

Guía básica de vulcanología

— Para recorrer senderos en el Volcán Osorno —

*Esta publicación ha sido financiada por la
Corporación de Fomento de la Producción (CORFO),
a través del subsidio línea “Prototipos de Innovación
Social”, Región de Los Lagos, ejecutado por la
Fundación Sendero de Chile.*

Primera edición: 500 ejemplares

*Editor: Sebastián Infante
Colaboradores: Gabriela Navarro y
José Miguel Dattoli
Gráfica y diagramación: Viviana Díaz
Impresión: Gráfica Andes*

Proyecto apoyado por



Introducción	6
--------------	---

I. LOS VOLCANES NOS ENSEÑAN QUE LA TIERRA ESTÁ VIVA

1. Reconociendo las capas de la Tierra	8
2. La corteza terrestre está fragmentada	9
3. La corteza terrestre tiene distintos grosores	12
4. Las placas tectónicas se desplazan en distintas direcciones	13
5. Reconociendo la deriva al este de la Placa de Nazca y sus impactos	16
5.1 La dorsal del pacífico oriental	17
5.2 La fosa de Atacama	18
5.3 Su impacto en el relieve de la Placa Sudamericana	19
5.4 La Cordillera de los Andes y su cinturón de volcanes	20
5.5 La falla Liquiñe Ofqui	24
6. El viaje ascendente del magma	25
6.1 Características	26
6.2 Tipos de erupción	28
6.3 Impactos en la atmósfera y el clima	30
7. Peligros volcánicos	30

II. UN LABORATORIO NATURAL PARA ESTUDIAR LA MODELACIÓN DEL PAISAJE

1. Historia geológica	36
2. Amenazas y peligros	39
3. Hidrografía	40
4. Biodiversidad	42

III. RUTAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN VULCANOLOGÍA

1. Espeleología en la Caverna La Burbuja	48
2. Sendero al Cráter Parásito	50
3. Sendero El Solitario	52
4. Sendero Paso Desolación y Lago Todos los Santos	54
5. Consejos para un recorrido seguro y responsable	56
Referencias bibliográficas	58

I. Los volcanes nos enseñan que la Tierra está viva





«Estábamos en una ignorancia casi completa de la geografía de uno de los puntos más interesantes de Chile: hablo del llano intermedio después de 300 leguas de curso se transforma en el golfo de Reloncaví, dejando un poco atrás una grande laguna, el más extenso de todos los lagos de Chile, i dos grandes volcanes con una cordillera llena de fabulosas tradiciones. El estado de conocimientos acerca de este lugar se limitaba a la existencia de un volcán que llevaba dos nombres: el de Calbuco i el de Osorno. Al pie de este volcán se suponía haber una inmensa laguna...»

INTRODUCCIÓN

Así inicia su relato el sabio polaco Ignacio Domeyko, dando cuenta de su viaje de exploración a los lagos Llanquihue y Todos los Santos en la década de 1850, destinado a reconocer los volcanes Osorno y Calbuco y el paso por la cordillera al lago Nahuel Huapi.

En contraste, 170 años después, el volcán Osorno representa hoy día un elemento emblemático del paisaje cotidiano para muchas personas que viven en la cuenca del lago Llanquihue y muchas otras localidades de las provincias de Osorno y Llanquihue, constituyéndose en un ícono de identidad territorial de escala regional. También representa una belleza escénica que le da jerarquía paisajística

al destino turístico del que forma parte esencial, atrayendo a miles de visitantes a su entorno año a año.

A través del desarrollo de las ciencias de la tierra y la cartografía, hoy se cuenta con un sólido conocimiento de las características del volcán Osorno y de los demás volcanes de la tierra. Pero no solo eso: también se han consolidado grandes progresos en el entendimiento de los fenómenos y dinámicas geológicas que explican el comportamiento de los volcanes y que permiten estimar los tipos de riesgos que enfrentan las poblaciones y la biodiversidad más próximas a ellos y proponer acciones para velar por su seguridad en caso de emergencias.

Dada la cercanía del volcán, su facilidad de acceso y una excelente plataforma

de servicios en el entorno, característica poco común entre los volcanes del país, pensamos que constituye un privilegiado laboratorio natural para implementar proyectos de educación ambiental en ciencias de la tierra, en un contexto de mejoramiento de la calidad de la educación a nivel regional y nacional.

La guía educativa de vulcanología que presentamos en esta edición está dirigida a un público diverso, compuesto por educadores, guías turísticos y personas independientes que les interese organizar salidas grupales al volcán Osorno, con fines educativos, formales o no formales, o fines recreativo / culturales.

Invitamos a leer este libro a todos quienes acepten con entusiasmo enfrentar los desafíos de caminar por senderos diferentes a los ya recorridos. Que les interese explorar y descubrir el patrimonio en contacto directo con la naturaleza, combinar el conocimiento con lo lúdico. Recuperar su capacidad de asombro y reconocer sus propias sensibilidades y emociones, respecto de la memoria, la estética y la diversidad.

El espíritu que anima la publicación es contribuir al desarrollo de una educación para la sustentabilidad al aire libre en la región de Los Lagos, que conciba el desarrollo de una nueva relación del “nosotros” –sea una escuela, una familia o un grupo de amigos- con la naturaleza y nuestros pares, a partir de distintas experiencias de visita organizada al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, con el ánimo de recorrer sus senderos y disfrutar de sus bosques y miradores.

Un primer objetivo es entregar una base de conocimientos sobre el origen y el funcionamiento de los volcanes como agentes creadores de la corteza terrestre. Todo esto, en base a una secuencia de textos breves y simples, intercalados con infografías, concatenados temáticamente, que permitan una fácil comprensión de los fenómenos geológicos que están detrás.

Segundo, entender el rol del volcán Osorno en la modelación del relieve que lo rodea, estudiando los diferentes impactos de su actividad en la formación de tres cuencas hidrográficas andinas distintas: Rahue, Maullin y Petrohué, así como las zonas de riesgo de desastres naturales asociadas a su eventual actividad eruptiva. Y reconocer en él, la rica biodiversidad que se aloja en sus diferentes pisos vegetacionales en una zona de bosque nativo protegido del clima templado lluvioso del sur de Chile.

Tercero, a partir del recorrido por senderos en las laderas del volcán -y aprovechando sus excelentes miradores panorámicos a los volcanes Calbuco y Puntiagudo, al monte Tronador, a los valles y lagos Llanquihue y Todos los Santos-, estudiaremos la biodiversidad presente en el área y reconoceremos las geoformas ocasionadas por la actividad del volcán y la tectónica de placas. Se incluye también un conjunto de consejos útiles para asegurar un recorrido seguro y responsable.

1. RECONOCIENDO LAS CAPAS DE LA TIERRA

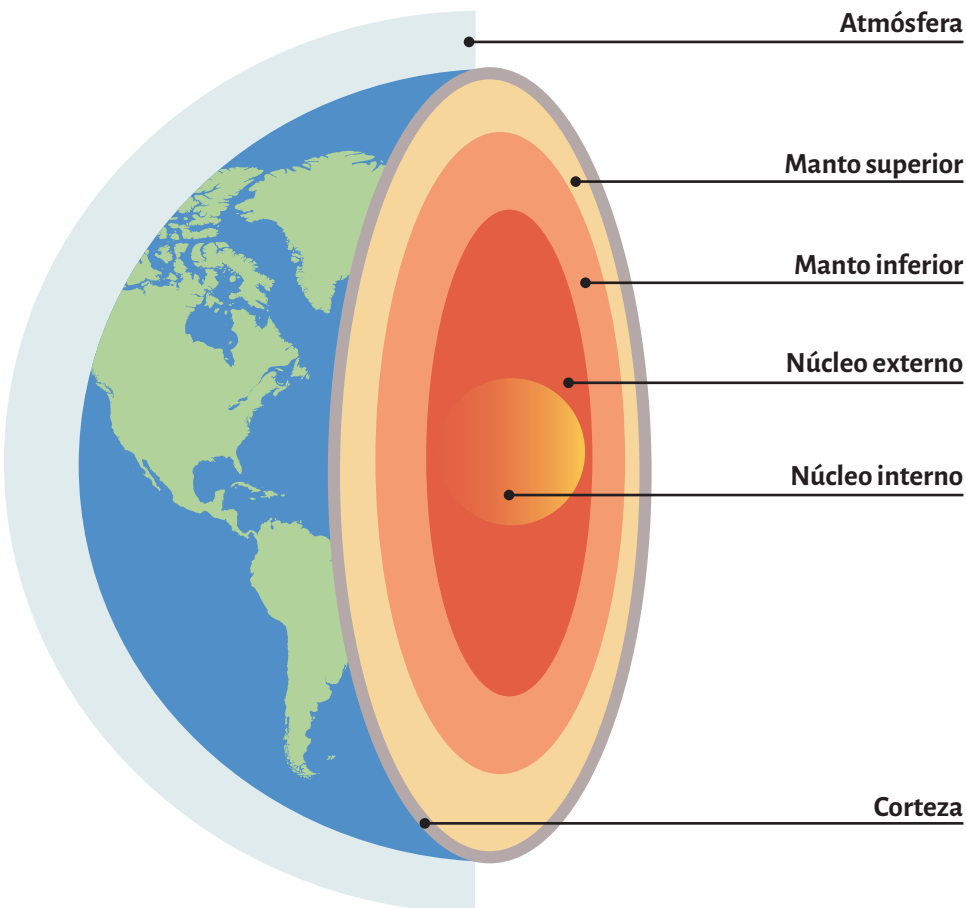
Nuestro planeta está compuesto de diversas capas que se originan en un núcleo interior, que se comporta como un sólido sometido a una enorme presión, con temperaturas altísimas -sobre los 6 mil grados Celsius-, superiores incluso a las de la superficie del sol. Está ubicado entre el centro de la tierra, a 6.370 kilómetros de profundidad, y los 5.100 km bajo la superficie. Sobre éste, entre los 5.100 y 2.900 km de profundidad, está el núcleo externo con sus compuestos en estado líquido por las altas temperaturas y menores presiones relativas.

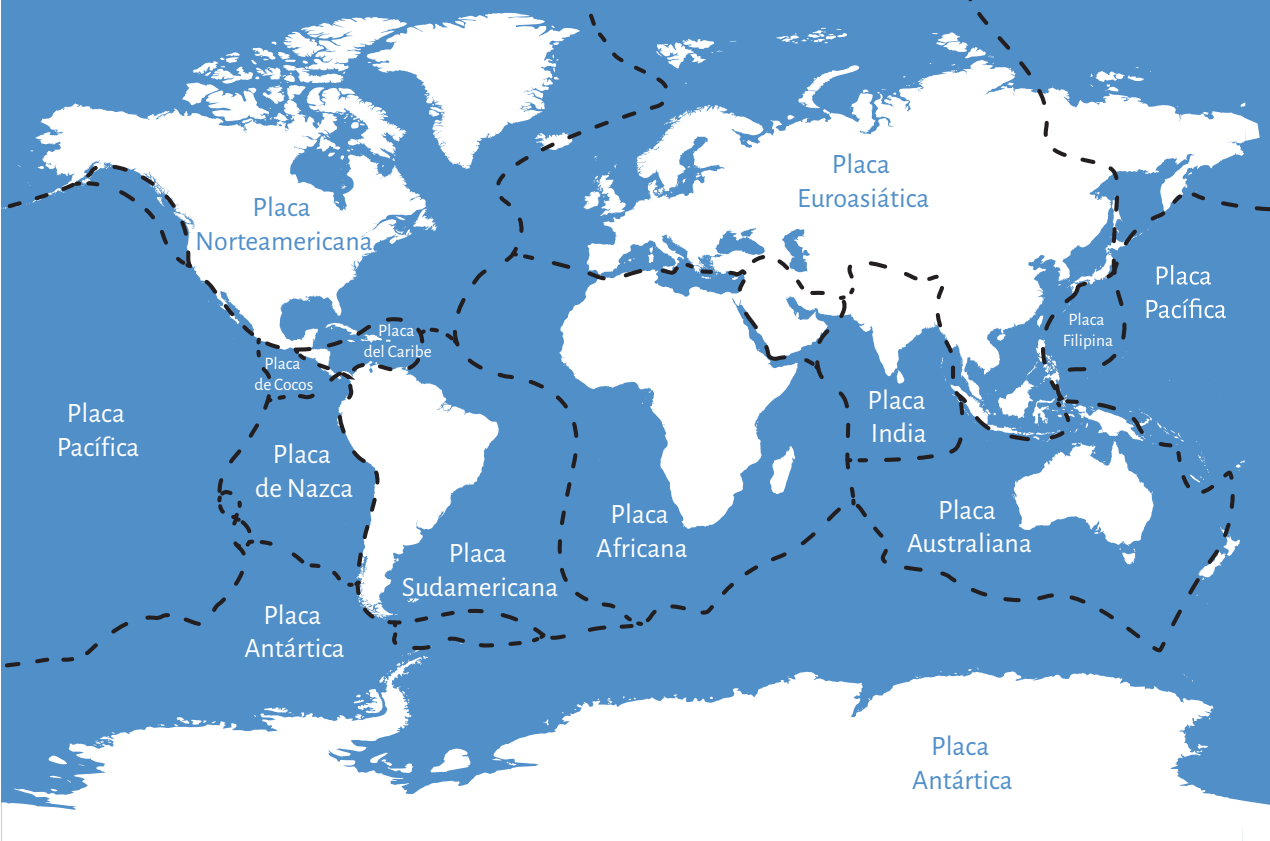
El núcleo terrestre está formado principalmente por hierro, acompañado con pequeñas cantidades de níquel y carbono.

Sobre el núcleo exterior está el manto, que está compuesto por magma, con sus rocas en estado líquido también a muy altas temperaturas (entre 1.000 y 4.000°C) y a una gran presión. En la parte superior del manto, se forma una costra sólida sobre la que se asienta la corteza terrestre, que alberga en su superficie exterior a los océanos, los continentes y las islas. Ambas, costra sólida del manto y corteza terrestre, conforman la **litósfera**.

Sobre la superficie terrestre, formando una envoltura gaseosa, está la atmósfera, la que a su vez está dividida en diversas capas, que en conjunto suman unos 650 km de altura, perdiendo progresivamente la temperatura a mayor altitud.

Y más allá está el espacio exterior a la tierra.





2. LA CORTEZA TERRESTRE ESTÁ FRAGMENTADA

Las **placas tectónicas** son enormes fragmentos de roca sólida que se desplazan como un bloque rígido que flota sobre el manto superior de la tierra, en la llamada astenósfera, a una profundidad tal que los compuestos rocosos están en estado líquido.

Observa el mapa planisférico de la tierra y encuentra a Chile. Verás que está ubicado en el margen occidental de la placa sudamericana, que enfrenta en el océano Pacífico a la placa de Nazca en gran parte del territorio, y, en el extremo sur, a la placa Antártica.

Las grandes fracturas de la corteza asociadas a las placas, producen colisiones y aperturas en sus bordes que, como veremos, dan origen a fosas marinas, terremotos y cordilleras. Pero también permiten que la presión del magma pueda aflorar a la superficie a través de los

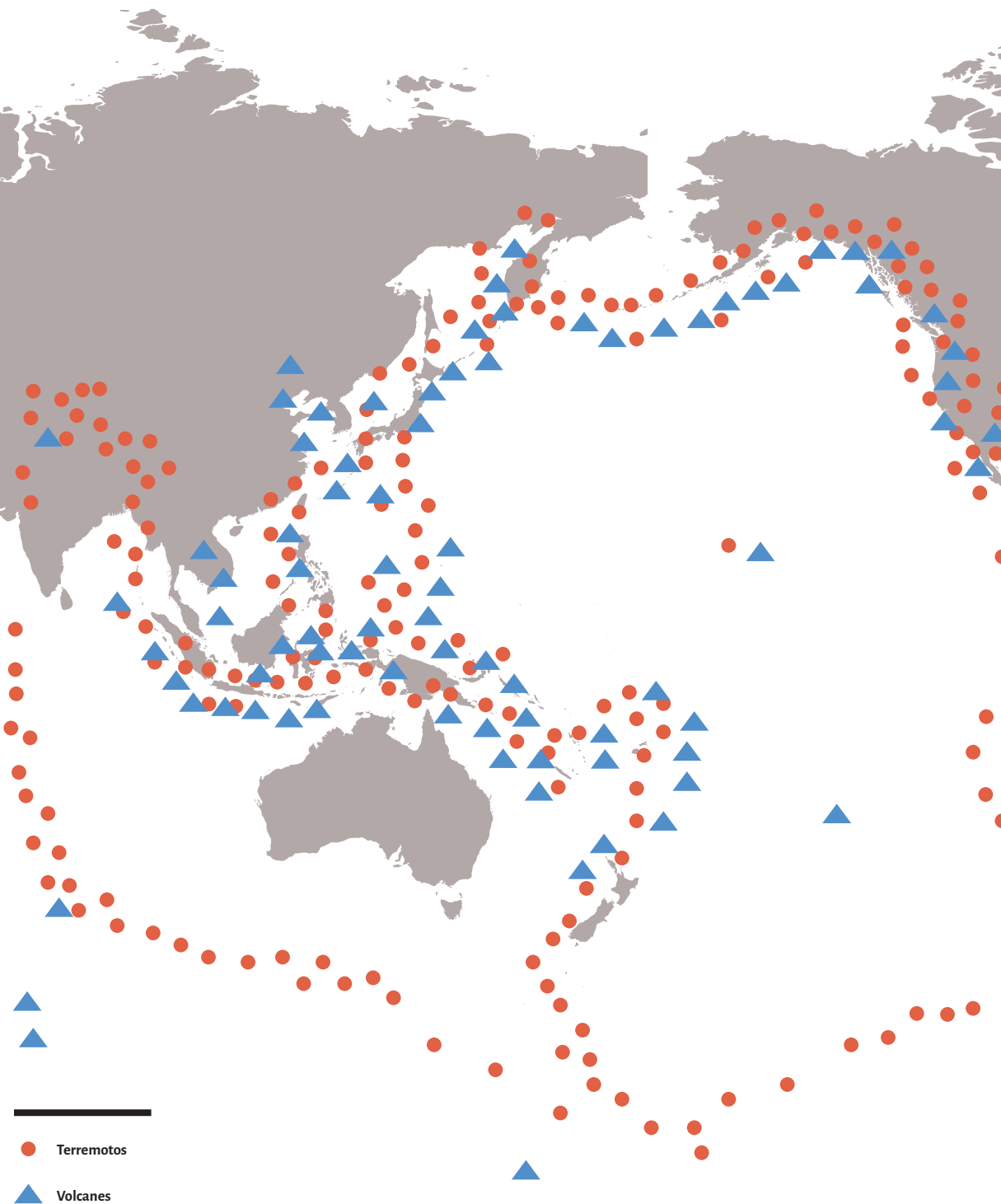
volcanes, ya sea en las profundidades del océano o en las cordilleras continentales.

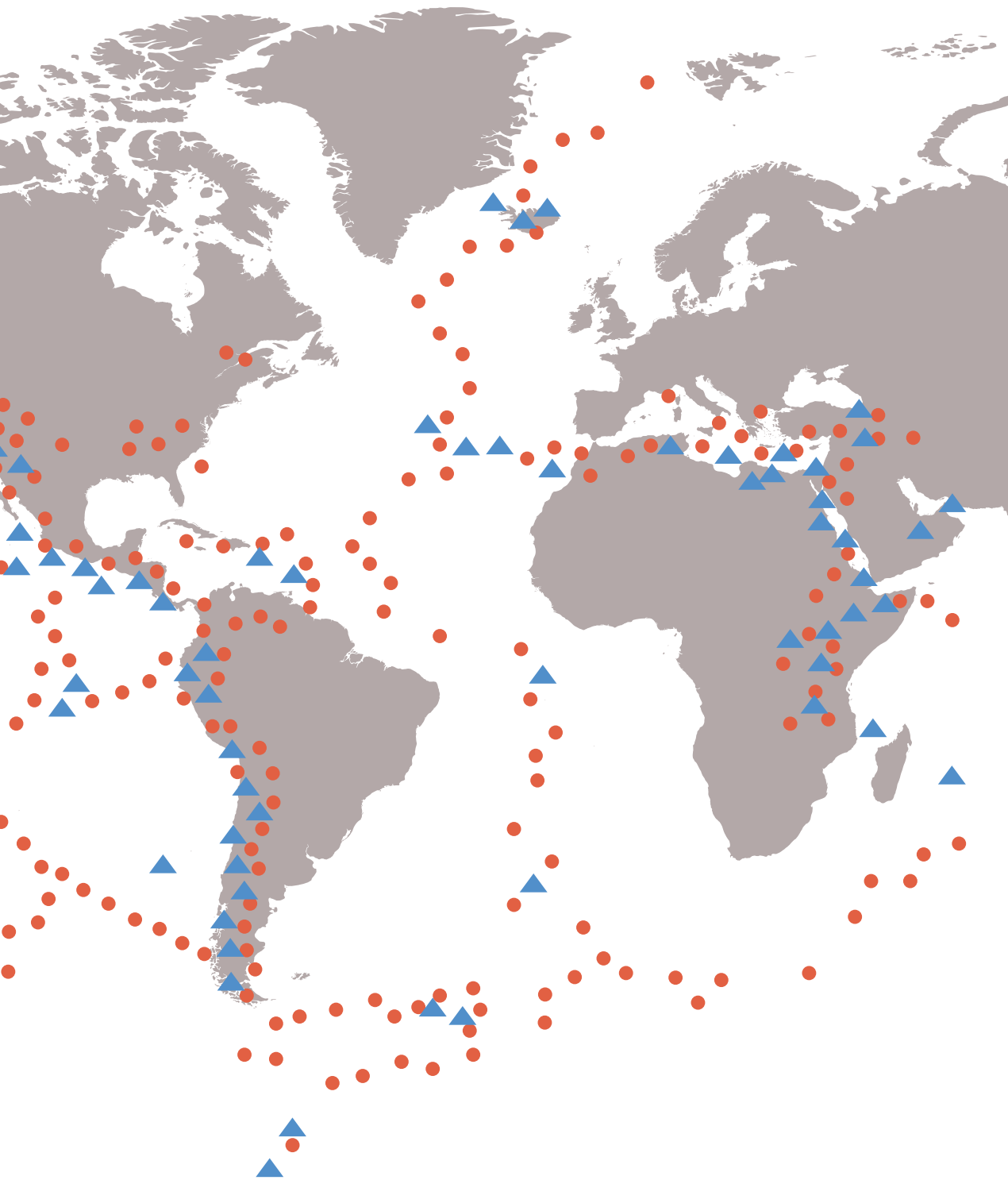
Al salir a la superficie, los flujos de magma se enfrían y se solidifican, creando nueva corteza terrestre y engrosando la litósfera.

Las fronteras de las placas son coincidentes con los mayores registros de terremotos y erupciones volcánicas registradas por los científicos. Revisemos el esquema de un planisferio mundial de registros de terremotos y erupciones volcánicas y veamos lo coincidente que es con el mapa de las placas tectónicas.

La teoría de la tectónica de placas da cuenta del fenómeno que hasta el día de hoy moldea la superficie del planeta.

LAS PLACAS LITOSFÉRICAS Y SUS PRINCIPALES MANIFESTACIONES



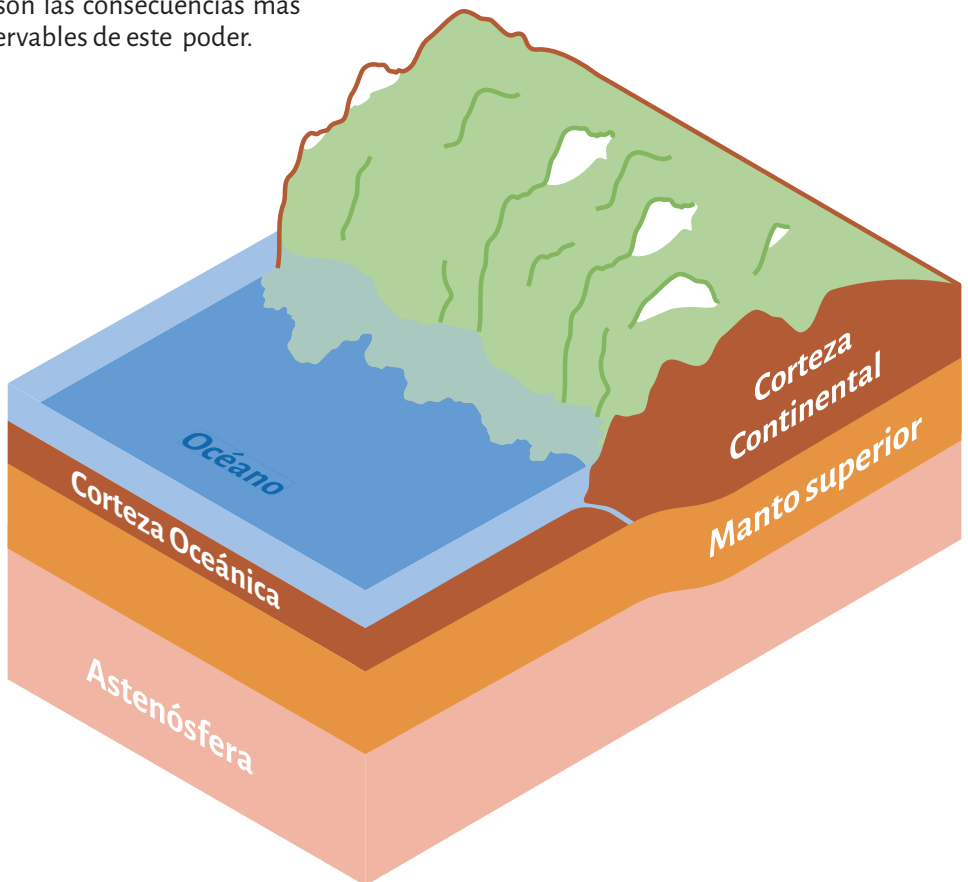


3. LA CORTEZA TERRESTRE TIENE DISTINTOS GROSORES

La corteza terrestre es una delgada capa de material sólido, que presenta importantes diferencias de grosor y densidad en su composición. Mientras debajo de los océanos el espesor varía entre los 5 y 15 km de profundidad, con material más denso y más joven, como los basaltos; en las cadenas montañosas terrestres alcanzan los 70 km de espesor, con materiales relativamente menos densos, constituidos principalmente por granitos y calizas de mayor antigüedad.

En su larga historia geológica ha estado sometida a continuos cambios. Poderosas fuerzas internas rompen y reconstruyen los continentes y son la causa de la formación de los océanos y de las grandes cadenas montañosas. Volcanes y terremotos son las consecuencias más directas y observables de este poder.

Los compuestos más livianos de la corteza tienden a encontrarse en la superficie, mientras que los materiales más pesados se encuentran debajo de los anteriores.





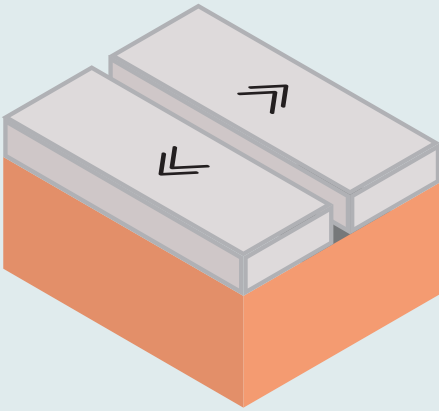
4. LAS PLACAS TECTÓNICAS SE DESPLAZAN EN DISTINTAS DIRECCIONES

Al desplazarse de manera diferente, se generan tres tipos diferentes de colisión en los límites de las placas:

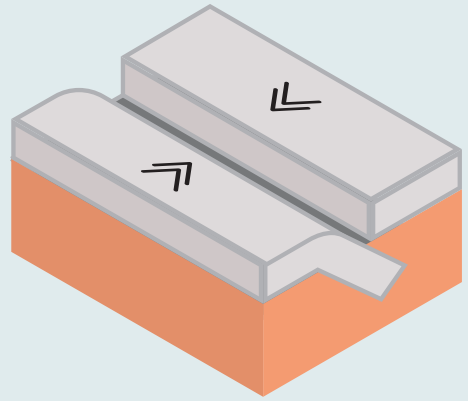
- Los **divergentes o constructivos**, en los cuales las placas se alejan y generan un vacío que es rellenado por material que proviene del magma de las capas inferiores, formando nueva corteza terrestre.
- Los **convergentes o destructivos**, que pueden ser derivados de: (1) colisiones entre una placa oceánica y una continental: la primera, más densa, es empujada debajo, formando lo que se conoce como zona de subducción. En la superficie, se modifica la topografía, producto de los plegamientos y la formación de arrugas terrestres, creándose fosas oceánicas y cordilleras continentales. (2) colisiones entre

dos placas continentales: en estos casos, se forman cordilleras (3) colisiones entre dos placas oceánicas, que dan origen a arcos de islas.

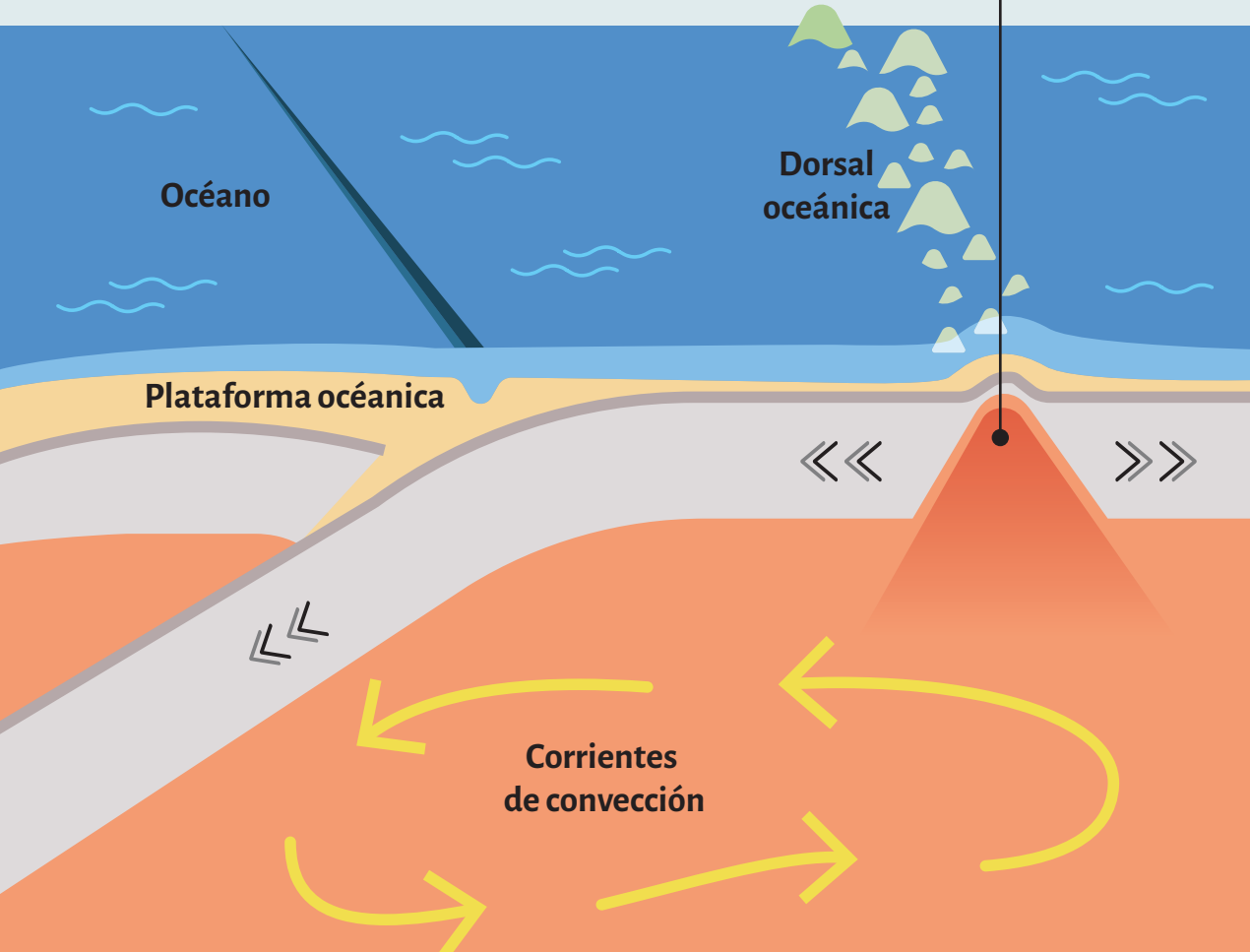
- Los **transformantes**, que corresponden a desplazamientos laterales de una placa respecto de la otra, que se desplazan en una misma dirección. Este es el caso de la dorsal de Chile, una cordillera submarina sin afloramientos sobre la superficie del mar, que separa los bordes de las placas de Nazca y la Antártica, en el fondo del Pacífico suroriental. Estos bordes se mueven en el mismo sentido, pero mientras la placa de Nazca lo hace a una velocidad de 8 cm al año, en dirección al Noreste, la placa Antártica lo hace a 2,4 cm al año en dirección al Este. Esto genera fricciones en el fondo marino que han dado origen a una cordillera accidentada, que forma irregulares valles y montes submarinos, presentando una alta actividad sísmica.



**Fronteras
divergentes**



**Fronteras
convergentes**



Océano

Plataforma oceánica

Dorsal
oceánica

Corrientes
de convección

Este es el caso de la dorsal de Chile, una cordillera submarina sin afloramientos sobre la superficie del mar, que separa los bordes de la placas de Nazca y la Antártica, en el fondo del Pacífico suroccidental. Estos bordes se mueven en el mismo sentido, pero mientras la placa de Nazca lo hace a una velocidad de 8 cm al año, en dirección al Noreste, la placa Antártica lo hace a 2,4 cm al año en dirección al Este. Esto genera fricciones en el fondo marino que han dado origen a una cordillera accidentada, que forma irregulares valles y montes submarinos, presentando una alta actividad sísmica.

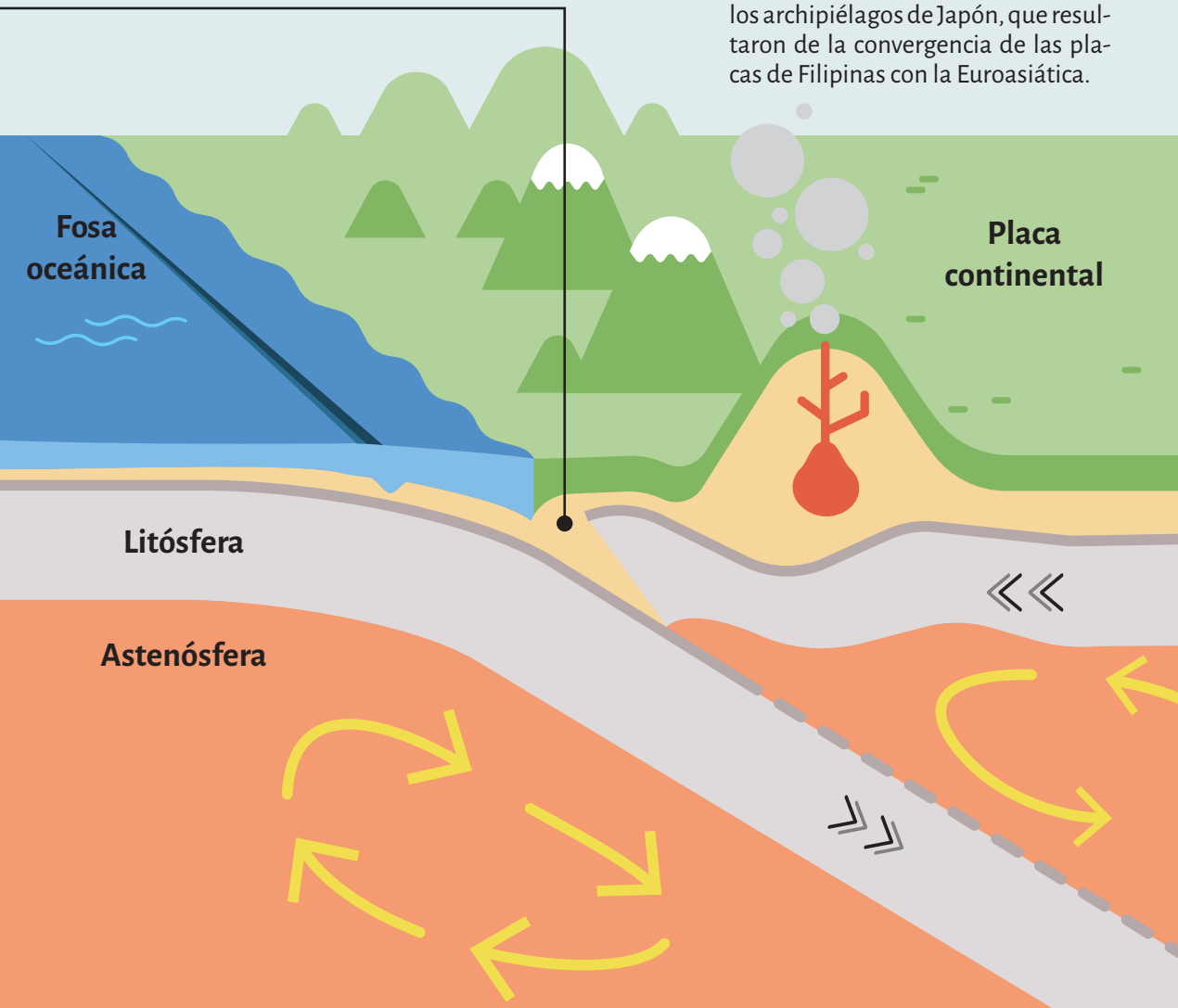
Ejemplos:

Límites divergentes:

- Dorsales oceánicas del Pacífico Oriental, que separan las placas de Nazca y Antártica de la placa del Pacífico, y la Mesoatlántica, entre la placa Sudamericana y la Africana.

Límites convergentes

- Entre una placa oceánica y una continental: la subducción de las placas de Nazca y Antártica bajo la placa Sudamericana forman la fosa de Atacama y la cordillera de los Andes
- Entre dos placas continentales: caso de la formación de la cordillera del Himalaya, que resulta del choque de la placa Indoaustraliana y la placa Euroasiática.
- Entre dos placas oceánicas: caso de los archipiélagos de Japón, que resultaron de la convergencia de las placas de Filipinas con la Euroasiática.



5. RECONOCIENDO LA DERIVA AL ESTE DE LA PLACA DE NAZCA Y SUS IMPACTOS

El borde occidental de la placa de Nazca corresponde a una zona de divergencia con la enorme placa del Pacífico, dando origen a la llamada dorsal del Pacífico Oriental, una cordillera submarina a través de la cual se forma corteza terrestre mediante un continuo aporte de material ígneo proveniente de la astenósfera.

En la frontera oriental converge con

la placa Sudamericana, dando forma a la fosa de Atacama, una profunda depresión en el fondo marino donde se produce el fenómeno de la subducción.

Al sur, limita con la dorsal de Chile, otra cordillera submarina conectada con la dorsal del Pacífico oriental, que la separa de la placa Antártica, llegando hasta la península Taitao, donde convergen 3 placas tectónicas: Nazca, Antártica y Sudamericana en un mismo sitio.

Al norte de la costa sudamericana, limita con las placas de Cocos y del Caribe.



5.1. LA DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL

Las dorsales oceánicas son cadenas montañosas submarinas que alcanzan una altura media de 2.000 metros sobre el fondo marino y un recorrido ininterrumpido de 80.000 kilómetros a lo largo del planeta, con una anchura promedio de 2.000 kilómetros. Presentan una actividad sísmica de notable intensidad y están cortadas por numerosas fallas de gran tamaño.

Las dorsales oceánicas son alimentadas por el ascenso de rocas fundidas en el manto terrestre, que rompen la corteza oceánica y dan lugar a la formación de una fisura, en la que se produce un intenso volcanismo. El ascenso de magma provoca un abombamiento en la corteza, seguido de un estiramiento y su posterior rotura. Este proceso es consecuencia de las corrientes convectivas generadas en el manto.

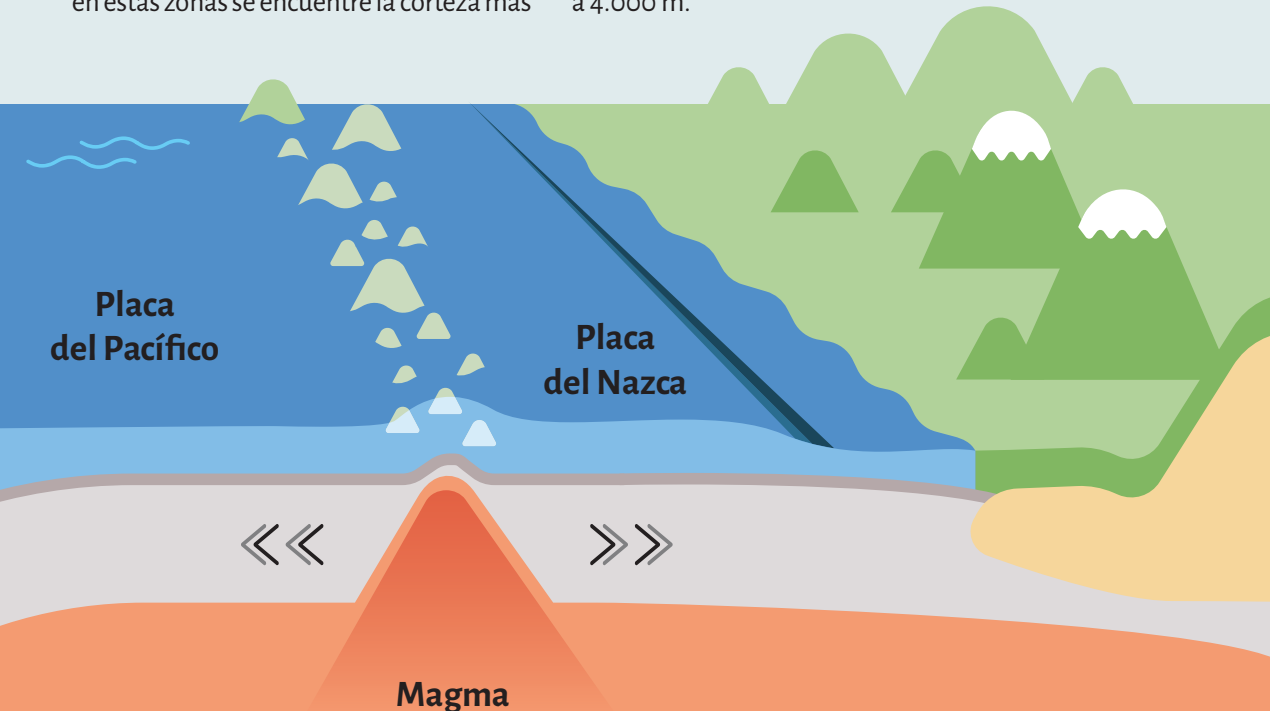
Los nuevos fondos marinos que se crean a través de estas fisuras hacen que en estas zonas se encuentre la corteza más

joven de la Tierra, en comparación con la corteza continental, que es la más antigua.

Estas elevaciones presentan en su cima un surco longitudinal, por donde fluye constantemente magma desde las capas inferiores de la Tierra, que al enfriarse van generando nueva corteza terrestre, la que se va acumulando en las profundidades de los océanos y, en el caso de la placa de Nazca, desplazándose secularmente hacia el este, como si se deslizara por una correa transportadora.

La dorsal del Pacífico Oriental es una cordillera submarina de aproximadamente 8.500 km que se extiende en sentido sur-norte por el fondo oriental del océano Pacífico, manteniendo una continuidad geológica que comienza en las inmediaciones de la Antártida, en el mar de Ross, hasta alcanzar el golfo de California y culminar sobre la superficie terrestre en el desierto de Colorado.

El punto más alto, que aflora sobre el nivel del mar, se ubica en la Isla de Pascua, con 539 m.s.n.m. En la base de la dorsal, la profundidad del océano alcanza los 3.500 a 4.000 m.



5.2. LA FOSA DE ATACAMA

Las fosas oceánicas se forman en las zonas de subducción, en lugares donde dos placas tectónicas convergen, colisionan, y una de ellas -la de mayor densidad- se introduce bajo la otra, generándose una gran depresión en el suelo submarino.

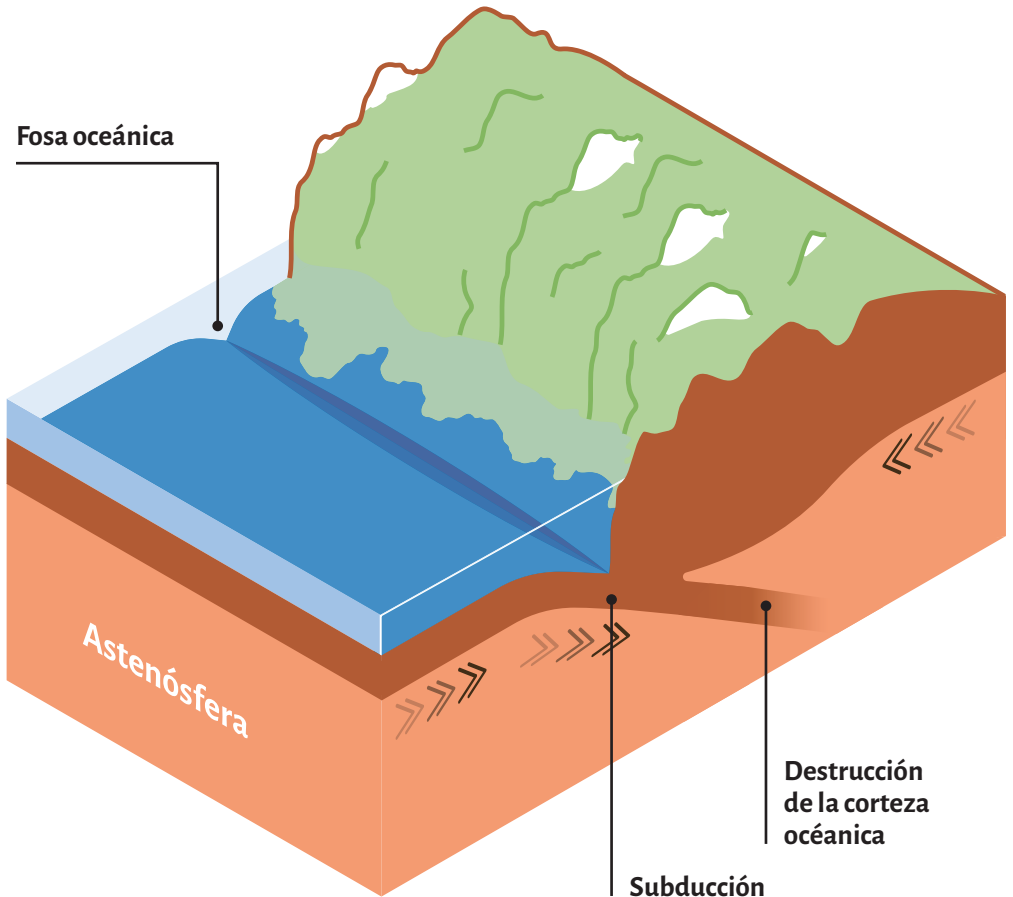
A pesar de la ausencia total de luz solar, las altísimas presiones y las bajas temperaturas en las fosas oceánicas existe vida marina, con presencia de moluscos y extraños peces bioluminiscentes.

La fosa de Atacama marca el límite oriente de la placa de Nazca. Se desarrolla a lo largo del océano Pacífico, frente a la costas de Perú y Chile. Se trata de un estrecho abismo y una profunda trinchera en forma de V adosada al borde continental, que alcanza un máximo de 8.081 m de profundidad, siendo el fondo más

bajo del Pacífico suroriental.

La placa oceánica se desplaza en este borde a una velocidad variable, entre 5 y 6,5 cm/año, en dirección este a oeste, generando contacto con la placa Sudamericana, que está moviéndose en dirección contraria, hacia el oeste, alejándose de la dorsal Mesoatlántica, que a su vez la separa de la placa Africana.

Las fosas oceánicas son elementos geológicos dinámicos, que están asociadas a una intensa actividad sísmica provocada por las tensiones, compresiones y rozamiento entre las dos placas, siendo epicentro de grandes terremotos, como el de Valdivia en 1960, con el movimiento telúrico más fuerte medido en la historia.

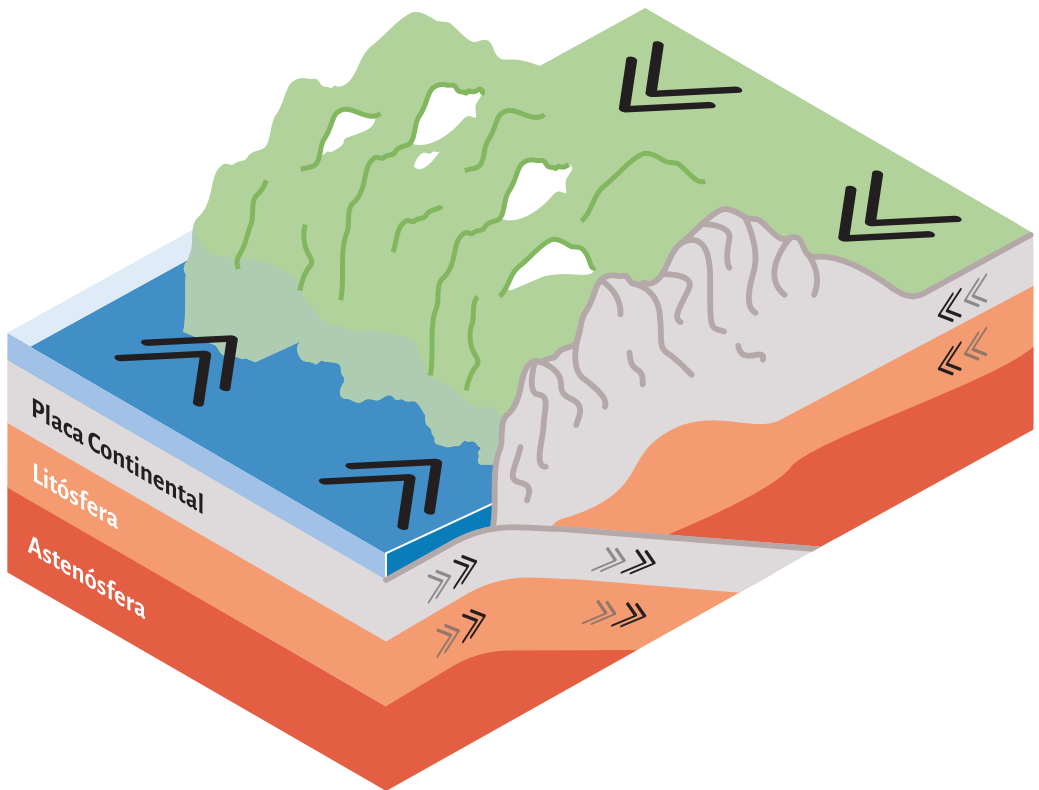


5.3. SU IMPACTO EN EL RELIEVE DE LA PLACA SUDAMERICANA

Esta colisión de placas es también responsable de generar plegamientos o arrugas en la corteza terrestre, originando cordilleras, como en el caso de la cadena de los Andes, que se manifiestan hasta el presente.

En los límites convergentes, donde una placa tectónica subduce debajo de la otra, se traza una trayectoria oblicua de descenso hacia el manto superior, hasta alcanzar una profundidad tal que la corteza subducida se deshidrata y funde, formándose un nuevo magma, el cual buscará ascender por las fisuras de la corteza hasta alcanzar la superficie en forma de erupción volcánica.

Sometida a presiones durante millones de años, la corteza terrestre en las zonas de subducción tiende a plegarse, conformando grandes desniveles y caprichosas geformas en su superficie.



5.4. LA CORDILLERA DE LOS ANDES Y SU CINTURÓN DE VOLCANES

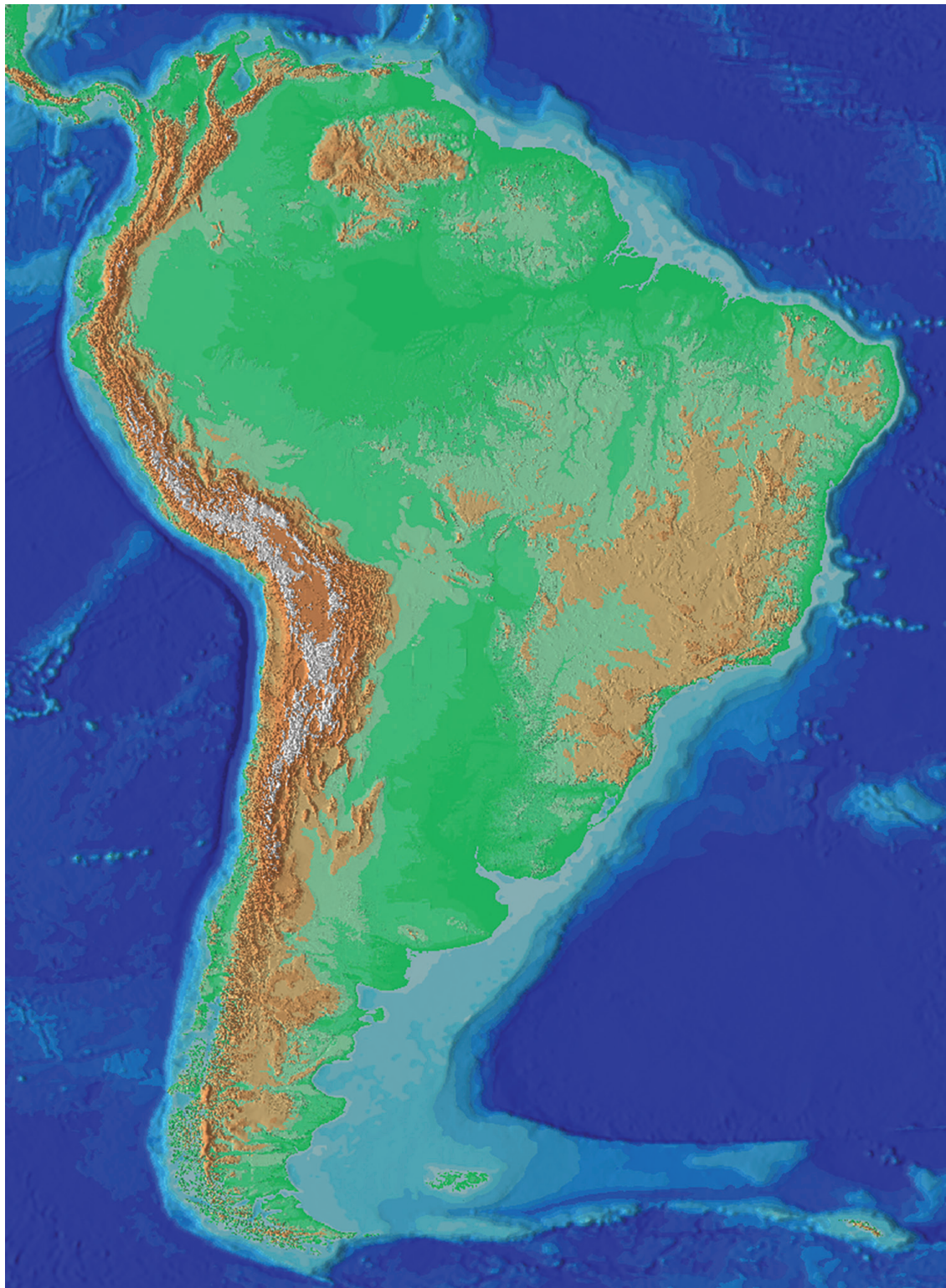
La cordillera andina es la cadena montañosa continental más larga de la tierra, con 7.2 mil kilómetros de longitud. Ocupa una superficie de 3,4 millones de kilómetros cuadrados, equivalentes a 5 veces el territorio continental de Chile. Se contornea a lo largo de la costa sudamericana del océano Pacífico y una parte del mar Caribe

Forman parte de los territorios de 7 países: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Su altura media ronda los 4.000 metros y su punto más alto es el monte Aconcagua con casi 7 mil metros de altura. A su vez, la cordillera alberga los volcanes más altos del planeta, siendo el volcán Ojos del Salado en la región de Atacama, la cumbre más elevada del globo.

La cordillera de los Andes es el resultado de la colisión de diversas placas tectónicas, iniciada hace unos 200 millones de años atrás, en la era Cenozoica. La placa Sudamericana se ha levantado por la subducción ejercida por la placa de Nazca, a lo largo del territorio sudamericano entre Colombia y Chile. El extremo noreste, ha sido erigido por la subducción de la placa de Cocos; y en el extremo sur por la de la placa Antártica.

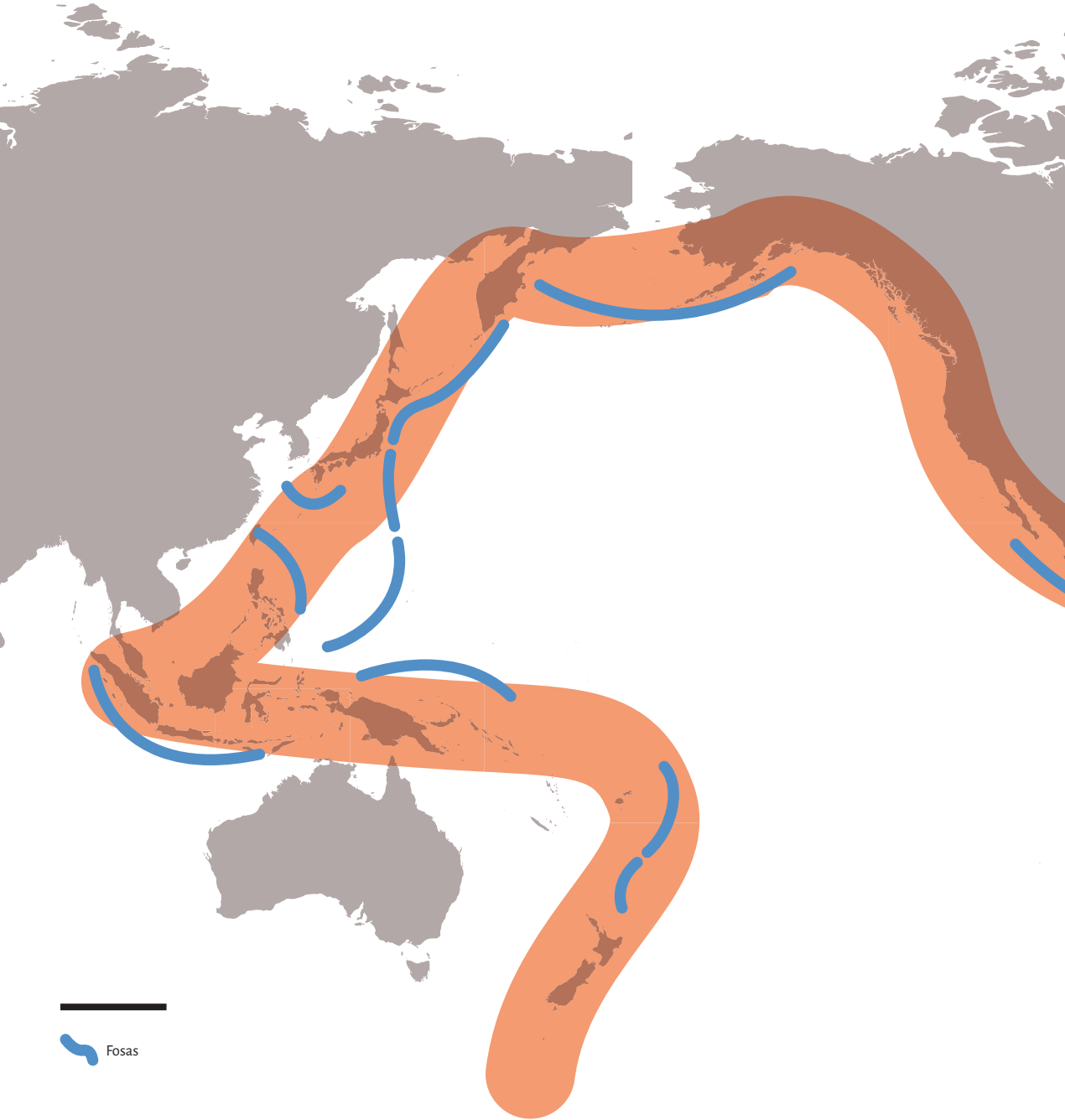
Antes de su formación, el margen occidental de Sudamérica ya había sido levantado, como lo es la cordillera de la Costa chilena, que abarca desde la región de Arica hasta la península de Taitao, en la sureña región de Aysén, donde se produce la triple interacción de placas.

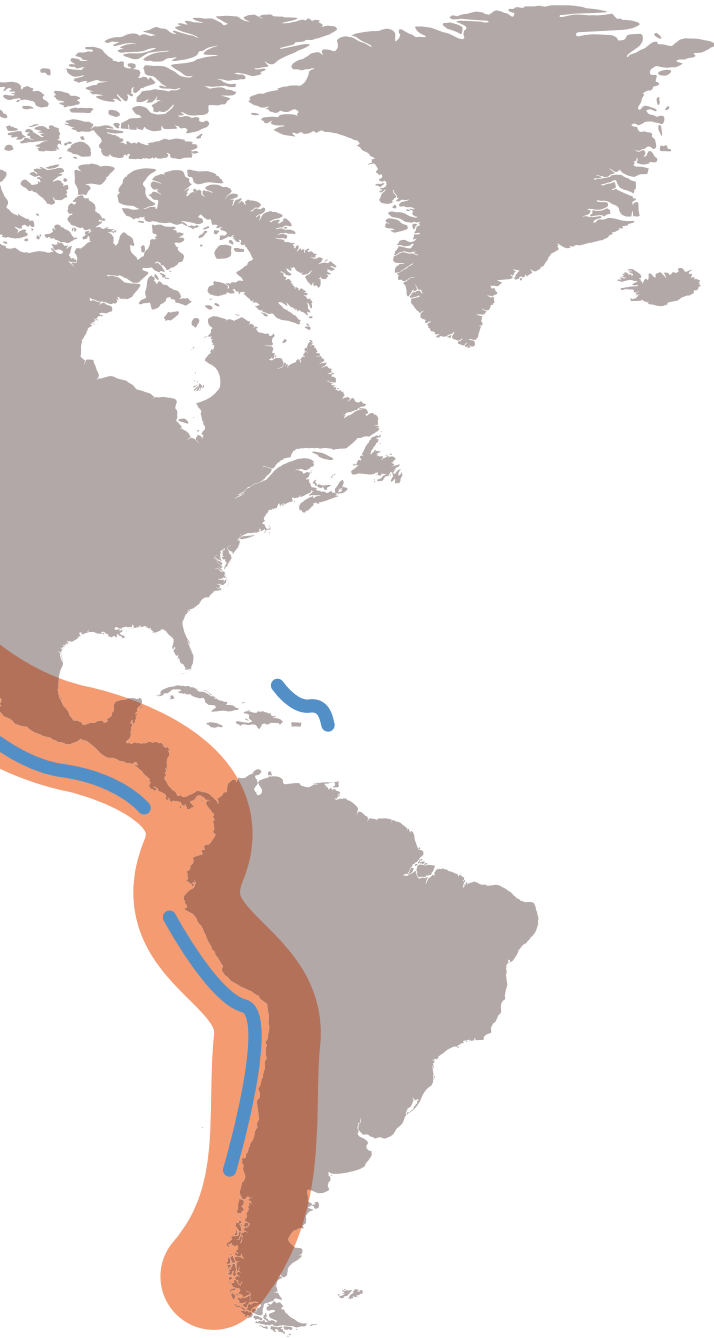




● Andes Americanos - Carlos A Arango.

EL GRAN ANILLO DE FUEGO DEL PACÍFICO





A lo largo de la cordillera de los Andes, existe un cinturón discontinuo de volcanes, que está separado en cuatro grandes arcos o zonas volcánicas. Entre ellos, existen 3 espacios cordilleranos intermedios sin actividad volcánica reciente, los que responderían a un bajo ángulo de subducción de las placas correspondientes a su latitud. En el caso chileno, esta situación se presenta entre los volcanes Ojos del Salado, en la región de Atacama, y Tupungatito, en la región Metropolitana. A lo largo de las demás latitudes del territorio chileno, la presencia de volcanes es recurrente.

El volcán Osorno forma parte de la zona volcánica Sur, la que corresponde a una lonja cordillerana que se desarrolla entre las latitudes de Santiago por el Norte y el istmo de Ofqui por el Sur; incluyendo a su paso parte de la provincia argentina de Neuquén.

En ella existe una gradiente de grosor de la corteza terrestre que se refleja en una paulatina disminución en la altura de montañas y volcanes hacia el sur.

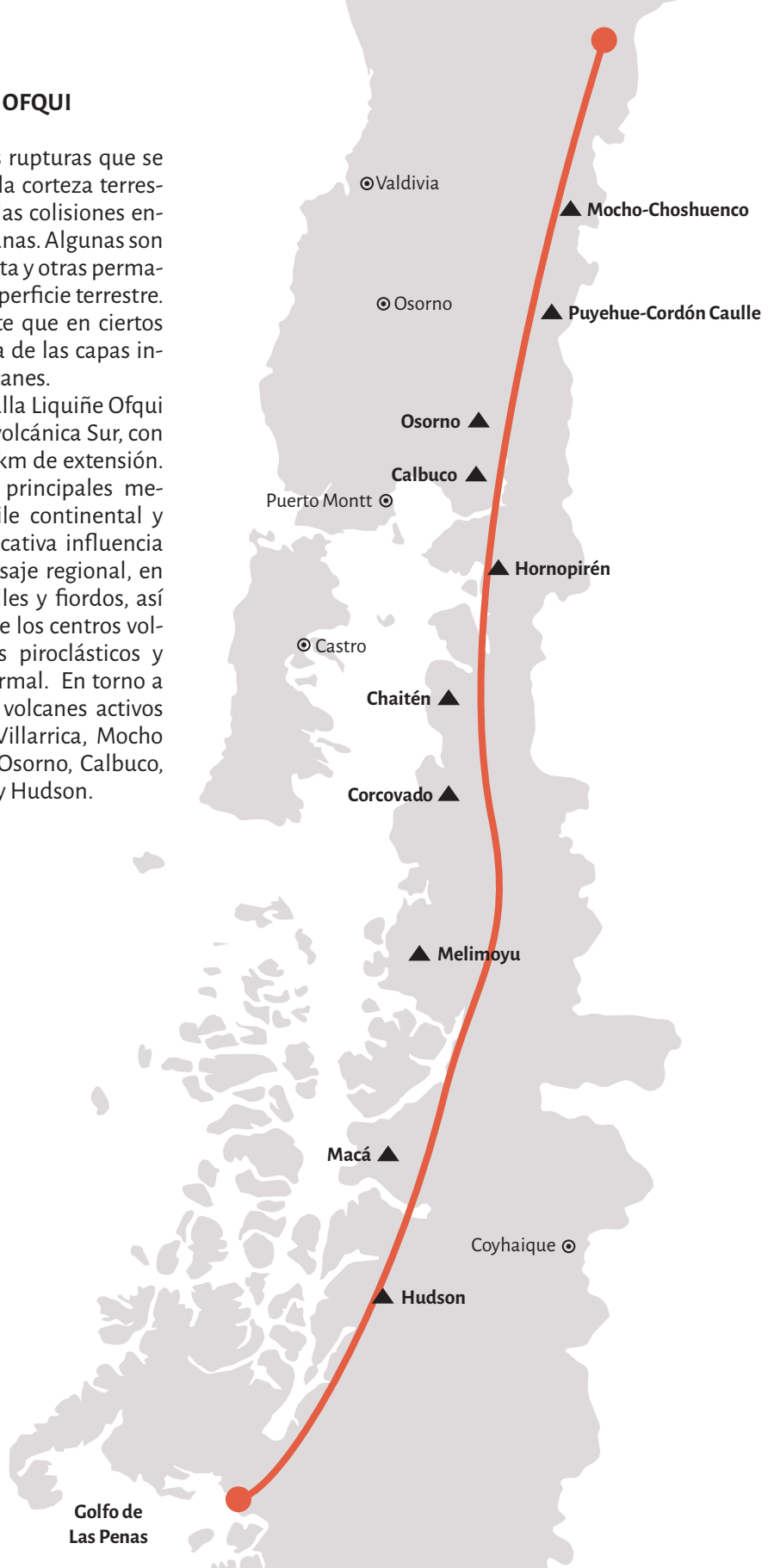
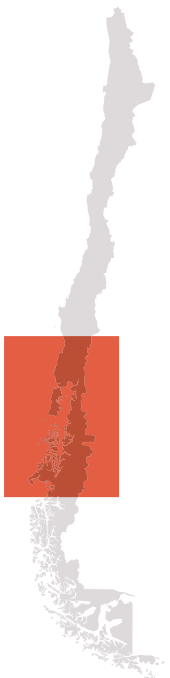
El cinturón volcánico de los Andes forma parte del gran Anillo de Fuego del Pacífico, ubicándose en su cuadrante suroriental. Tiene presencia en 6 países sudamericanos (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina).

El Anillo de Fuego corresponde al espacio situado a lo largo de las costas del océano Pacífico, que congrega las zonas de subducción más importantes del planeta. En éste, se han registrado las mayores intensidades relativas en su actividad sísmica y volcánica. Concentra más del 75% de los volcanes activos de la Tierra y es responsable de cerca del 90 % de sus terremotos. Tiene más de 40 mil kilómetros de longitud -equivalentes al perímetro de la Tierra en el Ecuador- y presenta la forma de una gigantesca herradura.

5.5. LA FALLA LIQUIÑE OFQUI

Las fallas son pequeñas rupturas que se producen a lo largo de la corteza terrestre, como resultado de las colisiones entre placas en zonas cercanas. Algunas son observables a simple vista y otras permanecen ocultas bajo la superficie terrestre. La línea de falla permite que en ciertos puntos aflore el magma de las capas inferiores y se formen volcanes.

La trayectoria de la falla Liquiñe Ofqui está inserta en la zona volcánica Sur, con aproximadamente 950 km de extensión. Constituye uno de los principales megalineamientos del Chile continental y ha ejercido una significativa influencia en el modelado del paisaje regional, en cuanto a lagos, ríos, valles y fiordos, así como en la formación de los centros volcánicos mayores, como piroclásticos y puntos con actividad termal. En torno a ella se ubican diversos volcanes activos tales como el Llaima, Villarrica, Mocho Choshuenco, Puyehue, Osorno, Calbuco, Yates, Corcovado, Macá y Hudson.



EL VIAJE ASCENDENTE DEL MAGMA

Los volcanes son grandes hornos ardientes, a través de los cuales sale el magma a la superficie, provocando grandes trastornos a su alrededor.

Vistos en un diagrama de corte transversal, se pueden apreciar los principales componentes de sus edificios:

La Cámara Magmática: se trata de un depósito de magma subterráneo, con temperaturas que superan los 1.000°C , para el cual la roca fundida se encuentra sometida a una gran presión, siendo capaz de fracturar la roca sólida que lo envuelve y filtrarse en dirección a la superficie. Cuando lo hace, el volcán erupciona.

El magma de la cámara está en continuo movimiento, producto de las corrientes de convección del manto terrestre.

La Chimenea: el magma puede salir a la superficie o permanecer en el subsuelo y ejercer presión entre las capas. Estas filtraciones generan láminas de magma entre los diversos estratos y canales verticales.

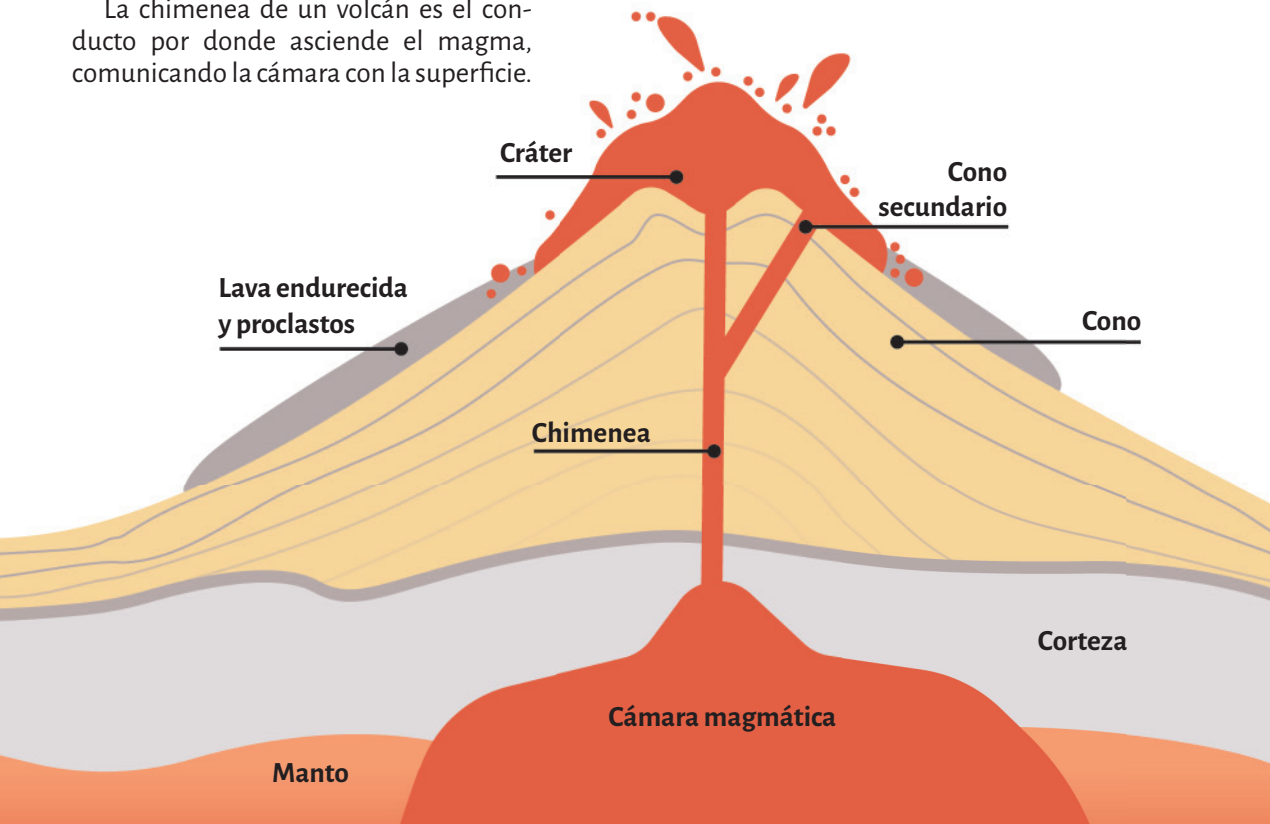
La chimenea de un volcán es el conducto por donde asciende el magma, comunicando la cámara con la superficie.

El Cráter: corresponde a una depresión circular causada por erupciones, ubicados normalmente en su cima, que pueden tener dimensiones muy diferentes: desde metros a kilómetros. Son la boca abierta de los volcanes que adoptan la forma de un cono invertido excavado en su parte superior.

Dependiendo de su origen, los volcanes pueden contener más de un cráter, alimentado por una chimenea secundaria, aunque siempre existirá uno principal.

A través de ellos, al momento de las erupciones, el magma proveniente de las capas inferiores alcanza la superficie y se transforma en lava, deslizándose por las laderas del volcán a través de coladas descendentes; y en material piroclástico que es arrojado a la atmósfera, bajo la forma de gases, bombas y cenizas.

El Cono: está formado por capas estratificadas de roca producidas en erupciones anteriores, bajo la forma de coladas de lava incandescente y por flujos de piroclastos.



6. LAS ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y SU IMPACTO EN EL RELIEVE

Las erupciones son emisiones de lava, gases y expulsión de piroclastos desde un cráter volcánico. Son generadoras de nueva corteza terrestre e importantes agentes de modificación del relieve circundante.

La lava, que corresponde al magma cuando emerge a la superficie durante una erupción, fluye por gravedad laderas abajo del volcán. Corresponde a un material incandescente, de hasta 1.250° C, que forma coladas o corrientes más o menos viscosas, dependiendo del contenido mineral del magma.

Los piroclastos son fragmentos incandescentes eyectados a la atmósfera durante una erupción volcánica explosiva. De acuerdo a su diámetro, los piroclastos se clasifican en cenizas, lapili, bloques o bombas.

Los flujos piroclásticos corresponden a nubes eruptivas formadas por piroclastos calientes y gases que son transportados al suelo por gravedad, actuando posteriormente como una corriente densa movilizadora de material volcánico. Pueden desplazarse a altas velocidades a lo largo de los sistemas de drenaje del volcán y algunos tienen energía suficiente como para remontar obstáculos topográficos de fuerte relieve. Poseen un alto poder destructivo.

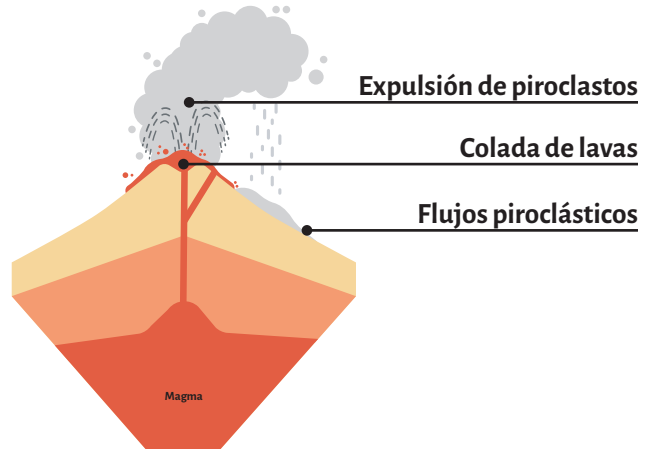
Por otra parte, muchos volcanes tienen importantes depósitos de agua en las partes altas de sus laderas y cráteres, bajo la forma de glaciares, nieve o lagunas. Cuando la lava o los flujos piroclásticos entran en contacto con ellos se generan rápidos derretimientos y fusiones, dando origen a los lahares, que son corrientes de barro compuesto de material volcánico, cuyo agente de transporte es el agua.

El flujo lahárico puede arrasarlo todo a su paso, incorporando material orgánico como troncos y ramas, y algunas veces animales, personas y viviendas. Estos eventos son muy frecuentes en aquellos

volcanes activos cuyas pendientes están cubiertas por abundantes fragmentos sueltos de roca, relativamente fáciles de arrastrar por la corriente descendente. El movimiento de los flujos piroclásticos y de lahares obedecen principalmente a la acción de la gravedad y su velocidad depende fuertemente del ángulo de la pendiente en la cual se moviliza y de la viscosidad del flujo. En el caso de los lahares, esta última está directamente relacionada con la proporción de material sólido transportado por el agua.

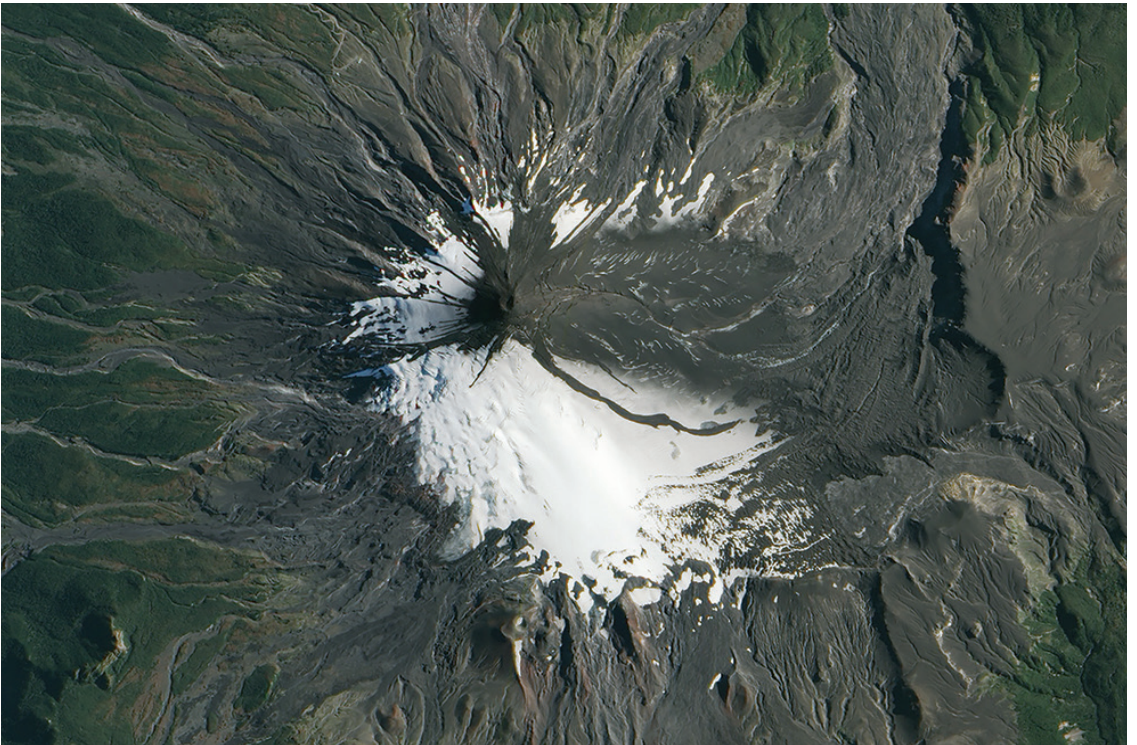
Si la pendiente es fuerte, el flujo tendrá un efecto principalmente erosivo sobre el cono. A medida que baja por las laderas del cono volcánico, el flujo va perdiendo energía, puesto que las pendientes van disminuyendo, y comienza a dejar su carga sólida, formando depósitos de detritos que pueden alcanzar varios metros de espesor. Pero cuando los flujos laháricos aprovechan el curso de los valles inferiores pueden sepultar vastas áreas y causar un efecto significativo en el relieve del entorno.

Este tipo de fenómenos puede causar cambios geomorfológicos observables después de una erupción, como la generación de profundas quebradas o cañadas en un volcán; una modificación en los cursos de los ríos, con embancamientos en algunos sectores y fuertes inundaciones en otros; o rellenos de material en valles fluviales.





● Volcán Villarica antes de erupción - NASA



● Volcán Villarica después de erupción - NASA

6.1. TIPOS DE ERUPCIÓN

Las erupciones pueden ser efusivas o explosivas. Las primeras son relativamente tranquilas, con bajos índices de estallidos y de generación de piroclastos. En estos casos, la lava, normalmente de naturaleza basáltica, posee un mínimo contenido de gases y fluye a través de orificios o fisuras. Se presentan predominantemente en dorsales oceánicas e islas de origen volcánico, aunque también en volcanes continentales.

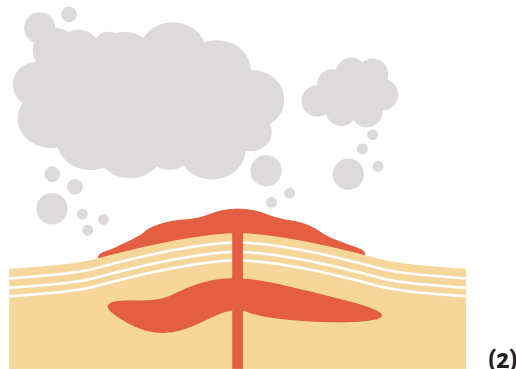
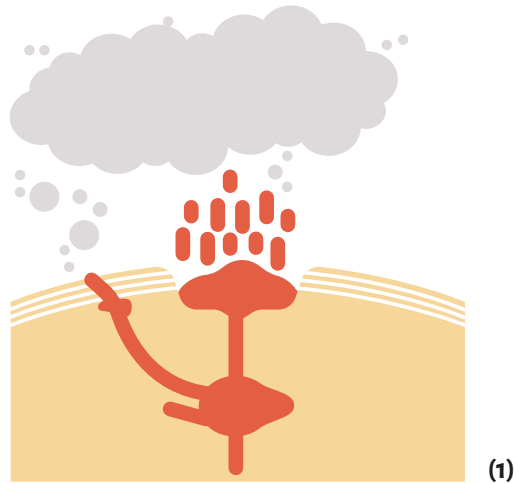
Existen dos tipos de erupciones efusivas:

- **(1) Hawaiana:** que arrojan grandes volúmenes de lava basáltica, sin emisión de gases, que se desbordan al rebasar el cráter, deslizándose con gran facilidad por las laderas del volcán, bajo la forma de verdaderas corrientes que tienden a generar conos volcánicos de suaves pendientes.
- **(2) De fisura:** suelen tener kilómetros de largo, en que la lava se esparce lentamente a través de una chimenea volcánica lineal.

Por lo general, estas fisuras poseen, unos pocos metros de ancho, desarrollándose mayoritariamente en terrenos de superficie plana, fracturados por una grieta.

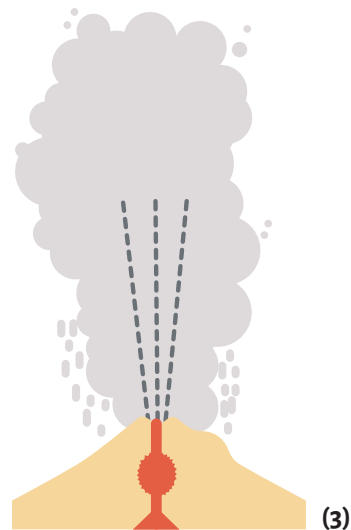
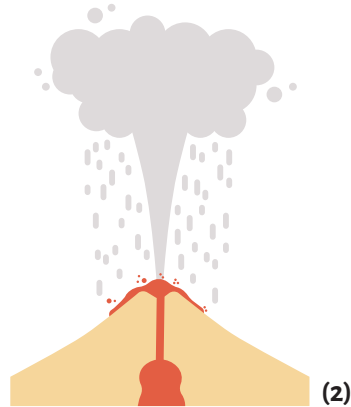
En los bordes continentales, en cambio, se presentan también erupciones volcánicas explosivas. Estas surgen de la combinación de lavas más viscosas, capaces de producir piroclastos y generar mayores presiones, con altas proporciones de gas.

La violencia de las explosiones se debe a la obstrucción de la chimenea por lavas anteriormente emitidas y ahora solidificadas. Los gases se acumulan debajo de estos tapones de roca, hasta liberarse de manera explosiva cuando la presión ejercida supera la resistencia de éstos.



Se distinguen 4 tipos diferentes de erupciones masivas:

- **(1) Estramboliana:** se caracterizan por poseer un volumen bajo de piroclastos arrojados a la atmósfera y una alta frecuencia en el tiempo.
- **(2) Vulcaniana:** el material magmático es más viscoso que en el caso anterior, acumulándose más presión en la cámara magmática en la medida que el magma asciende hacia la superficie. Tras su explosión, forman columnas eruptivas que pueden alcanzar entre 5 y 10 km de altura en la atmósfera.
- **(3) Vesubiana:** difiere de la vulcaniana en que la presión de los gases en la cámara de magma es más fuerte y produce explosiones muy violentas. Es propio de ellas que las lavas no sean de origen basáltico y que exista una gran emisión de piedras pomes, gases tóxicos y aerosoles. Forman nubes ardientes en forma de hongo que alcanzan hasta los 25 km de altura,, las que, al enfriarse, producen flujos piroclásticos, que pueden llegar a sepultar ciudades, como le ocurrió a Pompeya y Herculano a comienzos de la era cristiana tras la erupción del volcán Vesubio.
- **(4) Peleana:** ocurren cuando un tapón de lava obstruye el cráter y direcciona la columna tras la erupción. En estos casos, los flujos piroclásticos y de lava son expedidos violentamente por las laderas del cono volcánico, a través de una arrasadora y destructiva nube ardiente.



6.2. IMPACTOS EN LA ATMÓSFERA Y EL CLIMA

A pesar de los peligros que representan los volcanes, éstos tienen un rol relevante en la evolución de la corteza de nuestro planeta. La actividad volcánica ha modificado diversas estructuras y creado suelos muy fértiles, que muestran excelentes índices de rendimiento agrícola y ecológico. Pero eso no es todo, las erupciones también liberan gases y cenizas a la atmósfera, pudiendo afectar el clima terrestre a nivel local y, en el caso de megaerupciones, a nivel global.

Al entrar en erupción, los volcanes liberan a la atmósfera una gran cantidad de contaminantes, entre los que destaca el dióxido de azufre (SO_2), un gas de efecto invernadero, que en su ascenso puede combinarse con el vapor de agua, formando así pequeñas gotas de agua y cristales de ácido sulfúrico.

Estas partículas actúan como espejos reflectantes que devuelven al espacio una parte de la radiación procedente del sol, disminuyendo así la energía total que llega a la superficie terrestre. De este modo, el efecto final sobre el clima sería reducir la temperatura superficial.

Para que el enfriamiento sea prolongado y su efecto sea global, es necesario que la erupción sea de tipo vesubiano, lo suficientemente intensa para que la pluma de cenizas volcánicas penetre en la estratósfera -capa de la atmósfera situada entre los 12 y 50 km de altitud-. Una vez allí, las partículas pueden distribuirse globalmente gracias al efecto de la circulación de los vientos en estratósfera. En esta capa, las partículas de origen volcánico pueden permanecer hasta dos años, prolongando así su impacto sobre la temperatura superficial.

7. LOS PELIGROS VOLCÁNICOS

Aunque la ciencia geológica todavía no es capaz de anticipar con precisión la ocurrencia de los fenómenos eruptivos, si

ha sido capaz de interpretar y explicar el comportamiento pasado de la actividad de distintos tipos de volcanes, a partir del estudio y la indagación directa de episodios de erupciones; así como de los materiales depositados en la corteza terrestre y las modificaciones en el relieve circundante atribuibles a erupciones pasadas.

En base a este conocimiento, el Servicio Nacional de Geología y Minería elaboró un mapa de peligros volcánicos, como parte de una serie de geología ambiental asociada al mapa geológico de Chile. Los peligros volcánicos los clasifica en dos tipos:

De lavas, flujos piroclásticos, lahares y avalanchas volcánicas, distinguiéndose zonas de alto de peligro susceptibles de ser afectadas de manera más recurrente en el edificio principal, los valles y laderas cercanas, como consecuencia de distintos tipos de erupción.

También se representan las zonas bajo peligro de ser alcanzadas por lahares y flujos piroclásticos ante eventos poco recurrentes, de erupciones de alta magnitud a partir del edificio principal y los cráteres laterales, generalmente sin expresión en el registro histórico de las erupciones de cada volcán.

De caída de piroclastos, para los que se grafican en el mapa tres alternativas, según grados de peligro. Por alto peligro, se considera el sector más susceptible de ser afectado por la acumulación de más de 1 cm de material piroclástico, generado en erupciones representativas del historial eruptivo de cada volcán. Por moderado y bajo peligro, se consideran aquellas áreas susceptibles de ser afectadas de igual manera, bajo condiciones atmosféricas que reflejen estadísticamente las variaciones estacionales.





Veamos un segmento de esta carta, cuya gráfica ha sido simplificada, para la zona norte del alineamiento de volcanes asociados a la falla de Liquiñe Ofqui, y pongamos especial atención al área del volcán Osorno y el volcán Calbuco, antes de continuar con la lectura del siguiente capítulo.

Una erupción volcánica genera dos tipos de peligro: el que se produce por el material que desciende por la laderas del volcán, como coladas de lava, lahares y avalanchas; y el que se genera por los flujos de material piroclástico, especialmente cenizas volátiles que pueden alcanzar poblaciones a cientos de kilómetros de distancia, dependiendo de los vientos y las lluvias.

El mayor peligro de las cenizas es que se alojen en los techos de las viviendas y sean expuestas a la lluvia, formando una pesada masa que los haga colapsar.



-  Volcán geológicamente activo de muy alto nivel de riesgo específico.
-  Volcán geológicamente activo de alto nivel de riesgo específico.
-  Volcán geológicamente activo de moderado nivel de riesgo específico.
-  Volcán geológicamente activo de bajo nivel de riesgo específico.
-  Volcán geológicamente activo de muy bajo nivel de riesgo específico.

-  Alto peligro de lavas, lahares y flujos piroclásticos y avalanchas.
-  Alto peligro de caída de piroclastos.
-  Moderado peligro de caída de piroclastos.
-  Bajo peligro de caída de piroclastos.

II. El Volcán Osorno: Un laboratorio natural para estudiar la modelación del paisaje





Chile es un país de volcanes. Posee la segunda mayor cadena volcánica de la Tierra, siendo superado en esta materia sólo por Indonesia.

El país cuenta con más 2 mil volcanes, quinientos de ellos que se consideran geológicamente activos y sesenta que cuentan con registro eruptivo en los últimos 450 años, los que suman más de 300 episodios de erupción. El Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, monitorea el comportamiento de 43 volcanes, a través de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica.

Volcanes clasificados como no activos -aquellos que no han tenido registros de erupción en los últimos 10 mil años-, han despertado después de un prolongado reposo, generando violentas erupciones con resultados desastrosos. Este fue el caso del volcán Chaitén el año 2008.

La gran mayoría de los volcanes chilenos son estratovolcanes, que corresponden a edificios construidos a través de sucesivas erupciones de un mismo centro de emisión principal.

A pesar de la gran presencia de volcanes en el territorio nacional, la población se concentra en centros urbanos que en su mayoría no tiene acceso físico ni visual a ellos, lo que hace que su presencia permanezca casi ignorada.

Pero esto no es el caso del volcán Osorno, el que goza de un muy fácil acceso y una amplia visibilidad desde muy diversos ángulos de la provincia de Llanquihue y Osorno, que se amplifica en las localidades ubicadas en la ribera poniente del lago Llanquihue. Se ubica a 45 km al noroeste de la ciudad de Puerto Varas, y en su flanco occidental, a solo 11 km de su cráter se sitúa el poblado de Las Cascadas.

Por su historia geológica de erupciones y calmas, por las amenazas y peligros que encierra, por las perspectivas de un complejo sistema hidrológico que ofrece y por la rica biodiversidad que se presenta en su edificio y en las zonas de influencia, el volcán Osorno constituye un excelente laboratorio natural para el estudio in situ de diferentes ciencias de la tierra.



• Volcanes Calbuco (arriba) y Osorno (abajo); Lagos Llanquihue (derecha) y Todos los Santos (izquierda, abajo), vistos desde el satélite Hodooyoshi-1-Axelspace Corporation

1. HISTORIA GEOLÓGICA

El volcán Osorno es un estratovolcán compuesto perteneciente a la Zona Volcánica Sur de Los Andes, y en conjunto con los volcanes La Picada, Puntiagudo y Cordón Cenizos, forma una cadena transversal orientada al Noreste, vinculada con la falla de Liquiñe Ofqui. Tiene 2.661 m.s.n.m. de altura y su base abarca una superficie de 13.400 hectáreas.

Su actividad eruptiva se inicia en el Pleistoceno Medio, edificándose como un estratovolcán inmerso en el campo de hielo que dominaba el paisaje durante la llamada Glaciación Santa María, que duró entre los 200 y 130 mil años antes del presente.

Sobre esta estructura desmantelada se inició la construcción del volcán actual. En este episodio, el cono central habría sido reconstruido en un ambiente libre de hielo, pero aún dominado por glaciares en los valles principales que se extendían a sus pies.

El edificio del estrato volcán continuó su crecimiento durante el siguiente período glacial -la llamada Glaciación Llanquihue-, siendo erosionado por el avance las principales lenguas glaciares que lo rodeaban.

Su base está constituida por rocas volcánicas y sedimentarias. Los geólogos han dividido el edificio principal en 4 unidades:

- Una primera, que corresponde a un estratovolcán ancestral, de unos 250 mil años, totalmente erosionado, pero que generó grandes depósitos de lahares y lavas columnares.
- La segunda, de períodos intra y post glaciares, responsable de la introducción de lavas basálticas y escaso material piroclástico, cubriendo la primera unidad. Su remanente están en la ladera poniente del actual volcán.
- Una tercera, que también aporta principalmente material de basalto, que se depositan sobre la mayor parte



de la superficie de la segunda unidad. Esta incluye dos pequeños domos en las laderas noroeste y sureste.

Una última, en el período postglaciar –últimos 14 mil años-, cuyo material se compone de corrientes piroclásticas y pómez. Su actividad se ha concentrado en el cráter principal y en conos parásitos más jóvenes, los que han aportado a la construcción del edificio actual material exclusivamente basáltico.

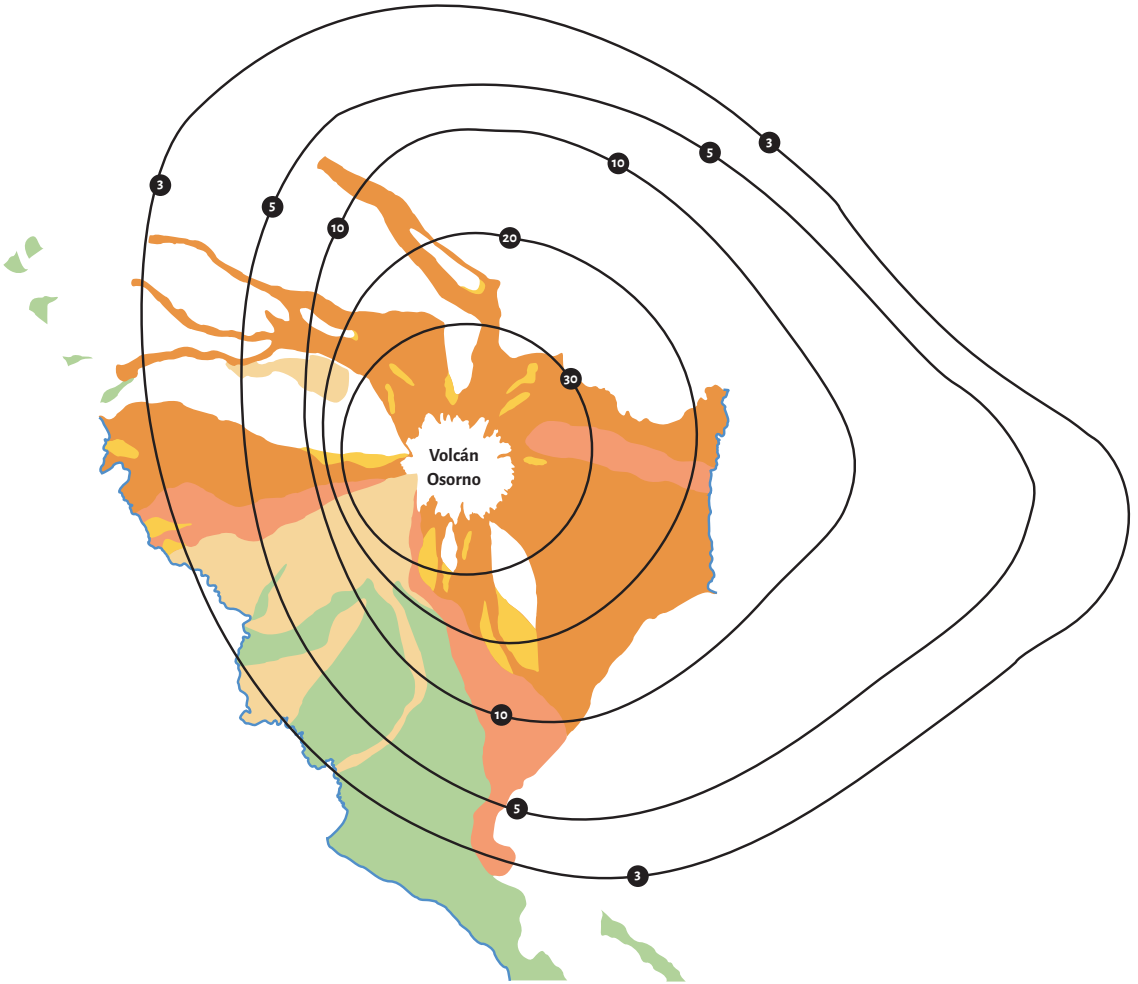
En el período histórico se han reportado 12 erupciones durante los siglos XVIII y XIX, sin que se registren nuevos episodios durante el siglo veinte y el actual. Su actividad fue predominantemente de

tipo efusiva, estilo hawaiano, o estramboliana de baja explosividad. La última erupción importante con emisión de lava fue en 1835, mientras que la última erupción con eyección de columna piroclástica lo fue en 1869. Desde entonces, no se han registrado episodios de actividad eruptiva en el volcán. Dado este historial, es considerado plenamente como activo por los geólogos y está siendo sometido a un permanente monitoreo por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería.



• Vista del Volcán Osorno desde un avión - Jml Blaster

MAPA DE PELIGRO DEL VOLCÁN OSORNO



- Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas y/o lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal.
- Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares.
- Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lavas durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal.
- Zonas con baja probabilidad de ser cubiertas por lahares.
- Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas durante erupciones en cráteres adventicios.
- 30 Límite externo de las zonas que pueden ser afectadas por la caída de piroclastos cuyo diámetro (en cm) se indica.

2. AMENAZAS Y PELIGROS

El peligro más notable para las comunidades aledañas al volcán Osorno es la ocurrencia de lahares, las que poseen registros tanto en tiempos históricos como geológicos. Sus efectos son muy variables dependiendo de la época del año en que se presenten, con efectos bastante más devastadores en invierno. La parte superior del edificio está cubierta por un glaciar con unos 0,14 km³ de hielo, representando un volumen de agua muy significativo para la generación de lahares.

Una segunda amenaza está representada por potenciales flujos de lava, las que pueden alcanzar distancias superiores a los doce kilómetros desde la fuente de emisión, sea del cráter o de conos parásitos.

En menor medida, por su baja frecuencia registrada durante la historia geológica del volcán, existen amenazas de erupciones mayores, con efectos de caídas de material piroclástico en áreas ubicadas hacia el este y sureste del edificio, alcanzando incluso a localidades argentinas; así como la generación de corrientes piroclásticas a nivel de suelo, que pudieran arrasarse con algunas localidades cercanas.

Pero más allá de la actividad eruptiva, el volcán provoca trastornos en su

entorno a través de continuos deshielos y aluviones, que van erosionando lentamente la superficie del edificio, acarreado material hacia abajo.

En los últimos años, los montañistas que lo ascienden han podido notar que los hielos milenarios del volcán Osorno —uno de los 3 cuerpos glaciares de la provincia de Llanquihue— enfrentan un proceso creciente de derretimiento a partir de la cota 2.100, fenómeno que se asocia al cambio climático global.

Grandes manchas café y existencia de cavernas de hasta 10 metros de altura a pocos metros de la cumbre son los síntomas de este fenómeno de debilitamiento del glaciar, atribuibles a una menor caída de nieve durante los últimos años y a temperaturas promedio relativamente más altas que en décadas pasadas. Solo la cara sur permanece congelada.

Por su frecuencia y repetición año a año, los aludes y aluviones constituyen el principal factor de riesgo asociado al volcán, el que se concentra en determinadas vías de evacuación aluvional que a su paso destruye parte de la vegetación e infraestructura, como son los habituales cortes de camino entre las localidades de Ensenada y Petrohué, de alto flujo turístico especialmente en temporada estival.

El Servicio Nacional de Geología y Minería ha elaborado una clasificación de alertas volcánicas para orientar el quehacer de autoridades encargadas de actuar ante emergencias, como también para la población civil en zonas aledañas expuestas a riesgo, diseñando una cartilla con recomendaciones como la que se presenta en las páginas siguientes.



● Grieta Laberinto, Volcán Osorno - Dick Culbert, Canadá.

NIVELES DE ALERTA VOLCÁNICA DEL SERNAGEOMIN

ESTADO DE ACTIVIDAD

TIEMPO PARA ERUPCIÓN MAYOR



ERUPCIÓN MAYOR
INMINENTE O EN CURSO.

REPORTE DIARIO

HORAS/
ERUPCIÓN EN
PROGRESO



PROBABLE ERUPCIÓN
MAYOR RETORNO DESPUÉS
DE ETAPA ERUPTIVA.

REPORTE DIARIO

DÍAS/
SEMANAS



CAMBIOS EN EL
COMPORTAMIENTO DE LA
ACTIVIDAD VOLCÁNICA .

REPORTE 15/20 DÍAS

SEMANAS/
MESES



VOLCÁN ACTIVO, CON
COMPORTAMIENTO ESTABLE.
SIN RIESGO INMEDIATO.

REPORTE MENSUAL

MESES/
AÑOS

ESCENARIO POSIBLE

Erupción mayor en desarrollo o inminente con clímax en un lapso muy corto. Ésta podría ser muy efusiva (emisión de lava) y/o explosiva (emisión de piroclastos y ceniza), y contemplar más de un episodio. el proceso en curso o esperado implica alta amenaza para las personas. El tiempo de preparación y respuesta es muy breve. Se generan reportes informativos diarios u horarios.

Variación significativa de comportamiento, mayor inestabilidad. Alternativas: 1- Incremento con alta probabilidad de evento(s) disruptivo(s) mayor(es), de carácter efusivo (emisión de lava) y/o explosivo (emisión de piroclastos y ceniza). 2- Erupción menor, eventual amenaza limitada hacia las personas e infraestructuras . Posibles lahares. Se generan reportes diarios.

Volcán con actividad sobre línea de base, inestable e intermitente. Puede registrar: enjambres sísmicos más frecuentes, emisión débil de piroclastos, cambios morfológicos, ruidos, olor a gases volcánicos, etc. Afecta al entorno directo del cráter o parte del edificio volcánico. Esta alerta activa el Sistema de Protección Civil. Se generan reportes cada 15 a 20 días.

Volcán con actividad dentro de su línea de base (habitual), en reposo o quietud. Escenarios: Actividad sísmica (incluyendo enjambres esporádicos) y fumarola u otra manifestación superficial, que afecta a la zona inmediata o próxima al centro de emisión. sin peligro para personas ni actividad económica. Se debe elaborar el plan de Emergencia volcánico comunal. Reportes informativos: una vez al mes.

3. HIDROGRAFÍA

El volcán Osorno tiene la particularidad de dividir y tributar sus aguas hacia tres cuencas hidrográficas distintas e independientes.

Hacia el norte de sus laderas, da origen al estero Chapuco, que vierte sus aguas en el río Coihueco, que nace en la ladera poniente del volcán Puntiagudo, el que a su vez alimenta al río Rahue originado en el lago Rupanco y posteriormente al Río Bueno, que desemboca en el mar en un sector conocido como la Barra, en el límite de las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

Hacia el poniente, las aguas del volcán vierten en dirección al lago Llanquihue, el segundo lago más extenso del país, con 860 km² de superficie. Este lago tiene su desembocadura en la ciudad del mismo nombre, dando origen al río Maullín, el que conduce sus aguas al Pacífico en la bahía de Maullín.

Hacia el oriente y el suroriente, vierte las aguas al lago Todos los Santos y el río Petrohué. Este lago andino, de origen volcánico glaciar, que tiene una superficie de 178,5 km², desagua a través del río Petrohué, el que tras un corto y accidentado recorrido desemboca en el océano Pacífico, en el primer fiordo patagónico del sur de Chile: el estuario de Reloncaví, en la bahía de Ralún. El origen de este río se remonta al retroceso de los glaciares y a la formación del volcán Osorno.

Antiguamente, un gran lago cubría la región, pero las reiteradas erupciones de los volcanes Osorno y Calbuco generaron una barrera en el valle que desvió las aguas del río que antes desaguaban en el lago Llanquihue al este, penetrando hacia el sur en dirección a Ralún, separando y conformando dos cuencas independientes.

Es interesante pensar que localidades tan alejadas en la costa del Pacífico como La Barra del río Bueno, la Bahía de Maullín y la de Ralún reciban aguas y sedimentos originados en laderas contiguas del mismo volcán Osorno.



● Vulkan Osorno, Puerto Varas, Chile - M M, Suiza.



● Volcán Calbuco - Miguel Vera León, Santiago, Chile.



● Volcán Osorno.



	Río Maullín	Río Petrohué	Río Bueno
Longitud	85 km	36 km	130 km, desde lago Ranco
Caudal medio	100 m ³ /seg	278 m ³ /seg	570 m ³ /seg
Superficie hoya hidrográfica	4.500 km ²	2640 km ²	17.200 km ²
Régimen de alimentación	Pluvial	Pluvial	Pluvial, con algunos tributarios nivales
Nace	Lago Llanquihue	Lago Todos los Santos	Lago Ranco, regulado también por lagos Puyehue y Rupanco
Desemboca	Bahía de Maullín	Bahía de Reloncaví, en la bahía de Ralún	La Barra, límite entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos

4. BIODIVERSIDAD

El paisaje original del sur de Chile ha sido afectado fuertemente por las diversas actividades desarrolladas por el ser humano durante los últimos dos siglos, siendo las de mayor impacto la quema y la tala de bosques nativos para la transformación de la tierra a un uso silvoagropecuario, así como la caza indiscriminada de especies y alteración de hábitats de la fauna.

Los bosques lluviosos templados del sur de Chile históricamente se extendían desde la actual región de Los Ríos hasta el extremo sur de Sudamérica. La colonización de esta zona promovió la quema extensiva del bosque, para destinar la tierra al uso agrícola, resultando en una dramática reducción de éstos.

Se estima que, hacia mediados del siglo veinte, los bosques lluviosos templados se habían reducido al 16% de su extensión original. Actualmente están virtualmente restringidos a los Parques Nacionales y muchas áreas inaccesibles de las Cordilleras de propiedad particular o fiscal.

El volcán Osorno está situado al interior del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, creado en 1926 como el primer parque nacional del país. Este ocupa la mayor parte de la cuenca hidrográfica del río Petrohué y del lago Todos los Santos; la vertiente sur de la cuenca del Río Bueno y la vertiente este de la cuenca del lago Llanquihue y el río Maullín.

Con una superficie protegida de poco más de 250 mil hectáreas, el parque nacional se ubica en la zona de bosque templado lluvioso tipo valdiviano, con un 71,2% de superficie de bosque nativo; un 8,3 % de cuerpos de agua, un 9,5% de nieves y glaciares, un 7,6% sin vegetación y un 3,4% de praderas, matorrales y terrenos inundados.

El recorrido por las laderas del volcán Osorno permite transitar desde las zonas de bosque nativo, hacia áreas

desprovistas de vegetación y alcanzar las nieves y glaciares. A su vez, permite la observación de diversas panorámicas hacia las extensas superficies de bosque nativo del parque, los lagos Llanquihue y Todos los Santos, así como los diversos cuerpos de agua que componen el paisaje.

Pero también es una oportunidad para reconocer más en detalle la vida que se ha desarrollado en torno al volcán y a su zona de influencia.

La Flora identificada para el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales abarca un total de 433 especies de plantas vasculares, agrupadas en un total de 104 familias. De este total, 24 son endémicas, 357 con nativas y 52 corresponden a especies exóticas.

Los especialistas distinguen en este parque nacional siete pisos vegetacionales diferentes:

- Bosque caducifolio templado andino de Lenga y Canelo enano.
- Bosque caducifolio templado andino de Lenga y Zarparrilla.
- Bosque laurifolio templado interior de Coigüe y Ulmo.
- Bosque resinoso templado andino de Alerce.
- Bosque siempreverde templado andino de Coigüe y Mañío hembra de hoja corta.
- Bosque siempreverde templado interior de Coigüe de Chiloé y Mañío macho de hojas punzantes
- Matorral bajo templado andino de Pasto de guanaco y Senecio bipontini

Cada uno de estos pisos vegetacionales tiene comunidades vegetales asociadas, cuya formación se compone de tres estratos: uno arbóreo, otro arbustivo y uno herbáceo, cada uno con especies representativas y características propias.

De acuerdo a la información de CONAF, en el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales habitan y es posible encontrar las siguientes especies de flora declaradas en estado de conservación:

- En peligro de extinción, el árbol de Alerce.
- Vulnerables, el árbol de Ciprés de las Guaitecas, las herbáceas Chupalla y Chupón y 15 especies de helechos.

En los antecedentes con que se elaboró el plan de manejo del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, se mencionan las siguientes especies de fauna potenciales de encontrar tanto en el parque como en los valles adyacentes:

- **Mamíferos:** Huillín, Vizcacha común, Monito del monte, Comadreja trompuda, Murciélago oreja de ratón del sur, Puma y Pudú.
- **Aves:** Torcaza, Bandurria, Halcón peregrino, Choroy, Carpintero negro, Cóndor, Cachaña, Rayadito, Comesebo, Hued hued, Viudita, Cometocino patagónico, Pato cortacorrientes, Aguilucho de cola rojiza y Concon.
- **Anfibios y reptiles:** Ranita de Darwin, Sapo verrucoso, Sapo de manchas rojas, Culebra de cola corta y Lagartija de vientre azul.

Los caminantes por los senderos del volcán Osorno y su zona de influencia, podrán avistar más de alguna de las 84 especies reconocidas en el área del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales: 16 de ellas son Carnívoras, 9 Piscívoras, 3 Frugívoras, 4 Omnívoras, 3 Carroñeras, 41 Insectívoras y 18 Herbívoras.

De este total de 84 especies de aves, 63 son residentes, no migratorias; cuatro son migratorias estivales (Golondrina de dorso negro, Golondrina chilena, Fio-fio, Viudita pico de pata o Run-run) y seis son migratorias invernales (dos especies de dormilonas, dos de churretes, Viudita y Yal cordillerano)

En las zonas altas y descubiertas, se distinguen 20 especies de aves que las utilizan para buscar insectos entre piedras, flores y arbustos; o sobre especies vegetales, semillas y néctar de algunas flores

anuales, como es el caso del Picaflor. Por su parte, el mero se especializa en buscar grandes insectos, reptiles e incluso polluelos de otras aves fácilmente detectables en estos sectores.



● Coigüe chileno

III. Rutas de Aprendizaje Significativo en Vulcanología





Panoramas recomendados de visita al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales para entender los fenómenos de la vulcanología en la formación del paisaje y el comportamiento de los seres vivos en el ambiente volcánico.

Para profesores y grupos de estudiantes, en actividades de educación ambiental; para operadores turísticos y guías locales, para mejorar sus relatos de interpretación del patrimonio geológico; para padres de familia que quieren conectar a sus hijos con el mundo silvestre; para grupos de amigos y parejas que buscan descubrir los secretos del volcán

1. ESPELEOLOGÍA EN EL CAVERNA LA BURBUJA

Visita guiada al Centro de Interpretación Ambiental Peripillán con descenso y recorrido por caverna volcánica.

Duración: 2 horas.

Cómo llegar: En automóvil o bus, son 48 km por rutas pavimentadas desde Puerto Varas. Primero, recorrer camino por la ribera sur del lago Llanquihue en dirección a Ensenada. Una vez allí, doblar a la izquierda, por ruta que va al norte, orillando el mismo lago por su ribera este. Llegando al cruce al volcán Osorno, tomar por camino a la derecha, en dirección al mirador la Burbuja, frente a cuyo estacionamiento se encuentra el Centro.

Contacto: jose.dattoli@senderodechile.cl

Los anfitriones del centro Periplán reciben al grupo en un cómodo salón cafetería del domo construido en la ladera oeste del volcán. Presentan al equipo y dan una charla explicativa de la actividad.

Luego, salen al exterior a revisar paneles didácticos y a relevar la importancia de la actividad volcánica en la formación del paisaje, que los circunda aprovechando las esplendidas vistas panorámicas

hacia la cumbre del volcán Osorno, el valle del río Petrohué, el volcán Calbuco y el lago Llanquihue.

Relatan la leyenda de la princesa Licarayen, que expresa cómo se creó el volcán Peripillán, actualmente conocido con el nombre de Osorno, en la cosmovisión mapuche.

Posteriormente, nos explican qué es un volcán, cuál es su estructura; nos advierten que Chile es una tierra de volcanes y que existen diversos peligros asociados a su actividad.

Tratándose de estudiantes, se desarrollan actividades relativas a distintos sectores de aprendizaje y objetivos pedagógicos transversales, en clave lúdica para facilitar la interpretación y al aprendizaje significativo, tales como:

- **El Diario de Volcanes:** Dinámica de juegos con materiales que se encuentran en el lugar, en el que se responden interrogantes y se sigue la pauta del guía para continuar la interpretación.
- **Fauna Parque Nacional Vicente Pérez Rosales:** Para la identificación de especies de avifauna terrestre características de la montaña. Distinción de especies acuáticas presentes en el lago Llanquihue.
- **Poesía Volcán Osorno:** Lectura y análisis de poesía de Gabriela Mistral para conectar el arte con el medio ambiente.

Luego se dan las instrucciones respecto del uso del equipamiento (arnés, cascos, guantes y linternas) y los cuidados que se deben tener para descender al cráter la Burbuja, y se emprende la aventura al interior del volcán, donde los guías invitan a experimentar sensaciones con los cinco sentidos.

Las actividades se cierran con la aplicación de una pequeña encuesta de calidad de la experiencia, del aprendizaje y del servicio recibido.



La espeleología es la ciencia del tierra que estudia el origen y la formación de las cavernas y las cavidades subterráneas naturales, así como su flora y su fauna. En ella se hayan implicados los intereses de geógrafos y geólogos, hidrólogos, zoólogos, antropólogos, arqueólogos y paleontólogos. Una experiencia excepcional para promover el interés científico en niños y adolescentes

2. SENDERO AL CRÁTER PARÁSITO

Recorrido guiado que se inicia en el Centro de Interpretación Vulcanológica Peripillán, por sendero de escasa pendiente y miradores panorámicos de fácil acceso, de 3 km de longitud, por la falda sur del volcán Osorno, atravesando por atractiva formación de bosque nativo que conduce a cráter parásito.

Duración: 2 horas.

Contacto: jose.dattoli@senderodechile.cl

Se da la bienvenida al grupo en el domo, se presenta el programa y se muestra un video sobre la importancia de los volcanes y se dan las indicaciones para el recorrido.

Se los invita a salir y cruzar el camino, para dirigirse al mirador La Burbuja, donde se relatan las claves de la formación del paisaje circundante y el rol desempeñado por los volcanes Calbuco y Osorno. Con estudiantes, se aplica el juego didáctico del Sendero de Los Sentidos.

Se inicia la caminata por un sendero que conduce primero a un sector de bosque nativo, donde se detendrán en un

amigable rincón a la sombra de centenarios coigües, para explicar qué es un volcán, cómo nació el volcán Osorno y cómo se fue poblando de biodiversidad en sus laderas.

La caminata continúa hacia un gran mirador del lago Llanquihue y la cuenca media del río Petrohué, donde se detienen para analizar cuáles serían los riesgos de desastres naturales si hubiera una erupción explosiva o una efusiva en determinados sectores del campo visual, identificando la población más expuesta a riesgos.

Siguiendo la huella, el grupo es conducido al sector del cráter parásito, donde se explica que el magma no sólo efluye por el cráter principal del volcán, sino también por cráteres secundarios que contribuyen a la formación de coladas de lava. Se analiza lo que deben hacer los pobladores afectados para prevenir y enfrentar las amenazas de desastres.

De regreso al mirador del valle, frente al centro vulcanológico, se realiza un juego de crucigrama de respuestas personales, se evalúa la experiencia grupal y se aplica encuesta de satisfacción.





3. SENDERO EL SOLITARIO

Recorrido guiado que se inicia en camino al volcán Osorno, por sendero de fácil recorrido, escasa pendiente y miradores panorámicos, de 6 km de longitud, que recorre la falda sur del volcán Osorno, atravesando por atractiva formación de bosque nativo y zona de deshielos y acarreo en masa de material volcánico. Posible de combinar con visita previa a la laguna Verde, el Centro Peripillán; y posterior a los saltos de Petrohué, para culminar un panorama de día completo.

Duración: 3,5 horas.

Cómo llegar: En automóvil o bus, son 51 km por rutas pavimentadas desde Puerto Varas. Primero, recorrer camino por la ribera sur del lago Llanquihue en dirección a Ensenada. Una vez allí, doblar a la izquierda, por ruta que va al norte, orillando el mismo lago por su ribera este. Llegando al cruce al volcán Osorno, tomar por este camino a la derecha, hasta encontrar acceso señalizado al sendero

Cómo regresar: El sendero, predominantemente de bajada y escasa pendiente, termina en cruce con camino que va de Ensenada a lago Todos los Santos, a escasa distancia de los saltos del Petrohué.

Contacto: jose.dattoli@senderodechile.cl

La actividad parte por juntar el grupo en Puerto Varas y salir en dirección a la laguna Verde, ubicada inmediatamente al norte de Ensenada, señalizada y con estacionamiento. Allí son recibidos por los anfitriones del Centro Peripillán, quienes darán la bienvenida, les informarán que están en un Parque Nacional y los invitarán a recorrer un pequeño sendero interpretativo, orillando una laguna y un escorrial formado por antiguas actividades del volcán Osorno.

Optativamente, se podrá visitar el

Centro Peripillán, para ampliar la interpretación de los fenómenos vulcanológicos, apoyados por sus paneles didácticos. Este está ubicado a corta distancia del inicio del sendero El Solitario, subiendo por el camino al volcán Osorno.

El sendero tiene una longitud de 6 km, recorriendo la falda sureste del volcán, de bajada y escaso desnivel, apto para distintos públicos. Cruza por superficies de bosque nativo y zonas arrasadas por los deshielos del volcán. Al inicio, los anfitriones dan cuenta de los beneficios del senderismo para la salud y el bienestar de las personas, como actividad de conexión con el medio natural; así como de la importancia y las funciones de los ecosistemas boscosos. A su vez, dan las claves para reconocer durante el recorrido las especies más características que habitan el lugar.

Una primera detención en el mirador del valle de Petrohué, el volcán Calbuco y el Lago Llanquihue, permite compenetrar a los visitantes con la historia geológica de la división en dos cuencas de un paisaje antiguamente conformado por un gran lago, que fue separado por el material arrastrado por sucesivas erupciones de los volcanes Osorno y Calbuco.

Luego continúa la marcha por un sendero boscoso, hasta llegar a una zona de deshielo despejada de vegetación, con privilegiada y sorpresiva vista a la ladera y glaciar del volcán Osorno, donde se aprecia el espectáculo de los socavones por la remoción en masa de materiales volcánicos en diferentes períodos. En esta segunda detención, los guías muestran el mapa de peligros del volcán y los folletos para enfrentar emergencias elaborados por el Servicio Nacional de Geología y Minería, con el propósito de que los visitantes reconozcan en el mapa el lugar donde están y para que puedan comparar los riesgos involucrados en distintos lugares dentro del paisaje observado. Luego, explican la formación del volcán, sus características e historia eruptiva.

Atravesando el deshielo, el sendero vuelve a internarse en zona boscosa, concentrándose la atención del grupo en el tipo de suelo y explicando sus beneficios para el desarrollo de la vegetación.

El sendero termina a un costado del camino que conduce de Ensenada al lago Todos los Santos, en el fondo de valle del río Petrohué, con vista a las cordilleras que enfrentan al volcán Osorno por el sur, en las que se aprecian cómo cambian las comunidades vegetacionales según la gradiente altitudinal.

La actividad termina visitando los saltos del Petrohué, para verificar in situ el poder del volcán en la formación del relieve y los sistemas hidrológicos. Desde allí, el grupo es despedido por los anfitriones del Centro y regresa en bus a su punto de origen.



4. SENDERO PASO DESOLACIÓN Y LAGO TODOS LOS SANTOS

Recorrido guiado que se inicia en localidad de Petrohué, a orillas del lago Todos los Santos, por sendero de 2,5 km de longitud, de mediana intensidad y mínimo desnivel, que recorre zonas de bosque con vistas a la cara este del volcán Osorno, el volcán Puntiagudo y el cerro Tronador, el gigante andino del sur chileno argentino.

Duración: 3 horas.

Cómo llegar: Desde Puerto Varas (esquina superior izquierda), en dirección a Ensenada y Petrohué (esquina inferior izquierda), llegando a orillas del lago Todos los Santos (parte inferior). Recorrido por orilla sur del lago Llanquihue, río Petrohué, al pie del sector sur del cono del volcán Osorno.

Contacto: jose.dattoli@senderodechile.cl

El recorrido comienza en Petrohué, localidad de desarrollo preferentemente turístico, emplazada a orillas del nacimiento del río Petrohué en la desembocadura del lago Todos los Santos, con una amplia playa de materiales arrastrados desde el cono del volcán Osorno en el frente oeste del lago.

Puede combinarse con visita previa a los saltos del Petrohué.

Desde Petrohué se inicia la ruta del Paso Desolación, señalizada y bien demarcada, que se orienta en dirección al noreste aproximándose al volcán por su flanco norte. Los anfitriones dan la bienvenida al grupo, dan instrucciones para la caminata e introducen el tema de los productos volcánicos y los deshielos para el reconocimiento del paisaje.

Al inicio, el sendero transcurre por un ambiente de bosque que poco a poco permite divisar el volcán Osorno desde una nueva perspectiva: su cara este, la

que permite comparar las deformaciones del cono y las masas de hielo y nieve, entre sus caras norte y sur.

Llegados al primer cruce de senderos, los guías interpretan in situ el impacto de las cenizas volcánicas, su desplazamiento por la atmósfera bajo la forma de plumas y las vastas zonas donde deja sentir su influencia. El recorrido deja el Paso Desolación y continúa por sendero de bajada que conecta con playa del lago Todos los Santos, atravesando un denso bosque valdiviano con gran presencia de coigües. Se analizan sus estrategias de colonización de un espacio de naturaleza volcánica tras la última glaciación.

Al llegar a orillas del lago, el grupo se sienta en una playa de cenizas volcánicas, con espectacular vista al volcán Puntiagudo, donde se relata el efecto de la glaciación en la modelación del valle y del origen del lago como consecuencia de la división de cuencas provocadas por la actividad del volcán Osorno.

Se continúa la marcha de retorno a Petrohué por la playa del lago, donde se realiza una nueva detención, con una amplia panorámica al arco de cerros andinos del entorno, ideales para abordar los temas de las zonas volcánicas en la cordillera de los Andes y la presencia de la falla Liquiñe Ofqui, como factor detonante de la actividad eruptiva en la zona volcánica sur de Chile.

Al cierre, los anfitriones destacan la importancia de proteger estos ambientes como laboratorios naturales, para el desarrollo de la ciencia y la educación, aparte del turismo responsable y ecológico, como fuentes de vida para la población local.



5. CONSEJOS PARA UN RECORRIDO SEGURO Y RESPONSABLE

Se recomienda a los participantes en cualquiera de los recorridos contar con vestimenta adecuada para la actividad según condición climática, calzado o zapatillas con suela antideslizante, gorro, impermeable y protector solar.

Es indispensable llevar un litro de agua, para evitar deshidrataciones. No recomendables las bebidas gaseosas.

Para alimentarse en forma saludable se sugiere portar una pequeña mochila que contenga una ración de marcha para reponer energías durante la caminata. Sugerencias: chocolate, frutos secos, galletas, sándwiches, frutas o lo necesario según requerimientos propios.

Más específicamente, interesa tener presente al menos los siguientes principios del programa No Deje Rastro:

- **Preparar el viaje con anticipación**, conocer las normas de la administración del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. Siempre llevar un mapa del lugar que visites. Portar un botiquín con elementos básicos y reenvasar los alimentos a consumir en recipientes más grandes y reutilizables, para así minimizar la cantidad de envases que llevar y menos basura que cargar. Siempre informarse de las condiciones climáticas y viajar preparado para enfrentar condiciones climáticas adversas, evaluando cuidadosamente y de antemano los riesgos asociados a la salida.
- **Usar caminos y senderos habilitados**. Si el sendero es angosto, transitar en fila india, sin tratar de acortar camino, dañando la vegetación que crece cerca del sendero. Cuando se transite a campo abierto, escoger superficies más resistentes posibles. Tomar descansos en superficies resistentes y fuera del sendero.
- **Dejar lo que se encuentra en su lugar**: rocas, plantas y otros elementos naturales. No recolectar muestras de ningún tipo. No tocar ni rayar objetos con valor arqueológico, histórico o cultural. No llevar mascotas ni introducir especies no nativas a un parque nacional.
- **Respetar la vida silvestre**, observando los animales a distancia, no persiguiéndolos ni aproximándose, no acercarse a nidos. Nunca alimentar a animales silvestres. Evitar su contacto si están en período de reproducción, anidación y crianza. No cortar ni dañar la vegetación.
- **Respetar a los demás visitantes**, ser cordial con los demás visitantes que también están disfrutando de la naturaleza. No generar ruidos molestos, permitiendo que prevalezcan los sonidos de la naturaleza.
- **Disponer adecuadamente de los residuos**. Todo lo que se haya llevado y consumido, más la basura generada durante la actividad, debe ser llevada de regreso, minimizando el impacto de la visita.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barriá, Iván: "Volcán Osorno: Territorio para la contemplación, los deportes aventura y la conciencia ambiental". Revista Chile Forestal, Corporación Nacional Forestal
- Booth, Rodrigo (2008): "Turismo y representación del paisaje. La invención del sur de Chile en la mirada de la Guía del Veraneante (1932-1962)". <http://journals.openedition.org/nuevomundo/25052>
- Corporación Nacional Forestal (2015): "Plan de manejo Parque Nacional Vicente Pérez Rosales". Puerto Montt.
- Centro de Estudios Científicos (2011): "Variaciones recientes en glaciares en Chile, según principales zonas glaciológicas". Santiago
- Dirección general de Aguas: "Inventario público de cuencas hidrográficas"
- Domeyko, Ignacio (1850): "Exploración de las lagunas de Llanquihue i Pichilaguna, volcanes de Osorno i de Calbuco". Santiago. Anales de la Universidad de Chile
- Fischer, Oscar (1893): "Erupcion del volcán Cabuco". Carta a Diego Barros Arana: "Memoria del doctor don Roberto Pöhlmann sobre las cenizas arrojadas por este volcán en 1893"
- González Ferrán, Oscar (1994): "Volcanes de Chile". Santiago: Instituto Geográfico Militar.
- Hauser, A. (1991): "Hans Steffen, precursor del concepto falla Liquiñe-Ofqui", Revista Geológica de Chile.
- Moreno, Hugo (1999): "Mapa de peligros del volcán Osorno". Documento de trabajo N°11, Servicio Nacional de Geología y Minería
- Moreno, Hugo (1999): "Mapa de peligros del volcán Calbuco". Documento de trabajo N°12, Servicio Nacional de Geología y Minería
- Petit-Breuilh S., M. E. (1999): "Cronología eruptiva histórica de los volcanes Osorno y Calbuco, Andes del sur (41°-41°30's)". Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería
- Pinto Ortega, Daniela (2018). «Expedición chilena logra llegar al lugar más profundo de la Fosa de Atacama». El Mostrador (7 de febrero de 2018).
- Servicio Nacional de Geología y Minería (2008): "Las Cascadas: una comunidad activa y organizada del volcán Osorno". Santiago.
- Servicio Nacional de Geología y Minería: "Glosario básico para comprender sobre erupciones volcánicas y sus peligros".
- Solari, María Eugenia (2007): "Historia ambiental holocénica de la región sur-austral de Chile (X – XII región). Revista Austral de Ciencias Sociales, 13.
- Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. (2005). "Ciencias de la Tierra", 8ª edición. Madrid. Pearson Educación S. A.
- Ulloa, Osvaldo (10 de febrero de 2018). «Un viaje a nuestro mar inescrutable: la Fosa de Atacama». El Mostrador.
- Wegener, Alfred (1966). "The Origin of Continents and Oceans". Dover Publications Inc.

REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS DE TERCEROS

- Páginas 4-5: Shawn Appel. "Powerful reminder". <https://unsplash.com/photos/FBAIKjVLHag>
- Página 21: Carlos A Arango, "Andes Americanos", Octubre, 2007. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Andes.png>
- Página 27: Earth Observatory. "Eruption of Villarrica Volcano". <https://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=85465&src=twitter-nh>
- Páginas 32-33: Eduardo Schmeda, "Volcán Osorno". [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osorno_\(33627573964\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osorno_(33627573964).jpg)
- Página 35: Axelspace Corporation, "Mt. Osorno and Mt. Calbuco, Chile". https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mt_Osorno_and_Mt_Calbuco_Chile.jpg
- Página 37: Jml blaster, "Volcan Osorno desde avión". https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volcan_Osorno_desde_avi%C3%B3n.JPG
- Página 39: Dick Culbert, "Grieta Laberinto". [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volcan_Osorno--_Grieta_Laberinto_\(27042950126\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volcan_Osorno--_Grieta_Laberinto_(27042950126).jpg)
- Página 42: Miguel Vera León, "Volcán Calbuco". <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39739606>
M M, "Vulkan Osorno, Puerto Varas, Chile". [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vulkan_Osorno,_Puerto_Varas,_Chile_\(10985283024\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vulkan_Osorno,_Puerto_Varas,_Chile_(10985283024).jpg)
- Página 45: Libro del Árbol, Tome II, edited by Celulosa Argentina S. A., Buenos Aires, Argentina, October 1975. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nothofagus_dombeyi.jpg

