neotropical. La familia leptodactylidae es predominante

Fig. 6.3 Distribución geográfica de algunos mamíferos chilenos

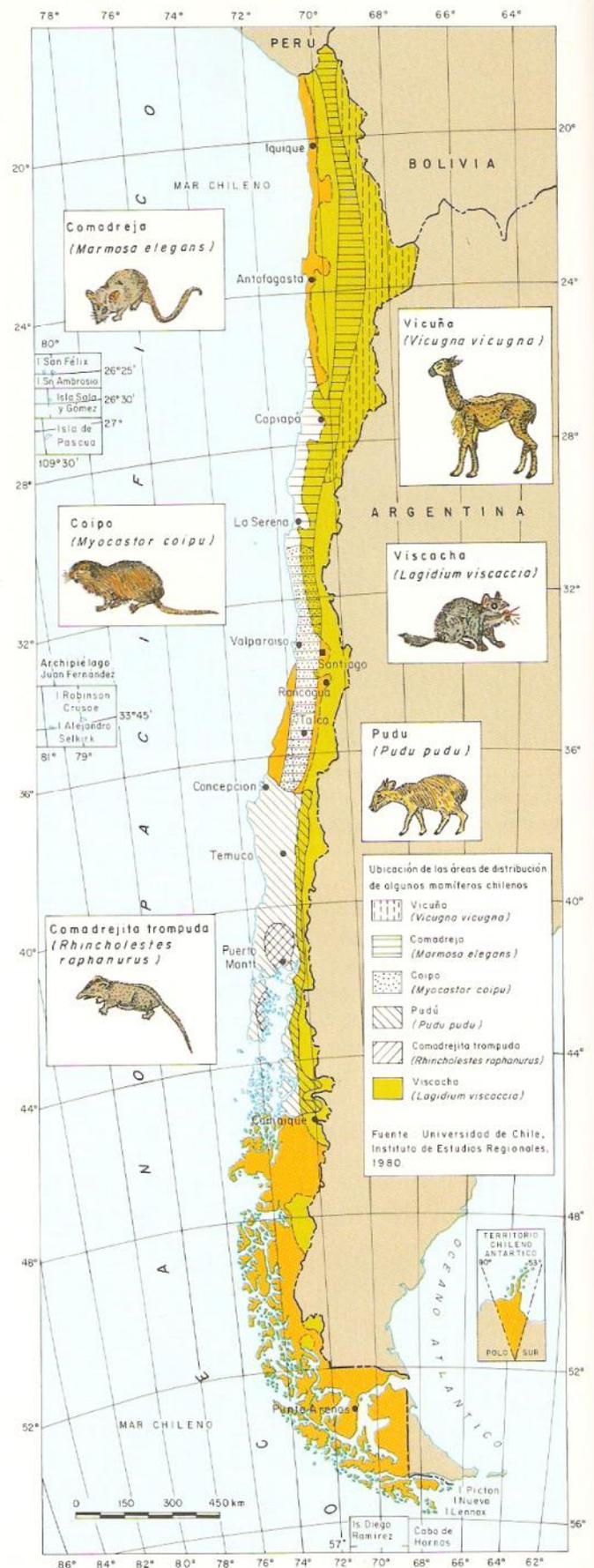


Fig. 6.4 Composición de las aves de Chile

Ordenes	Familias	Géneros	Especies	
			Nº	%
Sphenisciformes	1	4	9	2,1
Rheiformes	1	1	1	0,2
Tinamiformes	1	3	6	1,4
Podicepidae	1	2	4	0,9
Procellariiformes	4	17	51	11,7
Pelicaniformes	5	5	15	3,5
Ciconiformes	4	14	17	3,9
Anseriformes	1	12	28	6,4
Falconiformes	4	14	24	5,5
Galliformes	1	2	2	0,5
Gruiformes	1	6	13	3,0
Charadriiformes	13	42	85	19,6
Columbiformes	1	4	10	2,3
Psittaciformes	1	3	4	0,9
Cuculiformes	1	2	2	0,5
Strigiformes	2	6	7	1,6
Caprimulgiformes	1	2	2	0,5
Apodiformes	2	8	10	2,3
Coraciformes	1	2	2	0,5
Piciformes	1	3	4	0,9
Passeriformes	16	69	138	31,8
Total	63	221	434	100,0

en Chile y contribuye con el 85% de las especies de sapos chilenos. La distribución geográfica de algunas especies se muestra en la Fig. 6.5.

Los habitantes de Chile utilizaron en diferentes formas algunas especies de la fauna de vertebrados terrestres. Los indígenas del norte utilizaban el ganado y la vicuña. Hoy son famosas las pieles de vizcachas y chinchillas. Sin embargo, la explotación indiscriminada de varias especies de importancia económica llegó hasta su virtual extinción. Afortunadamente, hoy día se hacen esfuerzos por protegerlas y ayudar a su recuperación.

La zoogeografía de Chile Chile forma parte de la Región Neotropical que habitualmente se divide en dos subregiones, a saber, la Guayano-Brasileña y la Andino-Patagónica (Fig. 6.6).

La subregión Andino-Patagónica está compuesta de cinco provincias zoogeográficas. La mayor parte del territorio chileno actual se encuentra comprendido en la Provincia Zoogeográfica Chilena. Al sur del Golfo de Penas, el territorio chileno queda comprendido en la Provincia Patagónica y la mayor parte de los Andes de Chile están incluidos en la Provincia Andina, desde los 34° Lat. Sur hacia el norte. El sector de los Andes chilenos, entre los 34° y los 45° Lat. Sur, pertenece a la Provincia Sub Andina. Tal subdivisión de nuestro territorio refleja el conocimiento que los zoogeógrafos tienen de las distribuciones geográficas de la fauna chilena y sus particularidades. Esto se refiere, principalmente, a la abundancia de especies endémicas y, tal como se ha indicado más arriba, es más evidente en

anfibios y reptiles. La naturaleza peculiar de la fauna chilena, está asociada también, a ciertos cambios diastróficos, tales como la formación de los Andes y las glaciaciones del Cuaternario, que provocaron extinciones y recolonizaciones sucesivas.

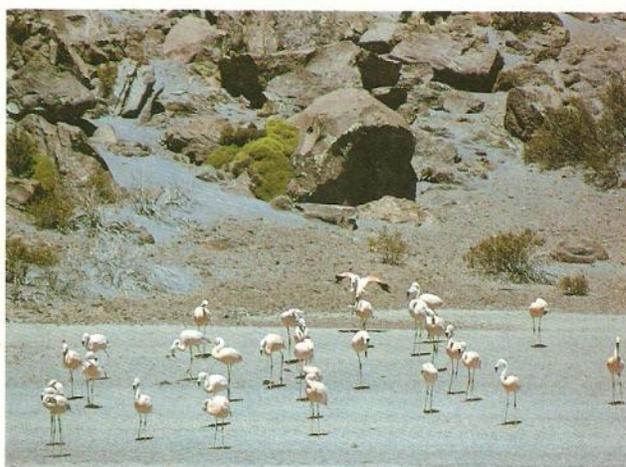
Al comparar la diversidad de especies de la Provincia Zoogeográfica Chilena con otras, ésta aparece con un bajo número de especies respecto a sus vecinas. Este hecho es más pronunciado aún, si se compara a Chile con las provincias zoogeográficas de la subregión Guayano-Brasileña, como por ejemplo respecto a las aves de Colombia que suman 1.556 especies, contra 434 de Chile. Esta circunstancia ha producido que la fauna de Chile sea descrita como depauperada, cuyo desarrollo tuvo lugar en condiciones de aislamiento relativo, después de la formación de los Andes.

En la fauna de Chile, se dan componentes de origen Andino-Patagónico que muestran relaciones filogenéticas con la fauna de Australia y Nueva Zelandia. Constituyen casos de este tipo, los anfibios Leptodactilos, los mamíferos Cenolestidos y las aves Rheiformes. Otros elementos de la fauna de Chile muestran relaciones filogenéticas con grupos de la Región Guayano-Brasileña y posiblemente derivaron de ellos. Tal es el caso de muchas especies de aves y algunos géneros de reptiles como *Liolaemus* y *Tropidurus*. Por último, existen componentes de la fauna de Chile que posiblemente derivaron de la fauna invasora (Plioceno) de la Región Neártica. Es el caso de los mamíferos camélidos, félicos, cérvidos y mustélidos.

Las particularidades de la fauna de Chile sugieren que, durante la historia evolutiva del país, su territorio se fue poblando paulatinamente y luego hubo especiación y radiación dentro de él, hasta llegar a la situación actual. Las posibles vías de poblamiento que pueden sugerirse, son los Andes y la costa en dirección norte-sur.

Además, ciertos puntos de los Andes permiten el paso de fauna en dirección este-oeste, tal como puede haber ocurrido en el pasado.

Cinco regiones bioclimáticas Desde el punto de vista ecológico, Chile ofrece un cuadro diversificado, acorde con su extensión y posición latitudinal. En el



Grupo de Flamencos (*Phoenicopterus ruber chilensis*) del Parque Nacional Lauca (Cotacotani). Los aimaras lo llaman Guaichete. (Foto: N. Piwonka)

Fig. 6.5 Distribución geográfica de algunos anfibios chilenos

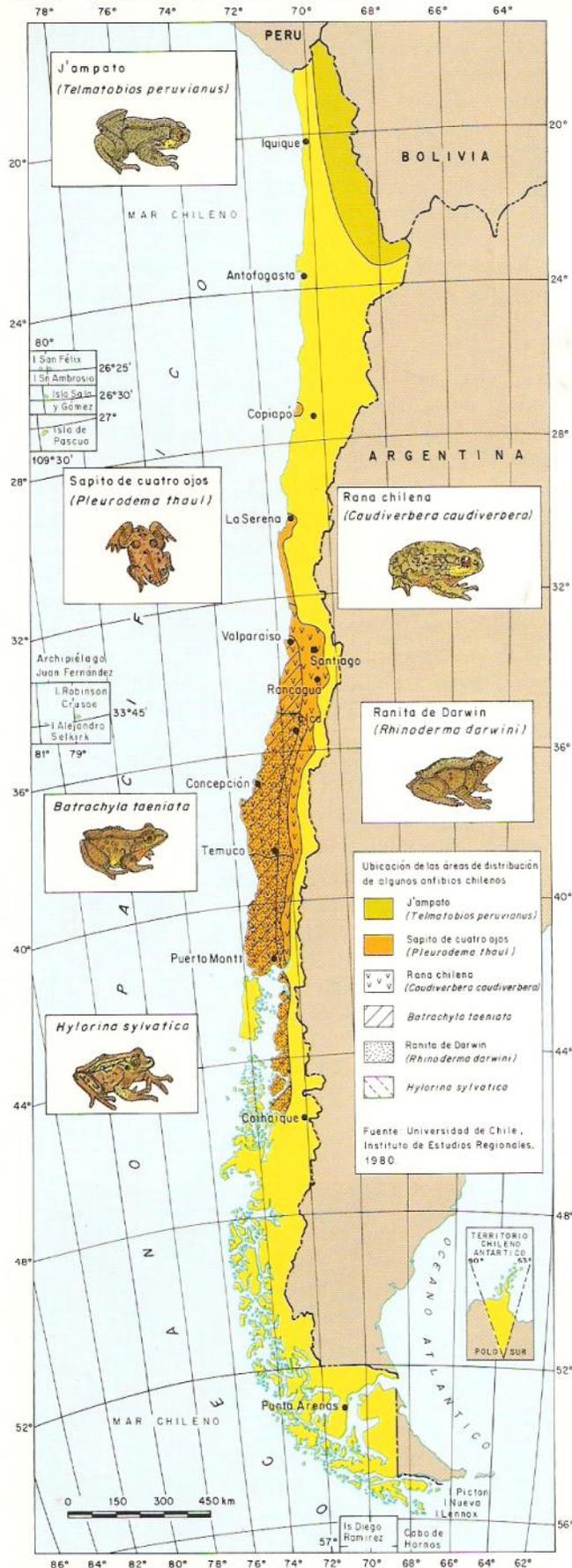
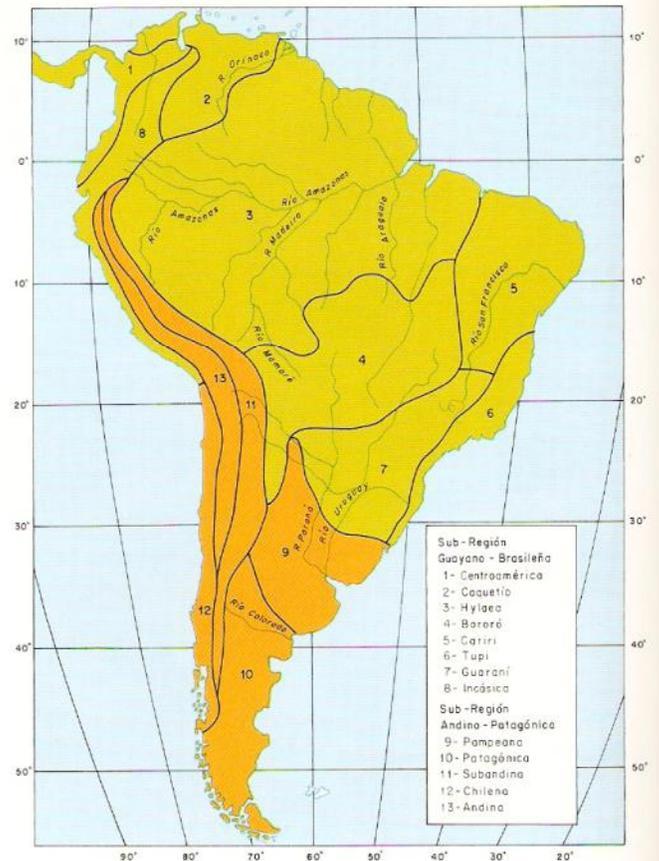


Fig. 6.6 Las provincias zoogeográficas de la región neotropical, según Cabrera y Yepes



diseño de un mapa ecológico para Chile, se consideran la fisiografía, el clima, la vegetación y la fauna, entre otros factores (Di Castri, 1968). Así, el territorio puede dividirse en cinco regiones de tendencias bioclimáticas: desértica, tropical, mediterránea, oceánica y continental andina. Estas regiones, a su vez, fueron subdivididas en quince subregiones que permiten un análisis más fino de la estructura de los ecosistemas. Las cinco regiones ecológicas mencionadas corresponden bastante bien a los diversos tipos de comunidades que encuentra el viajero al recorrer el territorio (Fig. 6.7).

A pesar de esta gran heterogeneidad del habitat, la fauna de Chile aparece poco diversificada, conduciendo a algunos autores a proponer que existen habitats que no están poblados y a suponer que el fenómeno podría ser consecuencia de eventos climáticos como las glaciaciones del Cuaternario.

Otro punto de vista es el que examina las interacciones de la fauna y la flora con el habitat. En este caso, es posible que el número actual de especies sea, tal vez, el más alto que puede tolerar cada ecosistema. De este modo, no existirían habitats sin utilizar. No obstante estas consideraciones, Chile aparece como un país en desarrollo, en que el hombre altera continuamente el paisaje, y puede llegar a amenazar la existencia de muchas especies únicas en todo el globo.

La herpetofauna de Chile continental Las contribuciones más destacadas al conocimiento de la herpetofauna chilena, son las obras: **Anfibios de Chile** de J. M.

Cei (1962) y **Reptiles de Chile** de R. Donoso Barros (1966).

A Partir de la década del 60, numerosas otras contribuciones han modificado considerablemente el cuadro general que se tenía acerca de los anfibios y reptiles de Chile. Ellas comprenden tanto la taxonomía, la distribución geográfica, la ecología, como el comportamiento de las especies. No obstante, se trata, en general, de estudios parciales y hasta la fecha son pocos los trabajos que enfocan en conjunto a los herpetozoos de Chile.

Los habitats preferenciales que ocupan las especies de herpetozoos chilenos, son consecuencia de características generales, tanto de reptiles como de anfibios, y reflejan las particularidades locomotrices de ambos grupos. Los reptiles se desplazan mucho más que los anfibios, los cuales son más sedentarios y restringen sus desplazamientos debido a la naturaleza especial de sus procesos reproductivos, estrictamente dependientes del agua. Tal es el caso, tanto para las especies de desarrollo indirecto, como para las que tienen una fase de desarrollo larvario acuático, y también para las especies que ovopositan en el suelo, pero que igualmente necesitan alta humedad para el desarrollo exitoso del embrión.

En la distribución ecológica de las especies de anfibios y reptiles de Chile, se distinguen principalmente, 4 tipos de habitats: acuático, marginal acuático, subterráneo y terrestre.

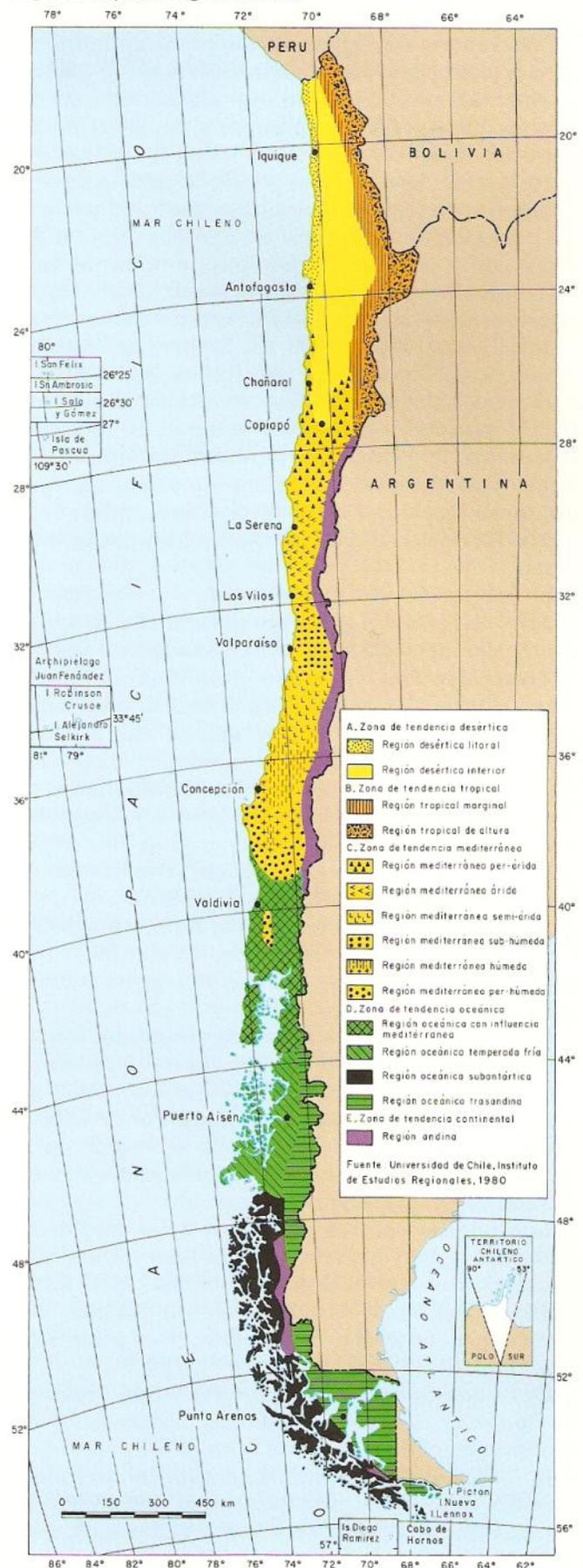
El habitat acuático comprende lagunas, ríos y esteros de curso permanente; no se incluyen las pozas temporales, producto de la acumulación de agua por precipitación, ni las vegas y pantanos con aguas superficiales. Las especies acuáticas de la herpetofauna chilena son aquellas que no abandonan el agua ya sea para obtener su alimento o para reproducirse (*Caudiverbera*, *Telmatobius*). Permanecen sumergidas, total o parcialmente, la mayor parte del tiempo y muestran adaptaciones morfológicas particulares, como membranas interdigitales y respiración cutánea.

El habitat marginal acuático está constituido por playas y desiertos del litoral marino, riberas de cursos de agua permanentes, pantanos y vegas con aguas claras o fangosas. Las especies que viven en los límites de estos ambientes semiacuáticos (*Alsodes*, *Pleurodema*), obtienen su alimento de ellos, buscan ahí refugio cuando se intenta su captura o bien depositan sus huevos en terrenos húmedos.

El habitat subterráneo está representado por excavaciones en las márgenes de esteros permanentes, cuevas bajo piedras o plantas en terrenos húmedos y secos, productos de agentes físicos o de la actividad propia de las especies que los habitan (*Eupsophus vertebralis*, *Batrachyla leptopus*). Estas especies permanecen la mayor parte del tiempo bajo estos sitios, en busca de refugio o reproduciéndose. Generalmente, su alimentación incluye también cutrópodos del suelo.

El habitat terrestre, por último, incluye especies de la herpetofauna chilena que tienen una independencia relativa del ambiente acuático y pasan la mayor parte del tiempo en el suelo, con o sin vegetación (*Bufo spinulosus*,

Fig. 6.7 Mapa ecológico de Chile



B. chilensis). También, algunas formas pueden vivir sobre arbustos y árboles (*Hylorina sylvatica*, *Bufo variegatus*).

Preferencias ecológicas de los reptiles Entre los reptiles chilenos no hay especies acuáticas. El habitat marginal acuático frecuentado por algunas especies de lagartos, corresponde a las planicies y playas del litoral. Entre las especies de este grupo están los gekkos del Norte Grande, representados por *Phyllodactylus gerrhophygus*, que permanecen escondidos bajo piedras durante el día y cuya actividad principal se desarrolla en horas del crepúsculo y la noche. Esta especie penetra también hacia regiones interiores, donde es posible observarla en lugares provistos de vegetación arbustiva y piedras, en el valle de Lluta y en los oasis del Desierto de Atacama (Quillagua). Otras especies de gekkos que también ocupan este habitat, se distribuyen más hacia el sur y son *Garthia gaudichaudi* y *Homonota dorbigny*, de la región supralitoral de Coquimbo y Aconcagua, respectivamente. Dos especies de Iguánidos son notables porque frecuentan las playas incluyendo especies marinas en sus dietas; ellos son *Tropidurus peruvianus* y *Liolaemus nigromaculatus*.

El habitat subterráneo lo utilizan principalmente especies de Iguánidos que deben soportar climas rigurosos de alta montaña, tales como *Ctenoblepharis jamesi* y *Liolaemus leopardinus*.

Las especies de los habitats terrestres desarrollan preferencias por áreas en que predominan la arena (*Tropidurus tarapacensis*, *Liolaemus multiformis*), las piedras (*Liolaemus nitidus*, *L. altissimus*) o las plantas anuales de praderas (*Liolaemus lemniscatus*, *L. fuscus* y *Tachymenis peruviana*). Por último, también hay un grupo de especies que trepan sobre árboles y arbustos; tal es el caso de *Liolaemus tenuis*, *L. gravenhorsti* y *L. chilensis*.

Algunos órdenes de mamíferos representados en Chile Dentro de las 121 especies de mamíferos que habitan nuestro territorio, tenemos 10 especies endémicas o nativas de la región.

Las tres familias de carnívoros representados son los cánidos (zorros), los félidos (puma y gatos monteses) y los mustélidos (chingues, nutrias y hurones), todos los cuales tienen mayor número de especies. Por sus hábitos alimenticios y por la extensión de la agricultura, estas especies van siendo desplazadas gradualmente y algunas de ellas están en peligro de extinción.

Los roedores chilenos pertenecen a los subórdenes Hystricomorpha y Myomorpha. Los primeros se consideran originarios de la Región Neotropical, con antecedentes fósiles desde el Oligoceno. En cambio, los Myomorpha invadieron Sudamérica en épocas más recientes.

De los marsupiales chilenos, como *Marmosa*, *Dromiciops* y *Rincholestes*, los dos últimos son endémicos y de distribución restringida.

El *Dromiciops* (Monito del monte) tiene características similares a los fósiles (Microbioterinos) del Oligoceno Superior de Argentina (Santa Cruz), lo que sugiere un origen patagónico. En cambio, *Marmosa*, está más directamente relacionada con los Didélfidos de Sudamérica. Por otra parte, *Rincholestes*, es un Cenolestido



Cabeza del lagarto llorón (*Liolaemus chilensis*) de la región de Santiago. (Foto: N. Piwonka)

emparentado sólo con otros dos géneros de Sudamérica. Estos marsupiales son de pequeño tamaño e insectívoros, capaces de acumular grasa en su cola y de disminuir su temperatura corporal para ahorrar energía.

Los quirópteros están representados por 4 familias. Los más importantes son los vespertilionidos con 5 especies. El piuchén (*Desmodus rotundus*) se alimenta de sangre de animales domésticos y silvestres, tales como lobos marinos y aves. Por sus hábitos de alimentación, esta especie es un trasmisor potencial de enfermedades como la rabia y la encefalomielitís. Las demás especies de murciélagos de Chile son todas insectívoras, por lo que pueden considerarse beneficiosas para el hombre.

Zonas y áreas de distribución de los mamíferos Las distintas especies de mamíferos se distribuyen en diversos lugares del territorio, siendo la parte más sureña de la zona central la que contiene el mayor número de especies endémicas. La distribución de la fauna de mamíferos chilenos se presenta en las distintas zonas geográficas de acuerdo al siguiente esquema.

En la zona norte, así como sucede con algunas especies marinas la influencia de la corriente del Perú favorece igualmente la aparición de algunas especies de la fauna terrestre. Sin embargo, en general, la fauna de esta región es pobre, aparte de cierto contacto entre especies venidas del sur y del norte, proceso que en general es poco conocido. Con la excepción de unos pocos murciélagos (e.g. *Desmodus* y *Tadarida*) no existen verdaderos mamíferos tropicales en Chile.

En la zona de la Puna, el mamífero más ubicuo es la vizcacha de la montaña (*Lagidium*). Sin embargo, su distribución va desde las más altas cumbres de los Andes, las mesetas de las provincias de Tarapacá, hasta el distrito de Última Esperanza, en la Patagonia, más allá de los 52° Lat. Sur. Otros mamíferos que se distribuyen en esta zona son: *Akodon andinus*, *Phyllotis*, *Aconaemys*, *Chinchilla*, *Dusicyon culpeus*, *Hippocamelus*, *Lama guanicoe*, y *Vicugna vicugna*. Igualmente, puede ser encontrado el tuco tuco boliviano (*Ctenomys opimus*).

En el desierto atacameño hay escasos mamíferos representantes exclusivos de la zona. Se observa, a veces, la presencia de ciertas especies de la Puna, como la chinchilla y el guanaco, que antiguamente llegaban



Monito del Monte (*Duomicrotus australis australis*) de la región de los lagos del Sur de Chile. (Foto: H. Niemeyer Jr.)

hasta el mar, por lo menos ocasionalmente. Unos pocos roedores como *Akodon* y *Oryzomys* también son frecuentes. *Phyllotis*, aunque es común en la zona más al sur, puede ser observado en las partes altas donde apenas se diferencia como subespecie. Una especie de murciélago (*Myotis atacamensis*) aparece de Arica hasta Elqui; sin embargo, al parecer se distribuye también en las planicies argentinas.

En la zona central (*Coquimbo a Concepción*) se encuentra la mayoría de los mamíferos de Chile, aunque la gran proporción de ellos está confinada en la parte más sureña. Dos géneros: *Octodon* (Degu) y *Spalacopus* (Cururo), y otras pocas especies, como *Abrocoma benetti* (ratón chinchilla) y el carnívoro *Felis pajeros*, parecen, sin embargo, confinados exclusivamente a esta zona.

Otras especies propias de la zona central son la comadreja (*Marmosa elegans elegans*); el zorro gris llamado chilla (*Canis culpeus*); el puma (*Felis concolor puma*); el gato montés (*Felis guigna tigrillo*); el coipo (*Myocastor coypus coypus*) y diversos roedores, como *Notiomys megalonyx megalonyx*, *Akodon longipilis longipilis*.

En la zona del bosque templado valdiviano, existen varias especies de mamíferos exclusivos de la región. Ellos son los marsupiales *Rhyncholestes raphanurus* y *Dromiciops australis*, el roedor *Irenomys tarsalis* y el ungulado *Pudu pudu*. Este último también puede llegar hasta la zona fueguina y, ocasionalmente, aparecer en la zona central. Aparte de ellos, están aquí presentes las especies de los géneros mencionados en la zona central.

En la zona fueguina tenemos como típicas algunas especies de roedores y el zorro colorado magallánico (*Culpeus magellanicus*).

Por último, en la zona patagónica, encontramos diversas especies características de la región, que no se encuentran en otros lugares del país, como el zorro gris o zorro de la pampa (*Canis griseus*), el zorrillo pampeano (*Conepatus humboldti*), el huroncito (*Lyncodon patagonicus*), el tuco tuco (*Ctenomys magellanicus*), el ratón de cola corta

(*Reithrodon auritus cuniculoides*); y diversos otros roedores, como *Euneomys chichilloides*, *Phyllotis micropus* y *Phyllotis xanthopygus*.

Mamíferos notables: el chungungo Dentro de la familia mustélidos, subfamilia *Lutrinae*, sobresale la especie conocida popularmente en Chile con el nombre de chinchimen o chungungo (*Lutra felina*). Se diferencia de todas las especies de la subfamilia por tener el borde superior del rinario en línea transversal recta y por su pelaje aterciopelado, largo y pulido, de un color rojo amarillento, más pálido por debajo. En la cabeza, parte central del dorso y cara externa de los miembros, el color es más oscuro, casi chocolate y las patas y la cola son todavía más oscuras. La borra oculta bajo el pelo es ligeramente azulada. Desde el hocico a la base de la cola este mustélido tiene unos 65cm. de largo y su cola mide cerca de 30cm. En su ecología y hábitos también se diferencia de los demás miembros del género, pues vive en la zona costera, especialmente en la isla de Chiloé, el archipiélago de los Chonos y hacia el sur, en los canales fueguinos y Tierra del Fuego. Observaciones acerca del chungungo o nutria de Magallanes, como se le ha denominado, las tenemos a través de las numerosas expediciones científicas que han visitado la región.

El chungungo obtiene su alimento de peces y crustáceos que captura a nado y que come flotando de espaldas. Como todos los miembros del género, busca refugio en alguna oquedad entre las rocas o en agujeros que hace en el suelo. Los indígenas fueguinos practicaban una intensa caza del chungungo ayudándose con sus perros; generalmente empleaban sólo el cuero para hacer capas.

El puma, león legendario El puma o león americano (*Felis concolor puma*), recibió el nombre de león por los españoles, probablemente a causa del parecido que estimaron tenía con el león de África. En todos los países americanos de habla castellana se le denomina puma, término de origen quechua y que ha pasado al lenguaje científico para designar el género.

De todos los carnívoros de América, el puma es el que muestra una distribución más amplia. En efecto, habita desde los 50° Lat. Norte hasta el Estrecho de Magallanes, y desde la costa del Atlántico al Océano Pacífico. Si no se le encuentra en algunos lugares es porque ha sido exterminado o porque ha desaparecido ante el avance de la agricultura y la urbanización. Presenta veintinueve variedades locales basadas en el color de la piel y otras diferencias que se observan en el cráneo. La especie típica que habita nuestro país y el borde occidental de la Cordillera de los Andes, se denomina *Felis concolor puma*, mientras que la forma que habita en las llanuras patagónicas es denominada *Felis concolor pearsoni*.

El puma puede ser descrito como un felino de formas esbeltas y musculosas, de cabeza corta y ancha, orejas redondas, más bien pequeñas y la cola larga y gruesa, casi de un mismo grosor en toda su longitud. En la Cordillera de los Andes se han observado ejemplares machos, cuyo cuerpo, incluida la cabeza, medía 1,50m. de longitud y la cola 75cm. La mayoría de los ejemplares

son de color bayo oscuro o leonado rojizo, pero junto a ellos, se encuentran otros de tonalidades grises, a veces de color plomo. En unos y otros, el color se presenta en forma más intensa a lo largo de la parte superior del cuello, en el espinazo y en la frente; en cambio, es muy pálido, casi blanco, en las partes inferiores y en el interior de las orejas. Por fuera, éstas tienen el borde y la punta muy oscura y también manchas oscuras a ambos lados del hocico y en la punta de la cola. Los cachorros del puma son de color bayo claro con manchas negras muy esparcidas, en las primeras semanas de vida. Es posible encontrar ejemplares negros o casi negros, como también, aunque son más raros, casos de albinismo.

Los hábitos furtivos del puma El puma puede vivir en cualquier sitio, dependiendo del alimento y los lugares de refugio disponibles. Sus habitats pueden ser llanos con vegas, lo mismo que zonas accidentadas y de vegetación esteparia. Busca lugares de refugio, ya sea en cuevas, en el sotobosque o, simplemente, en ramas altas y gruesas de árboles de gran tamaño.

Por lo general, cada individuo anda solo y cazando para sí, salvo en la época de celo o cuando se trata de una hembra con sus hijos. Los desplazamientos del puma son rápidos, y actúa en forma silenciosa y furtiva, lo que torna difícil su observación aun en los sitios donde más abunda.

Desde que se le conoce se ha señalado la particularidad de que, siendo muy aficionado a subir a los árboles, no lo hace como los otros felinos, ayudándose de las uñas, sino mediante un salto, descendiendo del mismo modo. Diversas observaciones atestiguan que es capaz de saltar al suelo desde una rama situada a quince metros de altura, e incluso se le ha visto hacerlo desde una barranca de dieciocho metros de elevación. Los saltos en terreno parejo no son menos espectaculares; algunos autores informan haberlo visto dar saltos hasta de doce metros para cazar sus presas.

Para muchos autores, se trata de un animal destructor y agresivo. Generalmente, come parte de sus presas o si está sediento lame la sangre. No arrastra las presas para comerlas en otro lugar, como lo hace la mayoría de los felinos, sino que come en el lugar donde la cazó. Luego, antes de marcharse, procura tapparla con ramas o con pajas y a veces con tierra si no dispone de otra cosa. Captura sus presas mediante un fuerte zarpazo o bien las coge y sacude con el hocico, al modo del gato con el ratón. Su comportamiento de caza hacia animales grandes está dado por un acercamiento sigiloso, procurando colocarse a distancia suficiente como para saltar sobre él. En cuanto al modo de matar, tuerce fuertemente hacia atrás la cabeza de sus víctimas con lo cual les disloca el cuello casi inmediatamente.

El puma, en ciertas ocasiones, puede causar daños al ganado. En períodos especiales puede intentar, incluso, dar caza a caballos o vacunos que se hallen en las proximidades, aunque en general busca presas en terneros o potrillos y más frecuentemente, en ovejas o cabras.

Según algunos, este felino demuestra gran aversión por los perros, y hasta los pumas mantenidos en

cautiverio pueden ser peligrosos para ellos. Si se produce una lucha entre ambas especies, la ventaja estará casi siempre de parte del puma por su mayor agilidad y soltura de movimiento.

Un hecho constatado por todas las observaciones es que, salvo en circunstancias muy especiales, el puma no ataca al hombre y se aleja ante su presencia, aunque no parece asustarse.

Los pumas crían en cualquier época del año, pero más generalmente en otoño o invierno. Los machos enclados pueden disputar la hembra luchando entre sí. En estas épocas y cuando anda de caza, hacen oír con cierta frecuencia su grito, una especie de maullido largo y estridente que causa la impresión de un lamento. La gestación dura trece semanas y la hembra da a luz entre uno y tres cachorros, que nacen con los ojos cerrados y la piel cubierta de un pelo muy fino, amarillento y con manchas negras. A los ocho o nueve días abren los ojos y, aproximadamente, a los seis meses cambian de color y toman el de los adultos, aunque algunos retienen el pelaje juvenil hasta el año y medio. La madre demuestra gran cariño por sus pequeños y puede pasarse largos ratos jugando con ellos. Cuando existe cualquier amenaza, los pone fuera de peligro cogiéndolos con el hocico como lo hacen todos los félidos.

Un mamífero peculiar de Chile: el coipo El coipo (*Myocastor coypus coypus*) es probablemente uno de los mamíferos más característicos de la fauna del país. Habita en ambientes semi-acuáticos, sus proporciones alcanzan a los 50cm. entre cabeza y cuerpo, y la cola mide más de 40cm. Esta es desnuda en su mayor longitud y presenta superficie muy escamosa. Las extremidades son cortas, las manos muy ágiles y provistas de cinco dedos con membranas interdigitales bastante desarrolladas. Su área de distribución comprende la zona central y el bosque valdiviano. El pelaje del coipo está constituido por dos clases de pelo: uno corto o borra que es bastante fino y sedoso, de coloración castaño oscuro, y el pelo largo y cerdoso, mucho más claro y diseminado. La forma típica del coipo se considera como propia de Chile y oeste de Argentina.

Los camélidos Con el nombre genérico de *Lama* se comprende a tres de los cuatro camélidos sudamericanos: el guanaco (*Lama guanicoe*), la llama (*Lama lama*) y la alpaca. El guanaco fue denominado "oveja de la tierra" por los conquistadores españoles. La llama y la alpaca sólo se conocen en domesticidad. Los tres son animales de cuerpo esbelto, aun cuando sus formas están disimuladas por un pelaje lanoso, espeso y a veces muy largo. El cuello, delgado y largo, sostiene una cabeza relativamente chica, con el hocico fino, las orejas largas, estrechas y puntiagudas y los ojos a flor de las órbitas. Las patas son también delgadas; las posteriores tienen un espacio pelado y glanduloso a cada lado de la región metatarsiana, mientras que la cola es bastante larga y desnuda por debajo.

El guanaco (*Lama guanicoe*) es la única especie de este género que todavía existe en estado silvestre, constituyendo uno de los elementos más característicos de la fauna de la subregión zoogeográfica andino patagónica.

Ha sido durante siglos, la presa de caza por excelencia de los pueblos nativos de la América austral. El nombre guanaco o huanaco es quechua y los araucanos lo denominaban "luan".

Las aves: Componente principal de la fauna La avifauna chilena reúne el 66% del total de la fauna de vertebrados terrestres del país. Su distribución en el territorio no es pareja y la mayor abundancia la encontramos en la región central, apreciándose una sensible disminución hacia los extremos norte y sur.

En la zona desértica costera del norte existen especies características de fringilos, como el negrilla (*Volantinia jacarina*), y el pizarrita (*Xenospingus concolor*). Sin embargo, se trata de aves de amplia distribución en la costa peruana, pero están ausentes en el resto de Chile. Las aguas frías de la corriente de Humboldt, permiten también que numerosas especies de aves marinas de origen subantártico, como albatroses, petreles y pingüinos puedan llegar casi hasta la línea ecuatorial.

En cambio, en la zona desértica interior hay pocas aves, todas de origen austral, como el minero (*Geositta cunicularia*) y el minero chico (*G. marítima*).

La zona de la Puna contiene una avifauna abundante y diversificada que es característica y distinta de otras regiones del país. Son notables el caití (*Recurvirostra andina*), la tagua gigante (*Fulica gigantea*), el ñandú (*Pterocnemia pennata*) y las tres especies de parinas (flamencos).

La zona templada, con sus subdivisiones desde el río Copiapó al Biobío y la zona austral de bosques húmedos valdivianos, es la que tiene el más alto porcentaje de especies de aves. Son características de la primera, la perdiz común (*Nothoprocta perdicaria*), y la turca (*Pteroptochos megapodius*). A su vez, en los bosques valdivianos, encontramos otras especies como la cacheaña (*Enicognathus ferrugineus*), el carpintero negro (*Camephilus magellanicus*), el martín pescador (*Megaceryle torquata*) y muchos otros.

La zona fueguina que incluye los bosques e islas entre el Golfo de Penas y el Estrecho de Magallanes, y los archipiélagos de Tierra del Fuego, tienen una fauna poco conocida de aves. La mayor parte de ellas provienen de la zona valdiviana, pero hay otras típicas, como el churrete chico del sur (*Cinclodes oustaleti*), el churrete austral (*Cinclodes antarcticus*) y el minero (*G. antarctica*).

Por último, en las regiones donde la pampa patagónica penetra a Chile, como en Aisén y Magallanes, existen igualmente algunas aves características, tales como el ñandú (*Pterocnemia pennata*), la perdiz austral (*Tinamotis ingoulfii*) y muchas aves subantárticas.

Los diversos órdenes, familias y especies de aves Los órdenes cuyos representantes reúnen el porcentaje más alto de especies, son las Procellariiformes, con un 11,75% del total de aves de Chile; las Charadriiformes con un 19,59%; y el orden Passeriformes con un 31,80%.

El orden Passeriformes comprende 16 familias con varias especies de zorzales, tencas, chercanes, bailarines, cerrojillos, golondrinas, trepadores, fringilinos, chincoles, gorriones, tanágridos, tordos, loicas, triles y otros.

Una familia destacada dentro de dicho orden es la *Mimidae*, dentro de la cual se incluye la tenca común (*Mimus thenca*). Otra, la *Fringillidae*, tiene como miembro característico a la diuca (*Diuca diuca*) con amplia distribución en todo el territorio, pues se la encuentra en la extensa zona comprendida entre el sur de Coquimbo y Aisén, exceptuando únicamente las regiones cordilleras por encima de los 1.500m. Por último, se puede señalar la familia *Icteridae*, a la cual pertenecen los tordos, loicas y triles. La loica (*Sturnella loica*) es un ave muy conocida en Chile y de amplia distribución. Se distingue fácilmente de cualquier otro pájaro chileno por su peculiar y llamativo pecho rojo, aunque en la hembra, el rojo es más pálido; además, su canto es muy melodioso, pero poco variado. Sus huevos se cuentan entre los más hermosos de todas las aves chilenas.

En el orden Charadriiformes, el segundo en importancia, tenemos representadas 13 familias, las más importantes de las cuales son la *Haematopodidae*, con diversas especies de pilpilenes. La familia *Charadriidae*, con chorlos, queltegües, etc.

Una presencia familiar: el queltegüe Miembro de la familia *Charadriidae*, el queltegüe (*Vanellus chilensis*) se cuenta entre las aves mejor conocidas de Chile. Su habitat familiar son los pastizales y campos regados. Con toda facilidad puede llevar una vida semidoméstica en huertos y jardines. Sus dos especies abarcan casi todo el país. De unos 37 a 40cm. de longitud, el queltegüe, luce un plumaje blanco y negro muy brillante; es reconocido sin la menor dificultad por el grito fuerte y estridente que lanza a cada instante, especialmente durante el vuelo, con el cual avisa su presencia a todos los pobladores cercanos.

El queltegüe es insectívoro y se alimenta de toda clase de gusanos, coleópteros y otros insectos nocivos a la agricultura; por tal razón, merece ser ampliamente protegido. En el campo vive en parejas o en bandadas sueltas que rara vez pasan de unos doce ejemplares, mostrando preferencia por los terrenos húmedos, campos arados y orillas de las lagunas y ríos. Frecuenta los mismos parajes todo el año y empieza a anidar muy temprano, generalmente en el mes de julio, esto es, en pleno invierno. Su nido no pasa de ser una mera depresión en el suelo, redondeado por el cuerpo del ave, a veces con pasto seco, y se ubica casi siempre en las partes más secas.

Las aves de rapiña Son aves muy conocidas en Chile aquellas que pertenecen al orden Falconiformes. Dentro de él tenemos a varias familias destacadas: *Cathartidae* que comprende a los cóndores, buitres y jotes; *Accipitridae*, que comprende águilas, aguiluchos, peuco, varis, etc.; *Falconidae*, con halcones, tiiques, cernícalos, traros, etc.; y la familia *Pandionidae*, de las águilas pescadoras.

Dentro de la familia *Accipitridae* sobresale el peuco (*Parabuteo unicinctus*), probablemente una de las aves de rapiña más abundantes de Chile. Su zona de distribución se extiende desde Arica a Chiloé. Se le encuentra en la precordillera hasta la costa y, de preferencia, en la campiña abierta o en cerros bajos cubiertos de arbustos.



Cóndor (*Vultur gryphus*), Parque Nacional Lauca. (Foto: N. Piwonka)

El peuco adulto puede ser reconocido con facilidad por su plumaje, en general, muy oscuro. En la parte superior es negro, con una zona café en los hombros y otra cremosa en la rabadilla y, por debajo, es igualmente negro pero con tintes de canela. Otros rasgos son: cola negra con una banda blanca en la punta, pico azulado y patas amarillas. La coloración es igual en ambos sexos y no se producen fases melánicas u otras variaciones de plumaje como en el caso de otras especies de la familia (e.g. aguiluchos). Sus desplazamientos son muy rápidos y su dieta incluye pajarillos, pollitos y palomas; también come lagartijas, sapos, conejos y otros mamíferos. El peuco se considera en Chile enemigo de las aves de corral.

Una figura llamativa y gallarda: el traro El traro (*Polyborus plancus*), miembro del grupo de los tuiques o caracaras, es decir, de aquellos falcónidos que se alimentan en parte de carroña, se distribuye por todo el país. De color pardo oscuro, con cabeza negra adornada de plumas sobresalientes en forma de moño y zonas cremosas en la garganta y mejillas, el traro presenta una figura llamativa y gallarda que no admite confusión con ningún otro miembro de la familia, al tiempo que su voz ronca semejante al ladrido de un perro sirve para identificarlo a distancia. Se alimenta por igual de ratones y otros mamíferos más pequeños, pollitos de aves silvestres y domésticas, culebras, sapos, cangrejos, gusanos y, a falta de presas vivas, también come con gusto la carroña. La manera de cazar su presa es muy diferente a la mayoría de las rapaces, pues, en lugar de lanzarse sobre ella desde el aire, baja a tierra a cierta distancia, se acerca caminando y, en seguida, la persigue saltando velozmente hasta alcanzarla.

En la zona magallánica, donde es más abundante, el traro llega a ser una constante amenaza para el ganado lanar, pues puede atacar a los corderillos recién nacidos e incluso a las ovejas adultas, si las encuentra muy debilitadas. También los ñandúes de esta zona deben cuidar sus crías de las incursiones de este merodeador.

El nido del traro es extraordinariamente voluminoso, construido de palos secos con amplia taza forrada con material vegetal blando o lana de ovejas, colocado por lo general en árboles muy altos.

En las regiones septentrionales, la postura, casi siempre de dos huevos, o tres por gran excepción, comienza en septiembre u octubre, pero más al sur se retrasa hasta noviembre o diciembre. Los huevos son muy llamativos, profusamente manchados de rojo o color ladrillo oscuro sobre un fondo de color crema con tintes rosados.

La mayor ave de rapiña conocida: el cóndor El cóndor (*Vultur gryphus*) es la más grande y pesada entre todas las aves que vuelan. Vive en toda la extensión de la cordillera de los Andes, el cordón montañoso más largo del mundo, desde su nacimiento en Colombia y Venezuela hasta sus últimos baluartes en Tierra del Fuego y Cabo de Hornos. Por regla general, se hospeda en las grandes alturas, pero en el Perú, las provincias del norte de Chile y también en las del extremo sur de nuestro país, se le ve frecuentemente en la misma costa.

Es también la más grande entre todas las aves de rapiña, pues alcanza a tener un tamaño de 3 a 3,25m. Se distingue de inmediato no sólo por su tamaño, sino también por la cabeza y cuello desprovistos de plumas, un gran collar blanco y dos anchas franjas blauecinas que ostenta en las cubiertas alares, que se destacan nítidamente al observarlo en vuelo.

El macho se distingue de la hembra por la presencia de una cresta carnosa de color negro rojizo, que comienza en la zona media del pico y llega hasta la corona.

El cóndor carece de las garras ganchosas y de puntas aceradas de las águilas y halcones, con pico menos fuerte, no se lanza sobre su presa como aquéllos, y procura alimentarse de preferencia de la carne de animales muertos, los que logra ubicar desde gran distancia, sin emplear el olfato como se supone comúnmente, sino por su vista extraordinariamente aguda. Planca sin esfuerzo a prodigiosa altura y si localiza el cuerpo muerto de algún mamífero, inmediatamente comienza a descender describiendo círculos en espirales cada vez más cerrados hasta llegar a tierra. Frecuentemente recurre también a la matanza de corderillos u otros animales recién nacidos, si puede separarlos de sus madres, o ataca animales enfermos o desnutridos.

El cóndor logra pasar mucho tiempo sin alimento, pero en cambio, cuando obtiene alguna presa, come con gran apetito y luego le es difícil emprender el vuelo. Esta circunstancia era aprovechada antiguamente por los lugareños para darle caza, hecho que se describe en la literatura colonial.

Esta ave escoge cuevas o cavernas profundas en los riscos o precipicios para anidar o como refugio, la mayoría de la veces muy inaccesibles. La época de postura e incubación se extiende desde septiembre u octubre hasta diciembre o enero; pone un sólo huevo y muy excepcionalmente dos, los cuales reposan en un nido rudimentario de palos secos o sobre el mismo suelo. El huevo mide más de 10cm. de largo y es de forma ovalada, blanco y sin pintas de ninguna clase.