

## 5. Hidrología

El estado de Baja California es pobre en recursos hídricos. En el capítulo concerniente a climas ya se habló de la escasez y de la irregularidad de las aguas meteóricas para la mayor parte de las tierras de la entidad. Como consecuencia las corrientes fluviales son pocas y los volúmenes escurridos a través de ellas son pequeños y muy ocasionales. La

mayoría de los arroyos y ríos bajacalifornianos no existen como tales, más que durante breves periodos de ciertos años. En cuanto a las aguas subterráneas son también escasas; se distribuyen sólo en ciertas áreas relativamente pequeñas y localizadas. Baja California cuenta con la mayor parte de uno de los distritos de riego, más

importantes del país: el del río Colorado que cuenta con unos 2 650 millones de metros cúbicos anuales la mayoría provenientes de dicha corriente; la principal de la entidad. El segundo río de importancia, el Tijuana, que abastece de agua a la ciudad del mismo nombre, es una corriente poco caudalosa; sin embargo ocasionalmente ha causado siniestros graves en dicha población al desbordarse, comportamiento que es típico de los ríos de climas secos.

De todos los recursos naturales con que cuenta la entidad el agua es posiblemente el que —en su proporción— se aprovecha más intensamente. Así se ha vuelto la vista hacia el mar como fuente de agua y ya se encuentra en funcionamiento una planta desalinizadora —la de Rosarito— y hay proyectos para el establecimiento de otras en diversos sitios del estado.

### AGUAS SUPERFICIALES

En el estado de Baja California quedan comprendidas totalmente las Regiones Hidrológicas No. 1 y No. 4 de acuerdo a la división de Regiones Hidrológicas elaborada por la SARH (aunque en el caso de la primera el límite septentrional, colindante con los Estados Unidos, no es natural pues algunas corrientes nacen más allá de la frontera). También se encuentran partes importantes de las regiones No. 2, 5 y 7.

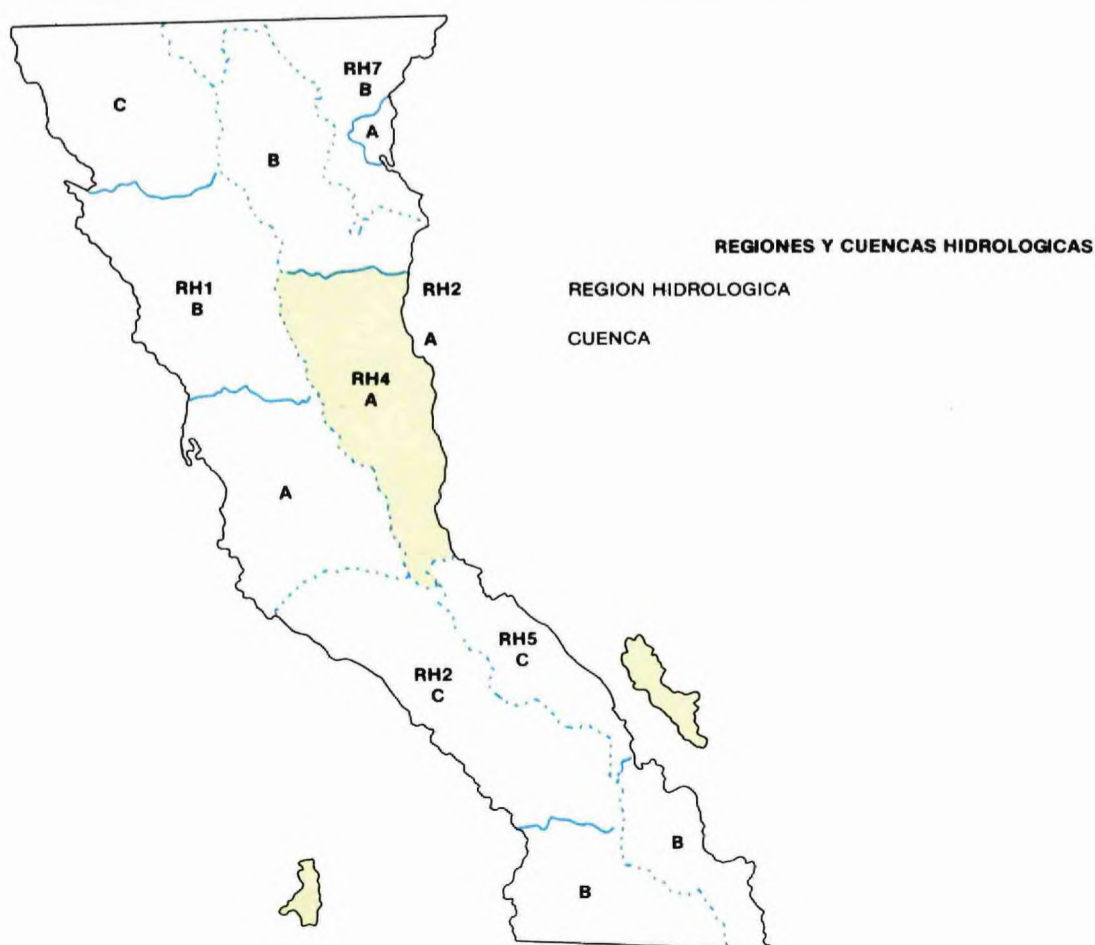
La Región "Baja California Noroeste" (No. 1) se localiza en la porción centro-noroeste del estado y cubre 26 737.46 km<sup>2</sup> de su superficie total. En la zona centro-noreste se encuentra la Región Hidrológica "Baja California Noreste" (No. 4), con una superficie de 15 281.28 km<sup>2</sup>. La Región Hidrológica "Baja California Centro-Oeste" (No. 2), ubicada en el centro-suroeste, abarca 16 417.21 km<sup>2</sup> de la superficie estatal. Al centro-sureste del estado se encuentra la Región Hidrológica "Baja California Centro-Este" (No. 5) que comprende 7 250.15 km<sup>2</sup> de su superficie. Finalmente, en la porción noreste se localiza la Región Hidrológica No. 7 "Río Colorado" que limita con los Estados Unidos de América y cubre 5 923.16 km<sup>2</sup> del área estatal. De estas regiones, la No. 1 y la No. 2 drenan hacia el Océano Pacífico y las otras hacia el Golfo de California.

### Región Hidrológica "Baja California Noroeste" (No. 1)

Esta región hidrológica comprende algunas corrientes de carácter internacional, y en ella se encuentran dos de las ciudades más importantes del estado; Tijuana y Ensenada. Las corrientes de esta región desembocan en las costas del Océano Pacífico y corresponden a las tres cuencas de importancia en la zona, que de norte a sur son:

#### ARROYO ESCOPETA-CAÑÓN SAN FERNANDO (1A)

La cuenca tiene una superficie (dentro del estado de 8 942.42 km<sup>2</sup> y le corresponde un arroyo de poca importancia —arroyo Escopeta— y el Cañón de San Fernando que marca el límite sur de la región hidrológica No. 1. Este cañón es el único accidente orohidrográfico de la cuenca pero sólo en raras ocasiones lleva agua.



El cauce principal del arroyo Escopeta tiene en general una dirección este-oeste con una longitud máxima de 115 km. En el tramo medio de su recorrido pasa por la Misión de San Fernando y tiene como subcuencas intermedias el Cañón de San Fernando (1AA), Cañón de San Vicente (1AB), Arroyo del Rosario (1AC), Arroyo del Socorro (1AD), Arroyo San Simón (1AE) y Arroyo de la Escopeta (1AF).

#### ARROYO LAS ANIMAS-ARROYO SANTO DOMINGO (1B)

Drena un área de 9 889.31 km<sup>2</sup> y posee dos corrientes principales. El arroyo Las Animas, que recorre 75 km a lo largo de su cauce principal, tiene una trayectoria general este-oeste y desemboca 6 km al oeste de Maneadero. El arroyo Santo Domingo nace a lo largo del parteaguas de la sierra de San Pedro Mártir y está formado por varios torrentes (entre los que destacan el arroyo Valladores, Santa Cruz y Santo Domingo) que tienen su origen a más de 2 900 m de altura. Esta cuenca tiene como subcuencas intermedias la del Arroyo Santo Domingo (1BA), Río San Telmo (1BB), Río San Rafael (1BC), Arroyo Salado (1BD), Río San Vicente (1BE), Río Santo Tomás (1BF) y Arroyo las Animas (1BG).

#### RIO TIJUANA-ARROYO DE MANEADERO (1C)

Esta cuenca tiene una superficie de 7 905.73 km<sup>2</sup> y en ella se encuentra una de las corrientes bajacalifornianas de mayor longitud; el río Tijuana. Sobre el cauce de este río se encuentra la presa "Abelardo L. Rodríguez", construida en el periodo 1928-1937, cuyas aguas se utilizan para abastecer a la ciudad de Tijuana, al igual que la que proviene de los pozos ubicados en el lecho del mismo río y del río Alamar, y la que se destila en la planta desaladora de Rosarito, de la que se obtienen 28 400 m<sup>3</sup> diarios. La cuenca del río Tijuana está integrada por las subcuencas intermedias del Arroyo de Maneadero (1CA), Ensenada (1CB), Río Guadalupe (1CC), Arroyo El Descanso (1CD), Río Las Palmas (1CE) y Río Tijuana (1CF).

#### CONTAMINACION

En esta región hidrológica es donde se ha detectado el mayor índice de contaminación del estado, aunque no es en grado crítico. El problema principal es generado por las descargas orgánicas de las ciudades de Tijuana, Tecate y Ensenada fundamentalmente, a las que corresponden un grado de contaminación de 1o, 2o. y 1o. orden respectivamente. Las corrientes que conducen los desechos orgánicos e industriales son los ríos Tijuana y Tecate y el arroyo El Gallo. Además las aguas del Océano Pacífico, que bañan las costas de Baja California, contienen gran cantidad de desechos industriales arrojados por las plantas procesadoras de pescado.

#### ALMACENAMIENTOS

Los dos únicos almacenamientos existentes en la entidad se localizan en esta región hidrológica: son la presa "Abelardo L. Rodríguez" con una capacidad de 92 370 000 m<sup>3</sup> que se utilizan para el abastecimiento de la ciudad de Tijuana, y la presa El Carrizo —de reciente construcción— con una capacidad de 39 700 000 m<sup>3</sup>. Esta presa que entró en operaciones recientemente, tiene el propósito de almacenar y regular el agua del acueducto río Colorado-Tijuana.

#### Región Hidrológica "Baja California Noreste" (No. 4)

Esta región hidrológica queda limitada al norte por la bifurcación que tiene la sierra de Juárez, a partir del cerro de Tres Pinos (1 516 m s.n.m.). El parteaguas occidental está constituido por las crestas de una serranía, de menor importancia que la sierra oriental; sierra Los Cucapas y sierra El Mayor. En la parte centro-este está limitada por el Golfo de

California y en la centro-oeste por la sierra San Pedro Mártir hasta unirse con las sierras de San Felipe y Santa Isabel. Finalmente en la parte sur tiene como límites a las regiones hidrológicas No. 2 y No. 5. Esta región está integrada por dos cuencas:

#### ARROYO AGUA DULCE-STA. CLARA (4A)

Esta cuenca cubre una superficie de 7 908.10 km<sup>2</sup> y tiene como corriente principal el Arroyo Agua Dulce, que no posee un cauce bien definido porque las lluvias son ocasionales y no corren siempre por el mismo sitio. Sin embargo, su desembocadura es invariablemente frente a la isla Miramar. Las subcuencas intermedias que la forman son: Arroyo Agua Dulce (4AA), Arroyo San Fermín (4AB), Arroyo Huatamote (4AC), San Felipe (4AD) y Santa Clara (4AE).

#### LAGUNA SALADA-ARROYO DEL DIABLO (4B)

Con un área en el estado de 7 373.18 km<sup>2</sup>, esta cuenca está limitada por la vertiente oriental de la sierra de Juárez y por la occidental de la sierra Los Cucapas, que alcanzan altitudes de 1 800 y 1 100 m s.n.m.; están orientadas de norte a sur y de noroeste a sureste respectivamente, de manera que en su interior se aloja una amplia región llana y sin altitudes superiores al nivel del mar. Esta condición genera en ella áreas de drenaje deficiente donde se forman lagunas y médanos, pues ningún escurrimiento tiene posibilidades de desembocar en el Golfo de California, debido a la poca agua en su cauce y a la lejanía de la costa (65 km); por tanto se la puede considerar como una cuenca cerrada. En esta cuenca se encuentra situada la Laguna Salada (4BB) que es una subcuenca intermedia al igual que la del Arroyo del Diablo (4BA).

#### Región Hidrológica "Baja California-Centro-Oeste" (No. 2)

Geográficamente se encuentra situada entre los 26°15' y 29°54' de latitud norte, y los 112°00' y 115°28' de longitud oeste. A lo largo de la costa destacan la Bahía de Sebastián Vizcaíno, la Isla de Cedros y la Laguna de San Ignacio. De esta región hidrológica, sólo una cuenca y parte de otra corresponden al estado de Baja California.

#### SAN MIGUEL-ARROYO DEL VIGIA (2B)

La mitad de esta cuenca corresponde a Baja California, con una superficie de 5 605.50 km<sup>2</sup> y sólo tiene dos corrientes de poca importancia debido a la escasa lluvia anual (100 mm). La corriente del arroyo Paraíso se origina en la sierra de San Borja y de Calmallí, su cauce se dirige hacia el suroeste y se prolonga hasta muy cerca del litoral al que no llega por una barrera arenosa cercana al morro de Santo Domingo; la corriente del arroyo San Luis es de menor importancia pero se menciona por ser el último cauce definido dentro del estado; ésta posee 70 km de longitud y su parte baja no está definida, pues su cauce no alcanza el litoral y se pierde 5 km antes de llegar al Océano Pacífico. Las subcuencas intermedias que la forman son: Laguna Scammon (2BB), Las Lagunas (2BC), Arroyo Piñami (2BD), Arroyo San Luis (2BE), Arroyo Paraíso (2BF) y San Miguel (2BG).

#### ARROYO STA. CATARINA-ARROYO ROSARITO (2C)

Esta cuenca se ubica totalmente dentro de la entidad y cubre 10 811.71 km<sup>2</sup> de la superficie estatal. Sus corrientes principales son: arroyo Santa Catarina —la primera corriente que hay en el norte de la región— la cual recorre 50 km en sentido norte-sur, desembocando en el Océano Pacífico (cerca de Santa Catarina) y el arroyo Rosarito —menos importante que el anterior; esta corriente cuenta con una longitud total de 65 km corre de este a oeste pasando por Rosarito (Baja California) y desemboca en la Punta Rosarito, al sur de la Bahía de Santa Rosalía. Esta zona tiene como subcuencas intermedias

la del Arroyo Rosarito (2CA), Arroyo San Borja (2CB), subcuenca sin nombre (2CC), Punta Prieta (2CD), cuenca cerrada (2CE), Arroyo de San José (2CF); Arroyo Delfino (2CG); Arroyo Jaraguas (2CH) y Arroyo Santa Catarina (2CI).

#### Región Hidrológica "Baja California Centro-Este" (No. 5)

Esta región se encuentra comprendida entre los 26°54' y 29°59' de latitud norte y los 111°57' y 114°41' de longitud oeste. Es una larga faja de la vertiente del Golfo de California que tiene aproximadamente 465 km de longitud y una anchura máxima de 50 km. Esta característica explica la ausencia casi total de corrientes permanentes y la condición torrencial y efímera de los escurrimientos que llegan a presentarse esporádicamente. En esta región no hay ninguna estación hidrométrica por lo que las corrientes que se mencionan son aquellas que tienen un cauce bien identificado y reciben además una denominación comúnmente aceptada. Comprende dos cuencas, una completa y otra parcial.

#### ARROYO SANTA ISABEL Y OTROS (5B)

Corresponde a la entidad una parte de esta cuenca, la cual posee una superficie de 3 409.17 km<sup>2</sup> y tiene como corriente de importancia al arroyo Santa Isabel. El cauce principal mide 40 km de longitud y desemboca en el canal Salsipuedes, que puede considerarse como una prolongación del de Ballenas; lo forman una fracción de la costa oriental de la península y las islas de las Animas y de San Lorenzo. Tiene como subcuencas intermedias: El Barril (5BA), Arroyo Sta. Isabel (5BB) y subcuenca sin nombre (5BC).

#### ARROYO CALAMAJUE Y OTROS (5C)

Corresponde en su totalidad al estado de Baja California, posee una superficie de 3 840.98 km<sup>2</sup> y forma una cuenca cerrada de aproximadamente 430 km<sup>2</sup>. Esta cuenca está limitada al oeste por la sierra de Columbia y hacia el este por la sierra Calamajué, donde nace el arroyo del mismo nombre, que originalmente sigue una trayectoria de sureste a noroeste, cambiando hacia el noreste 10 km arriba de su desembocadura en la Bahía de San Luis Gonzaga. Hay numerosos cauces generados en las sierras de la Asamblea, Yubai, San Juan, Piñami y Calmallé, que en forma más o menos directa drenan en la vertiente oriental de la península; sin embargo, ninguna de ellas es reconocida con un nombre de general aceptación. Así pues desde la desembocadura del arroyo Calamajué hasta la del arroyo Santa Isabel, hay 275 km a lo largo del litoral con numerosas subcuencas no identificadas. Las subcuencas intermedias identificadas son: la subcuenca sin nombre (5CA), Asamblea (5CB), Arroyo Calamajué (5CC) y Arroyo de la Palma y San Luis (5CD).

#### Región Hidrológica "Río Colorado" (No. 7)

Esta Región Hidrológica está constituida exclusivamente por los terrenos situados hacia las márgenes izquierda (Sonora) y derecha (California) del río Colorado, en el tramo final de su recorrido. Este tramo comprende desde la población de Algodones (Baja California) hasta la desembocadura del río Colorado, en el vértice superior del Golfo de California, donde forma un delta y somete al golfo a un proceso de saturación cuya evidencia son la Isla Montangue y la Isla Pelicanos. Últimamente se halla atenuado por la construcción de la presa Hoover de Estados Unidos de América. La región hidrológica está constituida por dos cuencas de las que una está íntegra en el estado de Baja California y la otra en el de Sonora (Ver croquis y tabla de superficies de Regiones Hidrológicas y Cuencas).

## RIO COLORADO (7B)

Esta cuenca cubre una superficie de 5 923.16 km<sup>2</sup> y tiene como corriente principal al río Colorado, que nace en el centro del estado de Wyoming y pasa por los de Colorado, Utah, Arizona, Nevada y California en Estados Unidos de América.

Este río sirve de límite internacional entre el vecino país del norte y el nuestro en un tramo de 20 km al cabo de los cuales el colector general ya corre íntegramente en territorio mexicano. El recorrido total del río Colorado en nuestro país es de 185 km y aporta 2 650 millones de m<sup>3</sup> anuales de agua, que son aprovechados para el riego en el Distrito del Colorado.

Esta zona tiene como subcuencas intermedias: la de Río Colorado (7BA), Río Las Abejas (7BB), Canal del Alamo (7BC), Canal Cerro Prieto (7BD), Río Nuevo (7BE), Río Hardy (7BF) y Río Pescadores (7BG).

## AGUAS SUBTERRANEAS

Debido a la escasa precipitación pluvial en Baja California, los escurrimientos superficiales son casi nulos, y la renovación de las fuentes subterráneas es demasiado lenta para efectos productivos; el recurso hidrológico subterráneo casi puede considerarse como no renovable. Otros factores adversos que limitan la disponibilidad de agua, son la escasa capacidad de almacenamiento de la mayoría de los acuíferos y el peligro constante de contaminarlos con la entrada de agua de mar o con la ya existente en las formaciones de acuíferos adyacentes.

### Región Hidrológica "Baja California Noreste"

En esta región se ubican grandes valles como el de San Felipe, Punta Estrella, San Pedro Mártir y el del Valle de Mexicali que está formado por sedimentos fluviales deltáicos recientes depositados por el Río Colorado. Esto lo ha convertido en una de las principales zonas agrícolas del país, ya que dispone de recursos hidráulicos relativamente abundantes; no obstante, sus acuíferos están sometidos a una gran explotación. Los valles de Sn. Felipe, Punta Estrella y Sn. Pedro Mártir tienen grandes posibilidades de desarrollo, aunque actualmente sean incipientes.

### Región Hidrológica "Baja California Noroeste"

Esta región abarca una gran porción del noroeste del estado que incluye valles como el de Maneadero, La Misión y San Quintín donde se explotan acuíferos en sedimentos terciarios marinos y fluviales. Varias zonas agrícolas de menor importancia se están desarrollando en estos valles pese a las serias amenazas de abatimiento por los efectos de la sobreexplotación.

En las ciudades de Tijuana y de Tecate el acueducto Tijuana-Mexicali resolverá el problema del agua en forma definitiva; en cambio para el abastecimiento de Ensenada es necesario reservar los acuíferos de varios valles cercanos a la ciudad no obstante que su desarrollo agrícola puede descender.

### Región Hidrológica "Baja California Centro-Este"

La bahía de los Angeles se ubica dentro de esta región, donde se están explotando acuíferos en sedimentos terciarios marinos y fluviales con una producción baja y con pocas posibilidades de desarrollo debido a la escasa precipitación.

### Región Hidrológica "Baja California Centro-Oeste"

Esta región cuenta con un potencial acuífero bajo. Su condición de aridez y la escasa precipitación (que alcanza en algunos lugares solamente 50 mm al año) además de la poca extensión y la capacidad de almacenamiento de las formaciones acuíferas, determinan un desarrollo agrícola, ganadero e industrial nulo. En el plano de las aguas subterráneas se han ubicado 143 pozos con niveles estáticos, dinámicos, caudales y profundidades (Véase apéndice I) de características similares, los cuales cubren las áreas estudiadas a la fecha por la SARH. Actualmente se calcula una existencia (dentro de Baja California) de 2 761 a 3 500 pozos que proporcionan gastos promedio mínimo de 2.5 l.p.s. (litros por segundo), medio de 49.6 l.p.s. y máximo de 54 a 138 l.p.s. (SARH). Su profundidad varía de 30 m en el valle de la Misión hasta 589 m en el valle de Sn. Quintín.

### Zonas de Veda

Hasta el año de 1981 han sido registrados por la SARH tres tipos de zonas de veda dentro del estado, que han sido catalogadas de la siguiente manera:

#### Zona de Veda Rígida

Para la construcción de pozos o para el incremento de bombeo (riego agrícola); comprende el Valle de Mexicali, El Maneadero y San Quintín.

#### Zona de Veda Intermedia

Que está reservada para satisfacer las demandas de agua en el área urbana, industrial y turística de Tecate, Tijuana, Ensenada y San Felipe. La perforación está restringida para uso agrícola.

#### Zona de Veda Elástica

Para la construcción de pozos o para el incremento de extracción; abarca las regiones de Laguna Salada, Ojos Negros, Rosarito, Santa María, Misión de Santo Domingo, Llanos de San Agustín y Llanos de San Pedro; estos dos últimos abarcan la porción sur de la entidad. En general el estado cuenta con limitadas condiciones geohidrológicas. Las cifras obtenidas del *Atlas geohidrológico 1978* de la SARH (p.265) nos dan una idea de ello. La recarga anual es de 922 millones de m<sup>3</sup> confirmados, mientras que la extracción anual es de 1 231 millones de m<sup>3</sup> confirmados y 31 millones de m<sup>3</sup> estimados.

## Potencial Acuífero

La SARH ha dividido las zonas de explotación en tres tipos:

**Zona sobreexplotada.** — En la que se recomienda no incrementar la explotación para ningún fin o uso; abarca las zonas de Mexicali y de Mesa Arenosa, los valles de Las Palmas, Guadalupe, Ojos Negros-Real del Castillo, El Maneadero, San Quintín y Jesús María.

**Zona en equilibrio.** — Donde se recomienda no incrementar la explotación con fines agrícolas, reservándose para satisfacer únicamente las demandas futuras de agua potable; las zonas que se han considerado dentro de ésta son Los Médanos-El Descanso, La Misión, Sn. Rafael-Punta Colonet, Sn. Telmo, El Rosario, Sn. Luis Gonzaga y Bahía de los Angeles.

**Zona subexplotada.** — En esta zona puede incrementarse la explotación de agua subterránea para cualquier uso, siempre y cuando sea bajo control de la SARH y los análisis químicos del agua así lo determinen; abarca las zonas de valle de la Trinidad, Sn. Felipe (Punta Estrella) y Sn. Pedro Mártir-Valle Chico.

## Permeabilidades

Las rocas y los suelos del estado de Baja California se han agrupado de acuerdo a sus características físicas (porosidad, permeabilidad y posibilidades de que funcionen como acuíferos o no) en seis tipos, de los cuales cuatro están registrados en la entidad.

El material consolidado de permeabilidad media se encuentra constituido por diversos tipos de roca que se restringen a pequeños afloramientos —principalmente en la porción sur— de rocas ígneas extrusivas ácidas (riolitas) y básicas (basaltos), que poseen un gran fracturamiento que las hace tener buena permeabilidad.

El material consolidado de permeabilidad baja está constituido principalmente por rocas ígneas intrusivas ácidas (granito) e intermedias (dioritas), y por el complejo metamórfico que aflora a lo largo de todo el estado; ello determina una impermeabilidad virtual. La cantidad de agua contenida en este tipo de material es mínima, ya que ésta es producto de la infiltración en las fracturas superficiales; lo cual explica la presencia de lloraderos de gasto mínimo.

El material no consolidado de permeabilidad alta se encuentra formado por suelos aluviales y por conglomerados semi-consolidados que constituyen acuíferos del tipo libre (formaciones geológicas que permiten que el agua subterránea esté sometida a la presión atmosférica sin ningún tipo de confinamiento). La presencia de agua está comprobada por numerosos aprovechamientos hidráulicos (pozos) de gasto regular.

El material no consolidado de permeabilidad media está formado por afloramientos de areniscas, conglomerado, conglomerado poco consolidado, margas y aluviones poco cementados. Este material es susceptible de contener agua debido a su gran permeabilidad y a la existencia de infraestructura hidráulica (pozos). Se localiza a lo largo de la costa del Océano Pacífico y en la porción sur del estado distribuido indistintamente en pequeños afloramientos.

## 6. Regiones fisiográficas del estado

El estado de Baja California engloba porciones de dos de las grandes provincias fisiográficas que conforman al país:

- La Península de Baja California a la que pertenece la mayor parte de la entidad, y
- La Llanura Sonorense que penetra al noreste del estado, abarcando algunos terrenos costeros y deltáicos —entre los que destaca el Valle de Mexicali— en sus porciones nororiental y oriental.

### PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

La provincia fisiográfica de la Península de Baja California —que incluye una pequeñísima porción del territorio estadounidense— se extiende 1 330 km hacia el sursureste, desde un poco más al norte del paralelo de los 32° N, en el extremo noroccidental del país, hasta un poco más allá del de los 23° N; esto explica que la región de San José del Cabo se proyecte al sur del Trópico de Cáncer. El eje geológico estructural de la península, que presenta la misma orientación, está integrado por la Cordillera Peninsular cuyo núcleo granítico masivo (*batolito*) aflora en el norte y queda sepultado en el sur bajo materiales volcánicos. Este eje tiene la forma de un bloque de falla alargado y basculado hacia el suroeste, por lo que presenta un flanco abrupto hacia el Golfo de California y otro —tendido y de mayor suavidad— hacia el Pacífico. Esta cordillera que remata en su extremo meridional en el bloque del Cabo, donde vuelven a quedar expuestas las rocas graníticas, determina la configuración alargada y angosta de la provincia. Las distancias máxima y mínima que presenta entre ambas costas son las siguientes:

- 220 km desde San Bartolo (estado de Baja California Sur) hasta Punta San Gabriel (estado de Baja California).
- 40 km desde Arroyo Seco hasta Bahía de la Paz (ambos en Baja California Sur).

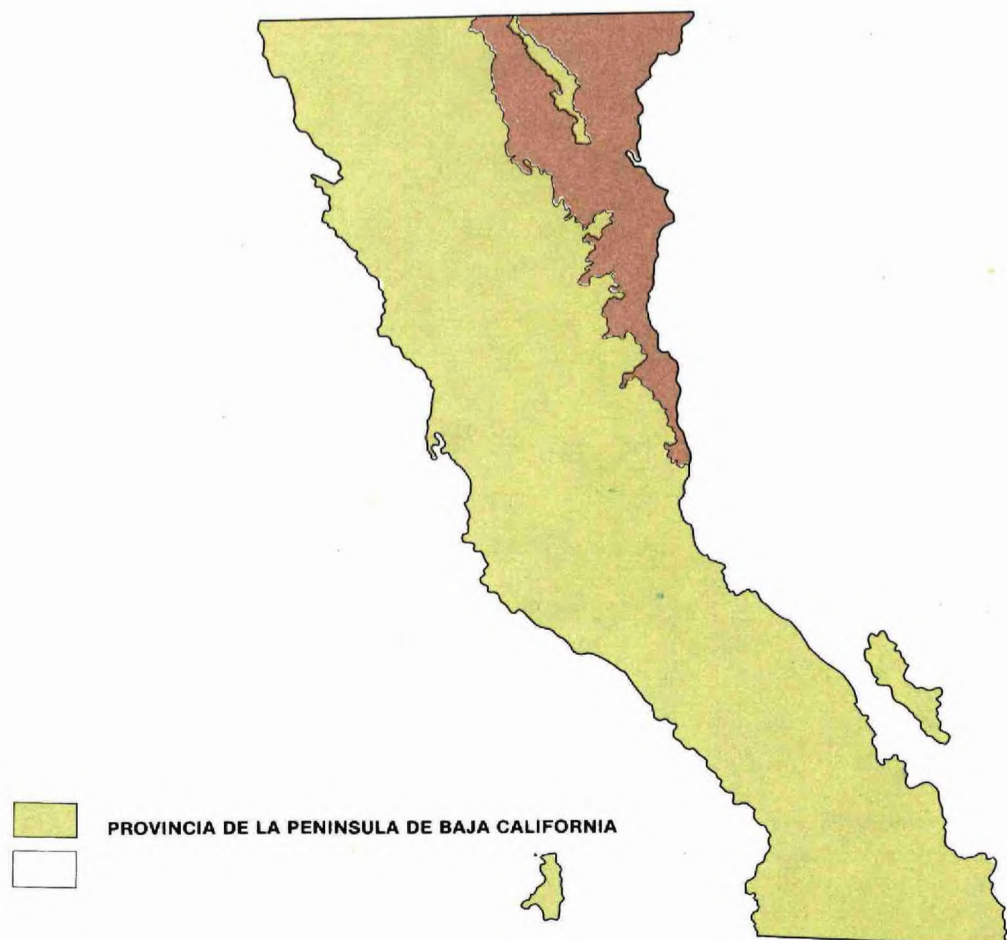
Por tanto, con más de 3 000 km de línea de costa sobre el Océano Pacífico y el Golfo de California, los únicos límites continentales de la provincia son los que la separan de la California estadounidense y de la provincia de la Llanura Sonorense (en su extremo noreste). Las cumbres más elevadas de la Cordillera Peninsular se encuentran en las sierras del estado de Baja California.

La sierra de La Giganta —que forma la mitad sur de la cordillera y está constituida principalmente por rocas volcánicas—, en el extremo norte presenta, sus cumbres más altas que no rebasan los 1 000 m s.n.m.; esta altitud vuelve a ser superada en la región del Cabo. La península tiene una plataforma continental que se extiende hacia el oeste bajo las aguas del Océano Pacífico. Por plataforma continental se entiende aquí una superficie submarina colindante con el continente que tiene una pendiente semejante a la de las costas.

La plataforma bajacaliforniana se extiende considerablemente desde la punta San Antonio hasta La Magdalena. Las regiones del Desierto del Vizcaíno y de los llanos de La Magdalena —discontinuidades fisiográficas de la provincia— vendrían a ser dos grandes áreas emergidas de la plataforma continental de Baja California. Finalmente la región del Cabo, donde vuelven a aflorar las rocas batolíticas y



PROVINCIAS FISIOGRAFICAS





La gráfica muestra las laderas orientales de la cordillera peninsular que presentan pendientes abruptas hacia el Golfo de California. Norte -

se presentan importantes diferencias con el resto de la provincia, constituye otra discontinuidad fisiográfica. En cuanto al drenaje de la provincia, su basculamiento hacia el suroeste de la cordillera determina que casi todas sus corrientes corran en ese sentido. Los recursos hidrológicos de la provincia son muy bajos ya que, en términos generales, sus corrientes se caracterizan, en palabras de O. Benassini, "por su reducida potencialidad de escurrimiento y su régimen errático y efímero. Las aportaciones medias anuales de estos ríos registran muy fuertes variaciones de un año a otro, llegando a permanecer prácticamente secos durante varios años, mientras los escurrimientos—inclusive en los años abundantes— ocurren durante apenas unos cuantos días". El origen de esta provincia como península es singular: de acuerdo a la moderna interpretación geológica de la tectónica de placas, un eje de emersión de las placas móviles litosféricas recorre en forma longitudinal el fondo del Golfo de California. Al ir emergiendo las placas se deslizan en sentidos contrarios de manera que amplían constantemente la anchura del Golfo y alejan a la península del continente. Por ello se piensa que unos veinte millones de años atrás la península fue lentamente arrancada al continente; esto explica el origen del Golfo de California. La deriva peninsular hacia el noroeste continúa hoy al ritmo de unos 2 ó 3 cm anuales.

#### Subprovincia de las Sierras de Baja California

Esta subprovincia es la mayor de las tres que constituyen la provincia de la Península de Baja California en la entidad y tiene una superficie de 56 660.29 km<sup>2</sup> que corresponde casi el 80% del área total del estado; incluye al municipio de Tijuana, la mayor parte de los de Tecate y Ensenada, y cerca del 25% del de Mexicali.



Está constituida por las rocas de un gran cuerpo ígneo intrusivo llamado batolito, con estructura de bloque fallado y basculado hacia el suroeste. A partir de la frontera con los Estados Unidos y hacia el sur, las unidades orográficas de la cordillera son las sierras de Juárez y de San Pedro Mártir, separadas entre sí por una barranca angosta que marca la línea de la falla Agua Blanca, que tiene un rumbo

oeste noroeste-este sureste y que arranca unos kilómetros al sur de Ensenada. En estas dos sierras se dan las cumbres más elevadas de la cordillera con un máximo de 2 828 m s.n.m. en el Picacho del Diablo o Cerro La Encantada, que está enclavado en la sierra de Juárez. Las cimas han sido descritas como de "mesa corrugada", de relieve poco o moderadamente pronunciado, y con cuevas

marginales que se levantan de 150 a 300 m sobre el piso elevado. La cresta de la occidental es uniforme y la de la oriental es algo dentada, especialmente en la zona de La Encantada. Un bajo grado de disección —ya sea por influencia de la cubierta vegetal o por su edad menor— caracteriza a la cuesta del oeste, en tanto que la oriental presenta profundos cañones, como los del Picacho del Diablo y La Encantada. En las cumbres de la sierra de San Pedro Mártir, cuyas altitudes disminuyen lentamente hacia el sur, hay cuevas, valles y algunas praderas intermontanas; todas son pequeñas.

En diversas partes de la mesa batolítica, particularmente en la sierra de San Pedro Mártir, hay importantes afloramientos de rocas metamórficas de mayor edad que las dominantes ígneas.

Las manifestaciones de vulcanismo se inician en el noreste, desde las sierras de Las Tinajas, San Felipe y Santa Isabel, y se continúan en forma dispersa hasta la sierra de La Asamblea y la isla Angel de la Guarda, que forma parte de la Cordillera Peninsular. A menudo la presencia de las rocas volcánicas —más jóvenes que las batolíticas que han sepultado— da morfología de meseta a

diversas áreas, a veces muy amplias, como la de la sierra Santa Isabel y la que se extiende desde Santa Inés hasta Chapala.

Las zonas dominadas por granitos presentan dos rasgos muy notables en la subprovincia. Uno es la exfoliación granular del granito que al intemperizarse va soltando sus granos de minerales en forma íntegra, con lo que genera superficies de arena gruesa; este proceso tiene una profunda influencia sobre la génesis de suelos. El segundo se refiere a la forma como se cuartea el granito; en ocasiones se cuartea en gruesos bloques rectangulares. Las aristas agudas de estos bloques se suavizan y se



En esta vista se observa la isla Angel de la Guarda, que forma parte de la subprovincia Sierras de Baja California Norte y con la cual comparte rasgos geológicos y paisajísticos.



Como puede apreciarse en esta ilustración, la sierra de La Rumorosa cuenta con numerosos bloques de granito.

redondean rápidamente a la intemperie, generando grandes masas esferoidales u ovoides amontonadas, de varios metros de diámetro. Algunos de los bloques más espectaculares se encuentran en Cataviñá y cerca de La Rumorosa.

Viendo al Pacífico, en torno a la bahía Rosario y hacia el norte, se encuentran las pocas rocas sedimentarias de la subprovincia (areniscas, calizas y otras).

Con estos materiales se integran las terrazas marinas, características de las costas del Pacífico en la península, que atestiguan levantamientos tectónicos recientes.

La subprovincia de que se habla aquí está constituida por un conjunto de 56 sistemas de topoformas que giran alrededor de un eje formado por diez conjuntos agrupados bajo la denominación genérica de sierras. Distribuidos entre ellas y a sus lados —hacia las costas— hay diversos valles, mesetas, lomeríos y llanuras que se encuentran enumerados y descritos en la tabla de unidades fisiográficas incluida a continuación.



En esta fotografía se contemplan sierras altas complejas, formadas por rocas de origen volcánico fundamentalmente, que muestran laderas abruptas, las cuales están rematadas en ocasiones por mesetas.



En esta instantánea destacan las mesetas bajas de origen volcánico que presentan amplias superficies y laderas abruptas.



Aquí se vislumbran las llanuras costeras, relativamente angostas en la subprovincia, que se encuentran rellenas con materiales aluviales.

**DESCRIPCION DE UNIDADES FISIOGRAFICAS**  
**Provincia: PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA**  
**Subprovincia: SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA NORTE**

Sistema de Topoformas	Asociaciones	Fases	Origen	Orientación y Rasgos Geológicos	Litología	Altura m.	Pendientes
Sierra alta			Volcánico	Norte-sur	Ignea extrusiva ácida	840	Abruptas
Sierra alta	Sierra alta y mesetas		Volcánico	Norte-sur	Ignea intrusiva ácida y basaltos	2 083 *	Abruptas
Sierra alta compleja			Volcánico	Norte-sureste	Ignea intrusiva ácida y cenozoico metamórficas	2 100 *	Abruptas
Sierra alta compleja	Sierra alta compleja y mesetas		Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas ácidas y básicas e intrusivas ácidas	1 670 *	Abruptas
Sierra baja			Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas ácidas	300	Suaves
Sierra baja	Sierra baja y mesetas		Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas ácidas	500-740	Tendidas y abruptas
Sierra baja	Sierra baja y lomeríos		Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas e intrusivas ácidas	240	Abruptas
Sierra baja	Sierra baja y llanuras		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	250	Abruptas con partes planas
Sierra baja compleja			Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas y extrusivas ácidas	300	Abruptas
Sierra baja compleja	Sierra baja compleja y mesetas		Volcánico	Norte-sur	Cenozoico metamórficas e Igneas intrusivas ácidas	200 *	Abruptas
Declive de sierra			Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	1 670 *	Muy abruptas hacia el Este y suavemente tendidas hacia el Oeste (por basculamiento)
Mesetas bajas con cañadas			Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas básicas	650 *	Verticalmente convexas a las cañadas
Mesetas bajas	Mesetas bajas y lomeríos		Volcánico	Oeste-este	Igneas extrusivas básicas	500 *	Levemente onduladas
Mesetas bajas	Mesetas bajas y llanuras		Volcánico	Norte-sur	Travertino y conglomerado	50	Levemente onduladas
Meseta disectada			Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas ácidas	550 *	Levemente onduladas
Meseta disectada	Meseta disectada y lomeríos		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	1 200*	Levemente onduladas
Meseta disectada	Meseta disectada y cañadas		Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas ácidas y travertino	1 240*	Levemente onduladas
Meseta basáltica			Volcánico	Norte-sur	Igneas extrusivas básicas	300 *	Convexas hacia las cañadas
Meseta basáltica	Meseta basáltica y lomeríos		Volcánico	Norte-sur	Basalto	1 866*	Levemente onduladas
Meseta basáltica	Meseta basáltica y llanuras		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	920 *	Levemente onduladas
Lomerío			Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas y esquistos	1 420*	Suaves
Lomerío	Lomerío y sierras		Volcánico	Oeste-este	Igneas intrusivas ácidas	250	Suaves
Lomerío	Lomerío y bajadas		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas y esquistos	500-1 600*	Suaves
Lomerío	Lomerío y planicies		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas y esquistos	250	Suaves
Lomerío ramificado			Sedimentario (aluvión antiguo)	Oeste-este	Conglomerados	250	Suaves
Lomerío ramificado	Lomerío ramificado y bajadas		Sedimentario (aluvión antiguo)	Norte-sur	Conglomerados	100	Suaves
Lomerío ramificado	Lomerío ramificado y cañadas		Sedimentario (aluvión antiguo)	Norte-sur	Conglomerados	250	Convexas
Lomerío ramificado	Lomerío ramificado y llanuras		Volcánico	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	200	Suaves tendidas
Lomerío tendido			Volcánico	Norte-sur	Andesitas y basaltos	200	Suaves
Bajadas			Deposición fluvial	Norte-sur	Aluvión	400 *	Suaves

\* Altitud en metros sobre el nivel del mar.



**DESCRIPCION DE UNIDADES FISIOGRAFICAS**  
**Provincia: PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA**  
**Subprovincia: SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA NORTE**

Sistema de Topoformas	Asociaciones	Fase	Origen	Orientación y Rasgos Geológicos	Litología	Altura m.	Pendientes
Bajadas	Bajadas y lomeríos		Deposición fluvial	Norte-sur	Aluvión	0-200 *	Suaves
Bajadas	Bajadas y cañadas		Deposición fluvial antigua	Norte-sur	Areniscas (aluvión antiguo)	220	Suaves
Piso de valle			Aluvial	Oeste-este	Aluvión	0-200	Suaves y ligeramente convexas
Valle intermontano			Aluvial	Norte-sur	Aluvión	100	Rectas y convexas muy suaves
Valle intermontano	Valle intermontano y lomeríos		Erosión fluvial	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	250	Suaves y convexas
Valle intermontano cerrado			Erosión fluvial	Norte-sur	Aluvión	50	Suaves y convexas (en las laderas)
Valle intermontano cerrado	Valle intermontano cerrado y lomeríos		Erosión fluvial con acción eólica	Norte-sur	Eólico-aluvial	820 *	Suaves
Valle intermontano cerrado	Valle intermontano cerrado e inundación		Aluvial	Norte-sur	Aluvión	110 *	Plana
Valle ramificado			Erosión fluvial	Norte-sur	Aluvión, areniscas y conglomerados	550	Suaves cóncavas
Valle ramificado	Valle ramificado y lomeríos		Erosión fluvial	Este-oeste	Aluvión	550 *	Casi plana
Valle abierto			Aluvial	Este-oeste	Aluvión	50 *	Casi rectas y convexas
Valle abierto	Valle abierto y lomeríos		Erosión fluvial	Norte-sur	Aluvión	100	Suaves
Valle de laderas tendidas	Valle de laderas tendidas y lomeríos		Erosión fluvial	Norte-sur	Conglomerados	50	Suavemente tendidas
Gran llanura elevada	Gran llanura elevada y lomeríos		Erosión fluvial	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas y esquistos	1 000 *	Plana
Llanura costera			Erosión fluvial en aluvión antiguo	Oeste-este	Conglomerados e Igneas extrusivas básicas	50 *	Plana
Llanura costera	Llanura costera y lomeríos		Aluvial	Norte-sur	Aluvión	100 *	Plana
Planicie intermontana			Erosión fluvial	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	900 *	Plana
Llanura intermontana	Llanura Intermontana y lomeríos		Erosión fluvial en aluvión antiguo	Norte-sur	Conglomerados	100	Suaves
Llanura aluvial			Aluvial	Norte-sur	Aluvión	300 *	Suaves
Planicie aluvial	Planicie aluvial y lomeríos		Erosión fluvial en aluvión antiguo	Oeste-este	Areniscas	50 *	Suaves
Ciénega			Aluvial	Norte-sur	Aluvión		Plana
Barra			Deposición por oleaje	Norte-sur	Aluvión e Igneas extrusivas básicas		Plana
Pequeña llanura			Aluvial	Norte-sur	Aluvión	200 *	Suaves
Pequeña llanura	Pequeña llanura y lomeríos		Erosión fluvial	Norte-sur	Igneas intrusivas ácidas	100	Suaves
Llanura de piso rocoso	Llanura de piso rocoso y lomeríos		Erosión fluvial en aluvión antiguo	Norte-sur	Aluvión, areniscas y conglomerados	200	Plana
Campo de dunas			Eólico	Norte-sur	Arena suelta	10 *	Suaves

\* Altitud en metros sobre el nivel del mar.