

Conoce tu cuenca

La Paz, Baja California Sur



Antecedentes para los estudiantes

Primera Edición

La producción de la primera edición
de este currículo fue patrocinada por



DERECHOS RESERVADOS ©2010

Por

San Diego Natural History Museum

Publicado por Proyecto Bio-regional de Educación Ambiental (PROBEA),
un programa del

Museo de Historia Natural de San Diego

P.O. Box 121390,

San Diego, CA 92112-1390 USA

Impreso en E.E.U.U.

Sitio Web: www.sdnhm.org/education/binational

Conoce tu cuenca

La Paz, Baja California Sur

Diseño y elaboración:

Judy Ramírez
Equipo de PROBEA

Investigación y apoyo:

Judy Ramírez
Arminda Mejía Rebollo
Ana Karina Peláez
Chelsea Mulvey

Contribuciones especiales:

Micheline Cariño Olvera
Lorella Castorena Davis
Arturo Cruz Falcón
Norma Estela Estrada
Exequiel Ezcurra
Pat Flanagan
Fernando Frías
José Antonio Martínez de la Torre
Felipe Salinas González
Enrique Troyo Diéguez

Mapas:

Arturo Cruz Falcón
Charlotte E. González Abraham
International Community Foundation

Diseño y elaboración del Mapa del ecosistema:

Pat Flanagan
Judy Ramírez

Diagrama del Mapa del ecosistema:

Callie Mack

Revisión:

Judy Ramírez
Karen Levyspiro
Chelsea Mulvey
Carmen Graizbord
Doretta Winkelman

Traducción:

Karen Levyspiro

Diseño gráfico y formateo:

David Winkelman

Coordinación del proyecto:

Doretta Winkelman

Introducción

Baja California Sur es uno de los estados de la República más rico por la variedad y belleza de sus ecosistemas. Además, su flora y su fauna, la importancia de sus áreas naturales protegidas, sus valles y sierras y su gente, entre otros muchos aspectos, hacen de este estado una región maravillosa que merece nuestra dedicación a protegerla y conservarla.

Como contexto, la ciudad de La Paz, en Baja California Sur, es una de las ciudades elegidas a participar en el programa de Cuencas y Ciudades del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. En el marco de este programa, el proyecto en La Paz se denomina “Diálogos del Agua: promoviendo una perspectiva integrada para el manejo y uso de la cuenca de La Paz en Baja California Sur”. Este proyecto es una responsabilidad compartida por Niparajá y Pronatura, pero también es un esfuerzo asociado a los esfuerzos de otras organizaciones locales e internacionales para guiar el uso sustentable del acuífero de La Paz.

Una de estas organizaciones, Proyecto Bioregional de Educación Ambiental (PROBEA), un programa del Museo de Historia Natural de San Diego, con fondos proporcionados por la International Community Foundation (ICF) y en colaboración con sus asociados en Baja California Sur, ha desarrollado el componente educativo de este proyecto integral. El proyecto “Diálogos del Agua” incluye un diagnóstico e información sobre la hidrología de la cuenca de La Paz, realizado por Pronatura Noroeste (Pronatura), una encuesta a los residentes sobre su uso del agua, llevada a cabo por la Sociedad de Historia Natural Niparajá (Niparajá) y una alianza con Ecology Project International (EPI), para que los estudiantes de preparatoria a los que capacita con sus programas, funjan como mentores de los estudiantes de los maestros a los que PROBEA capacita.

Pronatura Noroeste hizo un análisis de los resultados de diversos estudios disponibles realizados tanto por agencias gubernamentales como centros de investigación locales para facilitar el entendimiento del público general sobre el acuífero, el uso actual del agua disponible y la identificación de oportunidades de conservación de agua, que ayudarían a revertir el estado de sobreexplotación y salinización que presenta este acuífero.

La Sociedad de Historia Natural Niparajá busca, a través de su Programa de Agua, promover una perspectiva integrada del manejo y uso del agua. Están interesados, particularmente, en facilitar la participación de los diferentes sectores de la sociedad en la generación de soluciones al reto que representa el agua en la desértica región de La Paz. Movidos por esa visión Niparajá cree que una de las mejores maneras de lograr esto es por medio de la educación ambiental.

Este año EPI implementará un programa de fortalecimiento para sus graduados como parte de sus actividades en Baja California Sur. Los objetivos del programa son capacitar a los jóvenes que ya pasaron por sus programas de campo para convertirse en líderes comunitarios y crear con esto multiplicadores de su misión para diseminar a mayor escala el mensaje de educación en la ciencia, conservación e intercambio cultural. La intención de EPI es integrar a estos grupos de jóvenes en los talleres de PROBEA sobre la cuenca de La Paz.

Así pues, el componente educativo de este esfuerzo conjunto de Pronatura, Niparajá y EPI, que desarrolla PROBEA con el currículo **Conoce tu cuenca**, está diseñado para animar a los maestros y educadores ambientales de la región de La Paz a continuar en su lucha incansable por formar ciudadanos ambientalmente alfabetizados y responsables, que incidan de manera positiva en el medio ambiente de su región. De esta

forma, a la larga, se habrá creado una masa crítica que tendrá un impacto profundo en la manera en que los residentes de La Paz abordan el reto de la escasez del agua y la conservación de su acuífero y su cuenca en general.

El currículo explora la cuenca de La Paz desde una perspectiva de tiempo y espacio, con temas que llevan al estudiante a comprender que sus acciones, y las de todos, afectan la estabilidad ambiental de la región con consecuencias que pueden ser trascendentes. También ilustra cómo, por medio de la colaboración e innovación comunitaria, se encuentran enfoques para solucionar, entre todos, los problemas ambientales que hoy en día enfrenta la región de La Paz.

En resumen, por medio de actividades amenas y formativas, guiamos a nuestros participantes - los maestros y educadores ambientales de La Paz - a que conozcan su cuenca, su acuífero y la problemática del agua en su región. Una vez armados con este conocimiento, podrán transmitirlo a sus estudiantes y respectivas audiencias y así, fortalecer su capacidad de acción con la convicción de que una sociedad que actúa conjuntamente tiene la solución en las manos.

“Nunca dudes de que un pequeño grupo de ciudadanos considerados pueda cambiar el mundo. Verdaderamente, eso es lo único que lo ha logrado.”

Margaret Mead

Contenido

Introducción	v
Capítulo 1: Veamos nuestro pasado	1
Actividad 1: La región de La Paz	1
Actividad 2: La historia de la cuenca de La Paz	5
Capítulo 2: Un ecosistema sano	13
Actividad 1: El Mapa del Ecosistema	13
Capítulo 3: La cuenca de La Paz	27
Actividad 1: El ciclo hidrológico	27
Actividad 2: Maqueta de la cuenca hidrológica	31
Actividad 3: Conoce la cuenca de La Paz por medio de mapas	33
Actividad 4: Ciclos recurrentes de sobreexplotación	43
Capítulo 4: El acuífero de La Paz	47
Actividad 1: ¿Como se mueve el agua en la cuenca por debajo del suelo?	47
Actividad 2: ¿Qué es un acuífero?	49
Actividad 3: El acuífero de La Paz	57
Actividad 4: Lo que sucede arriba del suelo afecta al acuífero	61
Capítulo 5: Una salida de campo en la cuenca de La Paz	63
Capítulo 6: Hacia una solución	67
Actividad 1: Exploremos soluciones	67
Parte A: ¿Qué podemos aprender de las experiencias de otros?	67
Parte B: Escasez de agua en la cuenca de La Paz	69
Parte C: En camino a la solución	71
Capítulo 7: Nuestro reto, nuestra oportunidad	75
Actividad 1: Cómo realizar una auditoría del uso del agua en el hogar	75
Glosario	83

Capítulo 1: Veamos nuestro pasado

Actividad 1- La región de La Paz



Antecedentes

(El siguiente texto fue tomado de *Futuros alternativos para la región de La Paz, Baja California Sur, México*, editado por International Community Foundation y Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A.C. en 2006.)

La región de La Paz

La Paz se localiza en la región sur de la península de Baja California, en las costas del golfo de California. Con una población cercana a los 200,000 habitantes, es la cuarta ciudad más grande en la Península, después de Tijuana, Mexicali y Ensenada en el vecino estado de Baja California, y es la capital del estado de Baja California Sur.

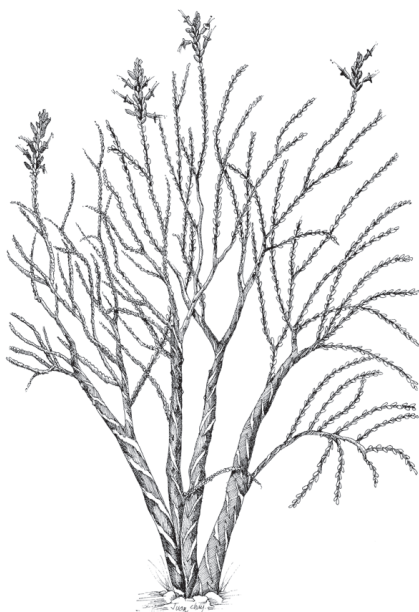
La ciudad de La Paz se desarrolló a lo largo de la costa sur de la bahía de La Paz. Uno de los perfiles más notorios en el paisaje de la ciudad es una larga barra de arena, conocida como El Mogote, que se formó hace aproximadamente 5000 años y se encuentra frente a la zona urbana. El Mogote cierra un cuerpo de agua: la ensenada de La Paz, que se conecta a la bahía de La Paz mediante un estrecho canal. Tres islas cercanas proveen protección adicional a La Paz. Estas islas —Espíritu Santo, San José y Cerralvo— están reconocidas como unas de las más bellas del golfo de California y representan un importante atractivo turístico. Las reservas naturales e islas del golfo de California fueron designadas como Patrimonio Mundial por la UNESCO el 14 de julio del 2005.

En la región de La Paz predominan los ecosistemas desértico y árido. La lluvia es poco frecuente y alcanza un promedio de sólo 18 cm al año. La mayor parte de las precipitaciones proviene de los huracanes cuya violencia ha provocado, al menos cada dos años, desastres históricos en esta región.

Hacia el sureste de la ciudad se encuentran las elevaciones de la sierra La Laguna que llegan a tener hasta 2,000 m de altitud y definen una importante faceta del paisaje físico y cultural. Aquí se ubican 11,600 hectáreas designadas como Reserva de la Biosfera para proteger las ecozonas áridas de bosques perennes, coníferos y matorrales que poseen alta biodiversidad y riqueza de especies **endémicas**.

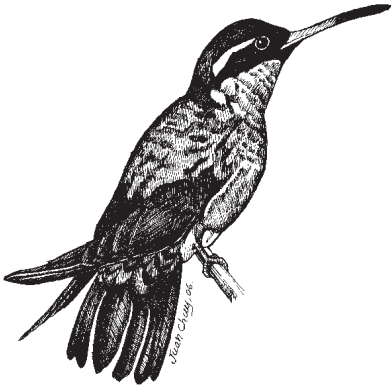
La agricultura ocupa las planicies al sur de la ciudad. Actualmente, gran parte de esta agricultura se orienta hacia productos que, como el tomate, son destinados al mercado estadounidense.

La Paz está situada en la única área de Baja California que no es recorrida por la espina montañosa que se ubica a todo lo largo de la península. Este particular rasgo geográfico permite el paso del Coromuel, viento fresco característico de esta región que alivia las calurosas tardes del verano.



Calidad de vida en La Paz

La Paz y sus alrededores han sido favorecidos con una imponente belleza natural: montañas, bosques de cactáceas, playas e islas.



Su limitado grado de desarrollo ha conferido a la región de La Paz una gran extensión de espacio abierto que ofrece una amplia gama de oportunidades recreativas a residentes y visitantes. La estrecha relación con el mar es un aspecto vital de la vida actual en La Paz, atrayendo a turistas, propietarios de segundas residencias y profesionistas mexicanos en la búsqueda de una alternativa al intenso movimiento y congestión de las grandes ciudades continentales. El turismo en la región de La Paz se enfoca principalmente en actividades acuáticas, incluyendo la pesca deportiva, deportes acuáticos y excursiones a las islas cercanas.

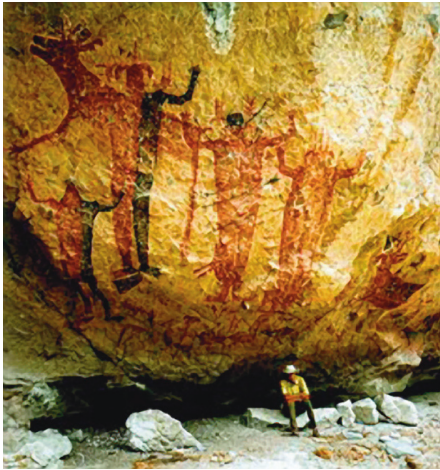
A pesar de su progresivo crecimiento, es aún baja la incidencia de los problemas urbanos modernos como drogas, congestionamiento y contaminación. Es notable el nivel de cohesión social que se observa aun siendo una ciudad de este tamaño, lo cual es motivo de orgullo para los paceños. En general, la calidad de vida en La Paz es muy alta.

Patrimonio Mundial 2005



Capítulo 1:

Actividad 2 - La historia de la cuenca de La Paz



Antecedentes

(Por Micheline Cariño y Lorella Castorena)

La ocupación indígena (hace 10,000-40,000 años hasta 1535)

Los habitantes prehispánicos de la región de la cuenca de la Paz, al igual que en el resto de la Península, formaban grupos de colectores-cazadores-pescadores seminómadas que basaban su expansión social en el aprovechamiento integral de la flora y la fauna de la región. Su clasificación más comúnmente aceptada es la que realizó el jesuita Segismundo Taraval. Con base en la afinidad de lenguas distinguió tres “naciones”: en el sur la pericú (entre 22°N y 24°N), en el centro (entre 24°N y 28°N) la monquí o guaycura y la cochimí en el resto del territorio peninsular hasta los 31°N, aunque esas naciones generales se subdividían en otras menores debido a variedades de una misma lengua. La población total de las tres naciones a la llegada de los jesuitas en 1697 fue calculada entre 40,000 y 50,000 habitantes; esta estimación ha sido confirmada por investigaciones contemporáneas. En la cuenca de La Paz vivieron guaycuras y pericúes; sólo estos últimos vivieron en la cuenca y navegaban hacia las islas vecinas.



Los indígenas enfrentaron el desafío de la subsistencia mediante una estricta organización socio-espacial de los territorios de recorrido en los cuales cada banda (conjuntos de familias unidas por lazos de parentesco) podía disfrutar de los aguajes, de los vegetales y de la fauna terrestre y marina. El número de miembros de cada familia, y el número de familias de cada banda, estaba determinado por la riqueza biótica de los territorios de recorrido. Éstos eran subdivididos en sitios de permanencia temporal o campamentos en cuyo centro se encontraba un aguaje. La disponibilidad de agua y de alimentos determinaba el tiempo de estadía de la banda en los campamentos. El límite de explotación del sitio era indicado por la distancia que debían recorrer para coleccionar vegetales y regresar al aguaje. Cuando el esfuerzo de colecta superaba el aporte energético de los alimentos, el campamento era transferido a otro sitio dentro del territorio de recorrido; esta práctica permitía evitar la sobreexplotación de los recursos. Cada familia estaba constituida por el padre, la madre, los hijos solteros y los hijos casados, con sus mujeres y sus propios hijos. Sólo los pericúes practicaron la poligamia.

Satisfacer las necesidades alimenticias era la principal preocupación y ocupación de los indígenas. Su régimen tuvo por base el consumo de vegetales, pero la carne de diferentes animales terrestres y marinos era un complemento importante. Los vegetales que comían se pueden clasificar en cuatro grupos genéricos: frutas, tallos, semillas y raíces. La variedad de frutos no era muy grande; por su abundancia, su sabor y la cantidad de

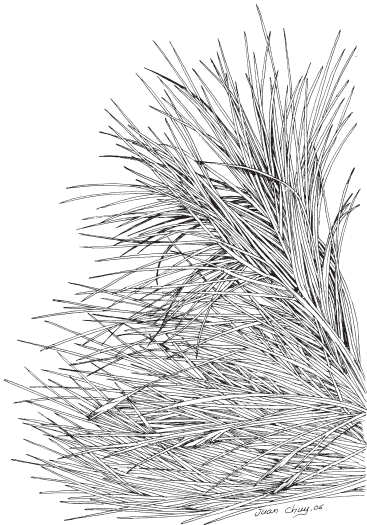
agua que contenían, las pitahayas y las ciruelas eran considerados manjares. Los granos eran consumidos asados y molidos; provenían de arbustos, árboles y cactáceas. Las raíces preferidas eran la yuca y la jícama, y entre los tallos, los carrizos, de los cuales chupaban el jugo. A pesar de la existencia de grandes mamíferos, preferían insectos, roedores y reptiles, ya que su captura implicaba un esfuerzo incomparablemente menor.



La fauna marina constituía un aporte alimenticio más importante que la de origen terrestre a causa de su abundancia y facilidad de captura. El orden de preferencia en el consumo de los recursos marinos era: moluscos, peces, tortugas y mamíferos. Los moluscos se consumían frescos, asados o secados al sol y salados, para poderlos guardar durante largo tiempo. La abundancia de moluscos en la bahía y ensenada de La Paz permitió a pericúes y guaycuras consumir grandes cantidades de ellos.

Los indios californios sacaron del medio natural los materiales para la confección de su precaria vestimenta y abundantes ornamentos; utilizaban concha, pieles, huesos y semillas secas para fabricar collares, brazaletes y adornos para la cabeza. Los pericúes aprovechaban las perlas trezándolas en sus cabellos. Esta situación fue la que alertó a los primeros conquistadores sobre la riqueza perlera del golfo de California. Solamente las mujeres se vestían un poco, cubrían la parte inferior de sus cuerpos con faldas de diferentes largos, fabricadas con cuerditas anudadas en ramas (entre las guaycuras) o bien con pedazos de pieles de diferentes animales (ciervos, por ejemplo entre las pericúes). En general los californios no construían habitaciones, utilizaban las cavernas, la sombra de los árboles y las piedras para resguardarse del viento y del sol. Únicamente los pericúes fabricaban paravientos con ramas y palitos.

Debido a su nomadismo, los utensilios empleados por los californios no eran abundantes. Los californios se desplazaban llevando un carapacho de tortuga que servía de cuna y de canasto para recoger y separar los granos, unos palitos para hacer fuego, una red para transportar la fruta que recogían y otra para pescar; arcos, flechas y conchas. Utilizaban una tripa o vejiga para acarrear agua y un cuero para transportar provisiones.



La época de bonanza –que coincidía con la época de lluvias en verano– era aprovechada para las actividades religiosas y la celebración de fiestas, para el establecimiento de relaciones con otras bandas, para la elección o intercambio de pareja y para la iniciación de los adolescentes. Una parte importante de esta iniciación era la instrucción que los hechiceros o guamas daban a los jóvenes para que comprendieran las ventajas de la restricción en el consumo de alimentos. Cuando los recursos alimenticios eran abundantes no tomaban todo lo que la naturaleza les ofrecía, sino que consumían únicamente los alimentos que pudieran pudrirse y que no eran susceptibles de conservarse.

Los primeros intentos de fundación de La Paz: época colonial (1535-1830)



Pese a que sólo 14 años después de la conquista de Tenochtitlan Hernán Cortés celebró en nombre del rey de España el primer auto de posesión de esta tierra, La Paz no fue definitivamente poblada por los europeos hasta principios del siglo XIX. Durante tres siglos expertos conquistadores, navegantes y misioneros intentaron vanamente establecerse en tan buen puerto natural. La Paz fue fundada y abandonada cuatro veces antes de que pobladores no indígenas se logaran establecer.

El primer español en avistar las costas paceñas fue el amotinado piloto de una de las exploraciones cortesanas, Fortín Jiménez. Por su riqueza perlera la región fue confundida con una mítica hallazgo, Hernán Cortés personalmente la a la que arribó tomó posesión y, en Santa Cruz tanto al de 300 personas, víveres escasearon difíciles condiciones a Cortés a que Santa Cruz fue de esa época.

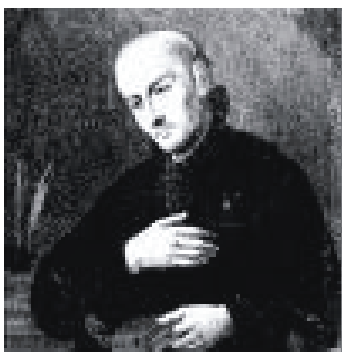


Hernán Cortés

puerto como a la bahía. Cortés llevó consigo un contingente cuantiosas bestias y materiales diversos. De inmediato los y la hambruna amenazó a los colonos. Los rumores sobre las de la colonia llegaron hasta el virrey de Mendoza que instó regresara junto con sus colonos. En 1537, el puerto de La abandonado, fracasando la única tentativa de colonización

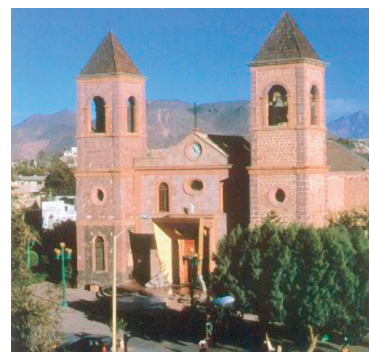
El siglo XVII es conocido en la historia sudcaliforniana como el de los buscadores de perlas, ya que las exploraciones que entonces se efectuaron para demarcar y poblar las costas de California fueron realizadas por empresarios a quienes se otorgaba licencia real para la pesca de perlas, a cambio de ubicar un sitio para establecer una colonia. Entre ellos, Sebastián Vizcaíno recibió en 1593 la autorización real para explotar perlas, por lo que el 3 de septiembre de 1596 desembarcó en el puerto de La Santa Cruz; repitió el protocolo del auto de posesión y nombró al puerto La Paz, en honor a la tranquilidad de sus aguas y a la forma gentil y pacífica en la que sus habitantes lo recibieron. Pero al mes, el poblado que fundó Vizcaíno tuvo que ser abandonado por la falta de provisiones.

Después de siglo y medio de fracasadas exploraciones, las autoridades decidieron financiar una expedición al mando del almirante Isidoro Atondo y Antillón quien, con el padre Francisco Kino y más de 100 hombres, llegaron el 5 de abril de 1683 al puerto de La Paz, tomando posesión por tercera vez. Construyeron un poblado y exploraron las tierras aledañas. Pero en los ocho meses que duró este nuevo intento de colonización, las provisiones enviadas desde el continente no alcanzaron ni para los colonos ni para apaciguar a los indios y la colonia fue otra vez abandonada.



Padre Ugarte

Durante la colonización jesuítica, los padres Ugarte, Guillén y Bravo fundaron la misión de Nuestra Señora del Pilar de La Paz el 4 de noviembre de 1720. Dicha misión quedó a cargo del Padre Bravo, quien construyó una iglesia, casas y tres poblados de humildes cabañas, permaneciendo en ella hasta 1728. Esta misión, junto con la de San José, fue clausurada en 1748, ya que la población indígena



había sido diezmada por las epidemias y por la brutal represión de la mayor rebelión (entre 1734 y 1737) de los californios contra el sistema misional. Hay que subrayar que la misión de La Paz fue estratégica para la expansión jesuítica en el sur peninsular, puesto que las otras tres misiones de esa región dependieron de su puerto.

El establecimiento secular fue favorecido por la decadencia del sistema misional en el sur de la Península. En 1748, con los beneficios de la explotación perlera, Manuel de Ocio –ex-soldado de las misiones jesuitas– fundó el rancho de Santa Ana (en el complejo serrano de La Laguna) e inició la explotación de las minas y el desarrollo de la ganadería empleando mineros e indios yaquis que trajo consigo de la contracosta. Al poco tiempo se fundaron las poblaciones de San Antonio y El Triunfo, y la actividad económica de esta zona requirió de las ventajas que ofrecía el puerto de La Paz para la comunicación y el comercio. Durante la primera mitad del siglo XIX ésta fue la zona más densamente poblada de Baja California y la de mayor actividad económica, lo que condujo a la última y quinta fundación de La Paz, que desde entonces fungió como centro del sur peninsular.

Establecimiento y desarrollo de la ciudad y puerto de La Paz (1830-1940)



El establecimiento permanente de La Paz se remonta a su quinta fundación en 1811, cuando el primer habitante, Juan José Espinosa, fue enviado de San Antonio para que cultivara hortalizas y auxiliara a las embarcaciones que atracaran ahí. Poco pudo hacer solo este soldado, por lo que en 1823 el gobernador José Manuel Ruiz otorgó varios solares a vecinos del sur para cumplir aquella misión; así, hacia 1829, La Paz contaba con 400 habitantes.

Por estos años, se imponía la transferencia de la capital de Loreto hacia el sur de la Península a causa del aumento tanto de la población como de las actividades económicas en esa región. Un cataclismo, que en 1828 casi borró del mapa a la antigua capital de las Californias, determinó el momento del traslado de la capital, que entre 1828 y 1829 residió en San Antonio. Pero, como el Puerto había probado su importancia en la comunicación y comercio, la balanza se inclinó a su favor en la reubicación de la capital, que en 1830 se estableció en La Paz. En esta decisión, también influyó que en 1829 se decretó la creación de una aduana marítima en cada una de las Californias (la Alta y la Baja) y lo más ventajoso era establecerla en La Paz, donde en 1830 empezó a operar. Un año después, el jefe político, Tte. Cor. José Mariano Monterde, “erigió la municipalidad y estableció el primer ayuntamiento”.

La ciudad fue creciendo lenta y azarosamente, pues hasta el inicio del porfiriato fue involucrada en acontecimientos que no parecían justificar su nombre. En septiembre de 1846 sobrevino la intervención norteamericana y el 3 de noviembre de 1853 la invasión filibustera de William Walter. No obstante, en 1850 la catedral fue inaugurada y La Paz tenía 1,057 moradores (8.3% de la población del Territorio) y, además de ser escenario de tantos disturbios, se convirtió en la segunda ciudad más poblada de Baja California, sólo superada por San José del Cabo, que contaba con 1,091.

La *pax porfiriana* se reflejó en el Distrito Sur de la Baja California y en su capital. La población olvidó por unos años los horrores de la guerra y dejó de temer que nuevas banderas se izaran en lugar de la mexicana. La economía se consolidó, y en 1900 el municipio de La Paz tenía 7,546 habitantes, de los cuales 5,046 residían en el Puerto (67 % de la población municipal).

Un informe del Gobierno del Distrito Sur del Territorio de la Baja California refiere que entre 1890 y 1894 fueron construidos el Hospital Salvatierra, la Escuela Num. 2 para niños y el Palacio Municipal, que el Teatro Juárez fue inaugurado en 1895, y que el Palacio de Gobierno ocupaba una manzana entera. Describe cómo la vida de la sociedad paceña se desarrollaba en torno del mercado público, del Jardín Velasco –ubicado entre la Catedral y el Palacio de Gobierno- y del Parque Porfirio Díaz, a orillas del mar. Llama la atención sobre la existencia de dos templos, uno católico y otro masón, tres escuelas sostenidas por el gobierno y tres o cuatro particulares. Pero La Paz carecía aun de los servicios de luz eléctrica y de teléfono, éstos sólo existían en El Triunfo y en Santa Rosalía, las dos ciudades mineras del Distrito.



Bancos perleros

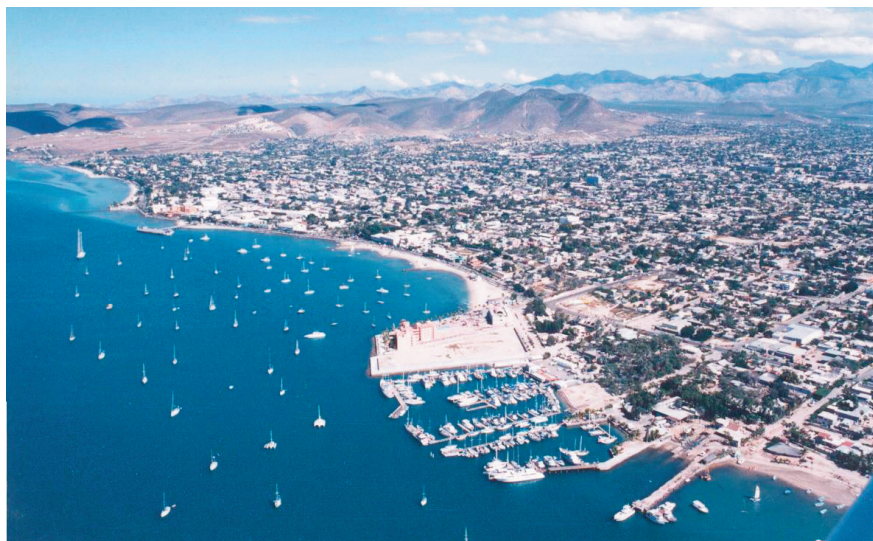
Además de la pesca y el comercio de perlas, durante esta época otra actividad económica pujante fue el comercio de cabotaje, siendo el sustento de marineros, estibadores, astilleros, etc. Las empresas agrícolas, comerciales, y naturalmente las pesqueras, tenían sus barcos que comunicaban a La Paz con Guaymas, Mazatlán, San José del Cabo, Bahía Magdalena, Ensenada y San Diego. Este comercio y el de altura, en el que intervenían la exportación de nácar, perlas y plata, permitieron el desarrollo de pujantes casas comerciales como La Perla y La Torre Eiffel. Según el censo de 1910, el municipio de La Paz tenía 8,647 habitantes, lo que revela un incremento demográfico de 14.6 % en tan sólo década.

La única, pero trascendente consecuencia que tuvo el régimen de Madero en La Paz, fue la cancelación de la concesión de La Mangara, con la cual –en 1912–se liberó la pesca. En 1911 comenzó cierta efervescencia política y en 1914 La Paz fue escenario de una sangrienta batalla. La guerra agravó la escasez, la carestía era escandalosa y reinó la zozobra. Ese mismo año, antes de desembarcar en La Paz, Miguel L. Cornejo y su tropa destruyeron las instalaciones del Sr. Vives en la isla Espíritu Santo, segando a La Paz de su principal fuente de riqueza.

Finalmente, la situación empezó a iluminarse un poco en 1918, cuando al fin se instaló en La Paz el servicio de luz eléctrica y se abrió la carretera entre La Paz y San José del Cabo. También mejoraron las comunicaciones de la capital cuando Agustín Arreola (1920-1924) inauguró el camino carretero que unió a La Paz con Bahía Magdalena. El embellecimiento de la ciudad de La Paz fue considerable durante la administración de Carlos Esquerro (1925-27) quien inició la construcción del malecón y amplió el servicio de luz eléctrica.

La época contemporánea (1940-presente)

(Por Micheline Cariño y José Antonio Martínez de la Torre)



El capital de la elite paceña surgió de la pesca de perlas y de las actividades comerciales desde mediados del siglo XIX. Una variedad de productos nutrieron el intenso cabotaje que prevaleció hasta los años cincuenta. Después de la extinción de la madreperla se desarrolló otro tipo de pesquerías, como la del tiburón y la almeja, aunque de menor valor.

Durante 1940-1990 La Paz concentró cada vez más población: mientras que en 1940 en la ciudad vivía una quinta

parte (20.2%) de la población total de la entidad (10,401 personas), en 1990 ya tenía más de dos quintas partes (43.3%). Un factor que incidió en este aumento de la población es la concentración de burócratas, así como el desarrollo de los sectores comerciales y de educación.



En el año de 1939 Lázaro Cárdenas emitió un decreto que le concedió al entonces Territorio Sur de la Baja California el régimen arancelario preferencial de zona libre. Este régimen permitió superar el tradicional problema del abastecimiento, importando mercancías libres de aranceles, lo que permitió a los comerciantes paceños sacar provecho, a pesar de atender sólo el mercado local entre 1950-1970. Posteriormente, reformas al régimen fiscal de zona libre permitieron la expansión del comercio hacia el mercado nacional, lo que provocó el auge comercial del periodo 1970-1982.

Esta época de bonanza se reflejó en la estructura y la imagen urbana; en el centro abundaron construcciones modernas, que a pesar de reflejar la prosperidad no conservaron una imagen urbana homogénea y, peor aun, remplazaron edificios que tenían un valor histórico. Los nuevos almacenes se establecieron en edificios de más de dos pisos y los pequeños comercios recibieron su nombre popular de tiendas chinas, pero en todos los negocios abundaban las mercancías de importación. Había tantos establecimientos comerciales en La Paz, que daba la impresión de encontrarse en la zona comercial de una ciudad mucho más grande y poblada, pero esta impresión quedaba disipada al alejarse del centro, donde la mayor parte de las calles no estaban pavimentadas, y la tranquila vida de los paceños parecía no haber cambiado.

La intención de incorporar más a Sudcalifornia a la vida nacional también se reflejó en la ampliación de los medios de transporte. A partir del puerto de Pichilingue –puerto moderno de La Paz desde 1964– los transbordadores hicieron posible el traslado masivo y subsidiado de mercancías y de pasajeros entre La Paz y los puertos de Mazatlán, Topolobampo, Guaymas y Puerto Vallarta. En estos barcos llegaban también grandes cantidades de compradores de bienes importados, muchos de los cuales se dedicaban a su venta al menudeo en el interior del país. Los transbordadores también permitieron que turistas nacionales vinieran a disfrutar de las playas paceñas. En 1973 se terminó la carretera transpeninsular que conectó a La Paz con Tijuana, e hizo posible el traslado masivo de bienes importados desde la frontera Tijuana-San Diego.



En los años setenta, las condiciones para la compra de mercancías de importación en La Paz eran sumamente favorables debido a la fuerte sobrevaluación del peso frente al dólar y al incremento del ingreso personal. Esto repercutió en el desarrollo de hoteles, restaurantes y otros negocios relacionados con el comercio y el turismo. Por ende, el comercio de importaciones fue entre 1970-80 la principal actividad en la economía paceña, desbancando la preponderancia que la pesca y la agricultura habían tenido en las décadas anteriores.

Como consecuencia del desarrollo comercial y de los servicios que éste detonó, así como de las actividades relacionadas con la administración pública y la educación, el crecimiento demográfico de La Paz en el periodo analizado fue explosivo. Entre 1950-60 su población se incrementó en un 85.4%, entre 1960-70 en 89.7% y de 1970-80 en 98.8%. Durante los cincuenta años que median entre 1940 y 1990, Baja California Sur sextuplicó su población, pero la ciudad de La Paz la multiplicó por trece, debido en gran medida a la inmigración proveniente de otras regiones del país, fenómeno que tuvo su máxima expresión entre 1960 y 1980. Esto provocó un crecimiento desordenado de la ciudad, el surgimiento de asentamientos irregulares y la insuficiencia de servicios públicos, déficit que no ha sido subsanado. Entre los principales problemas que

esto ha generado debe destacarse la filtración de aguas negras en la ensenada y la contaminación del polvo provocado por el tránsito de vehículos en las numerosas calles carentes de pavimento, lo que ha causado padecimientos respiratorios y gastrointestinales entre la población.

En cambio, los servicios educativos han superado a la demanda en lo referente al nivel superior. Han proliferado las escuelas primarias, secundarias, preparatorias, normales y superiores. En 1944 la Escuela Normal Urbana (fundada en 1916) incorporó los ciclos de educación secundaria y profesional, en 1973 se fundó el Tecnológico Regional, en 1976 la Normal Superior y la Universidad. Al agregar a estas instituciones la existencia de tres centros de investigación científica y tecnológica en La Paz, debemos anotar que el nivel promedio de educación es uno de los más altos del país y el analfabetismo es prácticamente nulo. En relación con la infraestructura cultural, en la década de 1990 se creó una Unidad Cultural que alberga un moderno teatro, el Archivo Histórico del Estado, la Biblioteca Central (existen además otras 10 bibliotecas), y una galería de arte. El deporte no ha sido descuidado, ya que la ciudad cuenta con dos grandes gimnasios públicos, una alberca olímpica y dos estadios. Además La Paz tiene varios parques públicos y un malecón de 8km, único en el país, ya que conserva libre la vista al mar.

A partir de 1983 esta situación de auge fue substituida por una grave crisis que dista mucho de ser superada. El comercio de importaciones en La Paz se derrumbó a causa de la subvaluación del peso y de la apertura comercial de México. Además, el retiro estratégico del Estado de la economía nacional ha tenido las repercusiones siguientes en Baja California Sur:



- a) Una disminución del gasto público real en la entidad, que dado su gran peso en la generación local de ingreso y empleo, ha determinado el estancamiento de la economía regional.
- b) La privatización de los transbordadores, que a partir de 1988 se ha manifestado en un alza descomunal de los pasajes y tarifas de carga. También se redujeron las rutas y la frecuencia de las travesías, lo que afectó aun más el abasto de bienes y el transporte de personas en La Paz.

Es importante señalar que el elevado costo del transporte ha acentuado el aislamiento natural y ha contribuido a agudizar la crisis económica del Estado y de su capital, el desempleo y la consecuente emigración. Así, el extraordinariamente acelerado crecimiento demográfico que caracterizó a La Paz desde los años sesenta se desaceleró en la década de 1980-90, ya que en esta época el crecimiento sólo fue del 50.5%, es decir un 48.9% menos que en la década anterior.

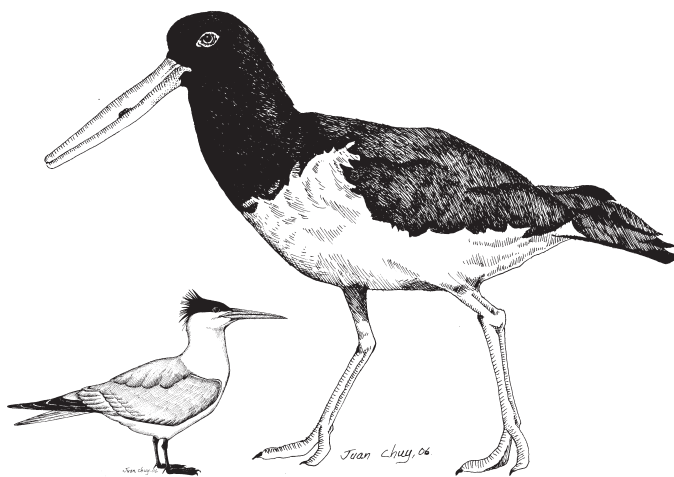
La crisis que se manifiesta en La Paz es en gran medida la crisis de Baja California Sur. El desarrollo del polo turístico de Los Cabos en la última década, por más asombroso que parezca, no tiene, ni puede tener, una magnitud capaz de revertir esta situación. Asimismo, la inauguración del Puerto de Altura de Pichilingue en 1992, con el que se esperaba incrementar el tráfico marítimo tanto pesquero y comercial, como turístico, no ha tenido las repercusiones esperadas.

La imagen urbana de La Paz se ha visto también afectada por esta crisis económica. El auge del sector inmobiliario ha disminuido; un gran número de casas permanecen por largos meses en obra negra; los letreros y anuncios de venta se multiplican; y las casas en alquiler, que antes eran insuficientes, ahora parecen sobrar. Los locales comerciales cambian de giro hasta que, inexorablemente, gran número de ellos cierran; del auge comercial sólo queda la nostalgia.

La intrincada complejidad urbana se impone, nutre y crece a partir del llamado sector terciario de la economía, que produce todos los servicios necesarios para satisfacer los requerimientos de una sociedad moderna y compleja. Mientras los sectores primario (pesca, ganadería y agricultura) y secundario (la transformación de los productos primarios en bienes) producen, el sector terciario dirige, organiza y facilita las actividades productivas a través de la distribución y el consumo de servicios y mercancías.

Sin embargo, todavía permanecen ciertas actividades del sector primario, como la pesca y la agricultura, y varias actividades importantes del sector secundario, como las industrias manufactureras (sobre todo de alimentos), de la construcción y la minería (roca fosfórica), que aportan en menor medida al PIB municipal. Dentro del sector terciario predominan el comercio, los servicios gubernamentales, educativos y de salud, así como una compleja red de servicios financieros y turísticos.

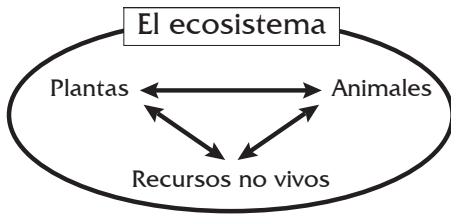
Hoy, la ciudad de La Paz y su zona conurbada son un reflejo del crecimiento económico regional. Aunque todavía es posible admirar nuestra riqueza natural y contamos con importantes áreas naturales bajo algún estatuto de protección, estamos lejos de alcanzar un desarrollo sostenible.



Capítulo 2: Un ecosistema sano

Actividad 1- El Mapa del Ecosistema

Antecedentes



La **ecología** es la ciencia que estudia las interacciones que se dan entre los organismos vivos y su ambiente. La unidad de estudio de la ecología es el ecosistema. Un **ecosistema** es una comunidad de animales y plantas que interactúan entre sí y con su ambiente físico. Un **sistema** es un conjunto de cosas que interactúan entre sí como un todo. Las **entradas** al sistema siguen un camino llamado **círculo de retroalimentación**. La retroalimentación es continua y produce consecuencias, llamadas **resultados**, que pueden ser **positivos** o **negativos**. La retroalimentación positiva significa que la entrada agrega (+) algo al sistema, mientras que la retroalimentación negativa significa que la entrada disminuye o resta (-) algo del sistema. Utilizados de esta manera los términos positivo y negativo no significan bueno o malo sino que describen un sistema que va teniendo cada vez más o cada vez menos de algo, produciendo con esto diferentes resultados o **consecuencias**.

Veamos un sencillo ejemplo mecánico que tiene que ver con un auto. Al ir de bajada se cambia a una velocidad menor o se aplica suficiente presión a los frenos (la entrada disminuye) para mantener el control. Se está aplicando **retroalimentación negativa**, es decir, se resta algo del sistema (frenar, cambiar a una velocidad más baja) para mantener la velocidad deseada. Si los frenos o la transmisión de velocidades fallan, se aumenta la velocidad (el resultado es mayor), finalmente yendo tan rápido que se pierde el control y se choca, produciéndose una **retroalimentación positiva**. El no frenar y el aumento de velocidad alimentan positivamente al sistema, es decir le agregan algo, inestabilizándolo y haciendo que el auto choque.



Ahora considere agregar lo siguiente a este sencillo sistema: una sinuosa bajada, poderosas corrientes de viento provenientes de uno de los lados del auto, y una familia de codornices cruzando la carretera en busca de refugio. Estas entradas no tienen nada que ver con su auto, pero podrían afectar su avance al crear un circuito de retroalimentación positiva que daría como resultado un choque. O, con base en su excelente manejo del auto y el control de sus frenos, se crea un circuito de retroalimentación negativa y usted continúa su camino con éxito. Siempre que usted esté manejando su auto, el circuito de retroalimentación está operando y puede cambiar de positivo a negativo, dependiendo de las diferentes entradas y resultados.

Ejemplos de retroalimentación positiva y negativa

- Un buen ejemplo de esto a nivel local es la interacción entre el conejo y el coyote, su depredador. Una abundante precipitación (entrada) produce un gran crecimiento en las plantas (producto) que proporcionan el alimento para los conejos (retroalimentación positiva). La población de conejos aumenta (consecuencia), esto a su vez da como resultado un

crecimiento (más +) de la población de los coyotes (retroalimentación positiva). Los coyotes se comen a los conejos (entrada) y la población de conejos disminuye, y posiblemente aún más rápido si comienza una sequía (consecuencia). Posteriormente, debido a una población menor de conejos (entrada), la población de los coyotes también disminuye (producto) por falta (menos -) de alimento (retroalimentación negativa). La consecuencia en este caso sería un ecosistema en equilibrio. Ésta es una explicación muy sencilla que no toma en cuenta otros factores, tales como la disponibilidad de otro alimento para los coyotes, o la presencia de otros depredadores de los conejos. Sin embargo, se puede ver que el cambio mismo puede retroalimentarse, produciendo otro cambio.

- Otro ejemplo es un reto que nos es familiar a muchos: el control del peso. Cuando ingerimos alimento, entra energía (calorías) al cuerpo. Nuestro cuerpo utiliza esa energía para su metabolismo y para otras actividades como el ejercicio. Si ingerimos más calorías en forma de alimento (entrada) de las que quemamos o utilizamos, la energía se almacena en forma de grasa (producto). La consecuencia podría ser que necesitemos comprar ropa de talla más grande. Éste es un ejemplo de retroalimentación positiva (+), ya que estamos agregando algo al sistema.



Por otro lado, si decidimos que no queremos comprar unos pantalones de talla más grande, necesitamos restar energía del sistema (reducir el consumo de calorías). Ésta es otra entrada y es retroalimentación negativa (-): algo que aplica un freno y devuelve el equilibrio al sistema. Podemos restar energía al sistema de dos maneras (entradas): ingiriendo menos energía (alimento) o quemando más energía (ejercicio). El producto va a ser menos grasa, y la consecuencia va a ser que nos queden nuestros pantalones viejos.

Si continuamos agregando una entrada de mayor consumo de calorías (retroalimentación positiva), el producto va a ser mayor almacenamiento de grasa. Si el freno (retroalimentación negativa) no se aplica al sistema, dicho sistema podría salirse de control y colapsarse; las consecuencias, por tanto, podrían ser un ataque al corazón, diabetes, u otro serio problema de salud.

La retroalimentación se da dentro de la **estructura y función** de un ecosistema. En la discusión que se encuentra a continuación, el *Mapa del Ecosistema* y las palabras clave del vocabulario están escritas en negritas.



Interacciones del ecosistema y flujo de energía.

La interacción es el flujo de energía dentro del ecosistema. El flujo comienza cuando las plantas reciben y transforman la energía del sol en alimento para ellas mismas por medio de la fotosíntesis. La energía se pasa después a los animales mediante redes alimentarias que se inician con los herbívoros que se comen a las plantas. La energía se vuelve a pasar cuando los carnívoros se comen a los herbívoros. Cuando los animales defecan o se mueren, sus nutrientes minerales se regresan vuelta a la reserva de recursos no vivos, en un ciclo apoyado por la acción de las bacterias, nematodos, hongos y otros organismos. Las interacciones en todos los niveles mantienen un ciclo continuo que transfiere los nutrientes por todo el sistema.

Estructura del ecosistema

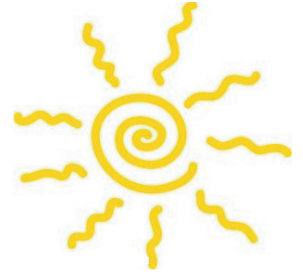
La estructura de un ecosistema consiste en factores abióticos (no vivos) que sostienen la vida. Si la estructura cambia, también cambian las condiciones para la vida. Generalmente, los factores estructurales son seres no vivos, pero ocasionalmente pueden serlo, como lo son los árboles de un bosque. Los árboles vivos sirven de estructura en la que los animales y plantas del bosque viven e interactúan.

Factores abióticos (no vivos):

- incluyen el agua, minerales, luz solar, aire, y suelo;
- proporcionan tanto las condiciones como los límites para la vida;
- pueden cambiar por su duración, intensidad, calidad y cantidad; y
- pueden marcar los límites para que los organismos vivan en un medio.

Energía solar

La **energía solar** es cualquier forma de energía irradiada por el sol. La energía entra al ecosistema como luz solar, es transferida por los productores (plantas verdes) como energía química mediante la fotosíntesis y luego de organismo a organismo a través de las redes alimentarias.



Energía geotérmica

La **energía geotérmica** proviene del fondo de la tierra. La energía geotérmica se manifiesta en forma de vapor, agua caliente, o directamente de las rocas calientes que se pueden encontrar cerca de la superficie o varios kilómetros debajo de ella. Las innovaciones tecnológicas nos permiten recoger esta energía para satisfacer necesidades humanas. Los Campos Geotérmicos de Cerro Prieto se localizan cerca de la Falla de Cerro Prieto, en Mexicali. El Valle Imperial es una de catorce áreas en California donde la energía geotérmica se utiliza para generar electricidad. Es energía “verde” porque no se liberan gases de invernadero en el proceso. El Área Geotérmica del Valle Imperial consiste en 10 plantas generadoras con una capacidad combinada de 327 nuevos megawatts.

Clima

El clima es el patrón promedio del estado del tiempo de una región incluyendo la **temperatura, precipitación y viento**. Las variaciones estacionales son importantes. Las diferencias de clima de un lugar a otro determinan las condiciones de vida. El clima es un detonador clave para los cambios que ocurren en los ecosistemas.

(El siguiente texto fue proporcionado por la MC Sandra Robles Gil Mestre.)

La cuenca de La Paz se localiza en la franja de los grandes desiertos del mundo. Esta franja se encuentra en la zona subtropical de alta presión que favorece la subsidencia y el calentamiento del aire, mismos que originan el clima cálido y seco típico de la región.

Por la latitud en que se encuentra la cuenca de La Paz y por el alto porcentaje de días despejados que tiene durante el año, ésta recibe una radiación solar intensa que favorece las temperaturas altas que se establecen desde fines de primavera hasta principios de otoño. En ocasiones, en la cuenca se presentan ondas de calor con temperaturas por encima de los 40 °C que pueden durar varios días y empeorar las condiciones bochornosas de verano, especialmente cuando la humedad del aire aumenta.

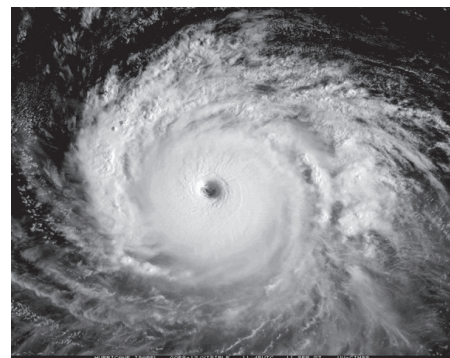
El poder evaporante de la atmósfera es muy alto en la cuenca de La Paz, sobre todo durante los meses de mayo a julio cuando la radiación solar y la temperatura son muy altas y el aire, muy seco. Sin embargo, la evaporación local no constituye la fuente principal de vapor de agua en los procesos de condensación y precipitación, más bien, la afluencia de aire húmedo del Pacífico es la que favorece la formación de nubes y la precipitación en el verano y el invierno.

• **Patrones de flujo de viento.** En la cuenca de La Paz se presentan diferentes mecanismos atmosféricos que modifican, a lo largo del año, las condiciones atmosféricas generales. Durante el verano y parte del otoño, cuando la zona subtropical de alta presión se desplaza más hacia el norte, la cuenca queda bajo la influencia de los vientos alisios que soplan con un componente del este; además, se presentan los sistemas tropicales que favorecen la afluencia de humedad del océano Pacífico y la formación de nubes inestables que pueden generar lluvias intensas en la región. En invierno y primavera, cuando la zona subtropical de alta presión se desplaza más hacia el sur, la cuenca de La Paz queda bajo la influencia de los vientos predominantes del oeste; en algunas ocasiones, los frentes fríos alcanzan a llegar a esta zona y junto con la corriente de chorro que transporta humedad del océano Pacífico, pueden provocar las lluvias invernales llamadas equipatas.

La situación geográfica de la cuenca de La Paz favorece, de marzo a octubre, el establecimiento de las de brisas de mar y tierra. La brisa de mar se presenta durante el mediodía y sopla con un componente del norte en dirección a la costa; la brisa de tierra, llamada “Coromuel”, se establece durante la tarde y sopla con una componente del sur, refrescando la cuenca de La Paz durante las tardes y noches calurosas de verano.

• **Patrones de precipitación.** La cantidad de precipitación anual es muy variable en la región, pero el régimen de lluvias tiene un patrón muy definido. En el verano, la cuenca de La Paz recibe el porcentaje más alto de precipitación, aproximadamente 60% de la lluvia anual; mientras que en el invierno recibe cerca de 20% del total y la primavera corresponde a la época de secas. Las lluvias de verano son principalmente de origen convectivo y ciclónico, y su intensidad es mayor que las de invierno que son de origen frontal. Los fuertes aguaceros de verano pueden originar intensos escurrimientos y avenidas en los arroyos que, a su vez, pueden inundar las zonas bajas de la cuenca de La Paz y afectar las construcciones asentadas irregularmente en sus cauces.

• **Los ciclones tropicales.** La cuenca de La Paz, al igual que el estado de Baja California Sur, se encuentra en una zona de riesgo ciclónico muy alto. Los ciclones tropicales se forman en las aguas cálidas cercanas al ecuador y tienen su origen en algunas perturbaciones tropicales, como son las ondas del este. Su trayectoria es por lo general hacia el oeste y noroeste, pero cuando alcanzan una latitud de 25° norte, tienden a moverse hacia el este y noreste. La temporada ciclónica en el Pacífico Nororiental comienza a mediados de mayo y termina a fines de noviembre, pero la región de La Paz se ve afectada principalmente durante los meses de agosto a octubre. Los ciclones tropicales contribuyen con una aportación importante de lluvia, pues aproximadamente 35% de la lluvia anual y 50% de la lluvia de verano es de origen ciclónico.



• **Calentamiento global.** La acumulación de gases de invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), óxido nítrico y metano, atrapan, dentro de la atmósfera, el calor que normalmente se escaparía. Llamado el efecto invernadero, esta acumulación incrementa las temperaturas y lleva al calentamiento global. El actual incremento de emisiones de CO₂, con las crecientes elevaciones de la temperatura atmosférica, es un ejemplo de un circuito positivo de retroalimentación.



Fuego

Los incendios son parte natural e importante del ambiente y ocurren cuando, 1) hay una acumulación de materia seca que puede quemarse, 2) hay condiciones secas en el estado del tiempo que hacen dicha materia inflamable, 3) hay una fuente de encendido natural (relámpagos) o creada por los humanos (cerillos, fogatas). Los incendios ayudan a despejar las hojas y ramas secas y a reciclar los nutrientes. Algunos biomas, como

los pastizales, sabanas, chaparral y otros tipos de bosques están adaptados a los incendios periódicos para mantener su estructura. En estos sistemas, la recuperación de las plantas es bastante rápida.

Suelo o sustrato

Incluye la **roca madre**, el tipo de **suelo** incluyendo textura, composición química, acidez, alcalinidad (pH), **nutrientes**, basura, y restos animales. El humus es la materia que se forma en el suelo por la descomposición de los restos de plantas y animales. Se mezcla con trocitos de roca, agregando nutrientes al suelo e incrementan la retención de la humedad. El tipo de roca determina su capacidad de aguantar el desgaste o su capacidad para deshacerse en pedazos más pequeños por los procesos naturales como la lluvia, viento, raíces de plantas y cambios de temperatura.

Geología

Es la ciencia que estudia la naturaleza física e historia de la Tierra. El estudio incluye la estructura y desarrollo de la corteza terrestre, la composición del interior, los tipos individuales de rocas y las formas de vida que se encuentran en forma de fósil.

- Las **configuraciones geográficas** se refieren a las características topográficas de la superficie de la tierra tales como montañas, cuencas, cañones y **abanicos aluviales**. Estas características son causadas por la erosión, sedimentación o movimiento (o tal vez, a lo largo del tiempo, por los tres).
- La **topografía** se refiere a la superficie de la tierra y, a escala local, considera la inclinación de una ladera, lo plano de un terreno y si las laderas están de cara al norte o al sur. Las laderas de cara al norte reciben menos sol durante el día y las de cara al sur más.
- Las **fallas** son rupturas o fracturas en las rocas de la corteza terrestre por las que ocurren movimientos. Estas fracturas se pueden localizar a lo largo de los límites de las placas tectónicas. La Zona de la Falla de San Andrés separa la Placa de Norte América de la Placa del Pacífico. Esta falla inicia en la orilla oriental de la Laguna Salada, al este del Condado de San Diego y sigue hacia el norte.
- Un **centro de expansión** es un límite divergente (que se separa) de las placas tectónicas donde se produce nuevo sustrato de lecho marino por el magma emergente. El Levantamiento del Pacífico Este (East Pacific Rise) es un centro de expansión tectónico que comienza en la Antártida y continúa hacia el norte. Su movimiento separó a la Península de Baja California de la masa territorial de México, formando el Golfo de California.



Ubicación

Describe el lugar del ecosistema en el planeta. Incluye su **longitud, latitud y elevación**, los cuales determinan el clima local. También puede definir una **cuenca hidrológica**, que es el área de donde drena el agua, o la región que contribuye agua a un río o sistema fluvial.

Agua

Todos los seres vivos requieren de agua limpia para sobrevivir. Sin embargo, el agua puede no estar disponible donde se necesita, o puede estar disponible únicamente de forma que no se puede beber. El agua se presenta en tres estados: **sólido, líquido y vapor**. El agua puede ser **dulce** o puede ser **salada**. El agua puede estar **contaminada** por contaminantes y/o microbios que pueden enfermar a quien la beba. El **agua superficial** se encuentra arriba de la superficie terrestre en lugares como presas, lagos, ríos o estanques. El **agua subterránea** se almacena en acuíferos subterráneos y es bombeada a la superficie para ser utilizada.

Ciclos

Un ciclo es una serie de acontecimientos que suceden en el mismo orden repetidas veces.

- Ciclos **químicos** son los ciclos de elementos que fluyen entre la atmósfera y los seres vivos. Existen dos tipos de ciclos químicos: gaseosos y sedimentarios. La reserva principal de nutrientes para los ciclos gaseosos está en la atmósfera y en los océanos. Para los ciclos sedimentarios, la reserva principal de nutrientes se encuentra en el suelo y en las rocas de la corteza terrestre. Algunos ciclos importantes de la naturaleza son los ciclos del **carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo**.

El ciclo del **carbono** proporciona una materia esencial para las células y ayuda a regular las temperaturas atmosféricas.

El ciclo del **nitrógeno** proporciona un elemento necesario para que las células construyan proteínas y genes.

El **oxígeno** es contribuido al aire por medio de la respiración de las plantas verdes. Los animales respiran el oxígeno que es utilizado por su cuerpo para quemar el alimento (oxidación), lo que produce energía.

El ciclo del **azufre** ayuda a regular las temperaturas globales (junto con el oxígeno), además de proporcionar un elemento esencial para todas las células vivas.

El ciclo del **fósforo** proporciona materia para las membranas de las células, genes, dientes y huesos.

- Ciclos de **vida** son los ciclos de las plantas y animales que marcan cómo nacen, crecen, se reproducen y mueren los seres vivos.

- Ciclos de **tiempo** son los que marcan el paso normal del tiempo que afecta la vida en la tierra en diferentes escalas: **diario** (24 horas que pasan de la noche al día), **estacional, lunar** y otros. Los organismos pueden adaptarse a secciones particulares de un ciclo. Por ejemplo, los búhos cazan de noche y los halcones de día.

- El ciclo del **agua** es un ciclo propulsado por el sol. El agua está en continuo movimiento entre la superficie de la Tierra y el aire mediante los procesos de evaporación, condensación y precipitación.

Función del ecosistema

Funcionar significa que el sistema, órgano o parte de un animal o planta trabaja bien.

Factores bióticos (vivos):

- incluyen todos los organismos vivos, desde el más simple hasta el más complejo, y de productor a consumidor;
- pueden ser modificados por los factores no vivos tales como el estado del tiempo, tipo de suelo, fuego o ubicación; y
- afectan las co-acciones (bio-interacciones), que varían de una completa cooperación y/o dependencia, a un total antagonismo y competencia. Un ejemplo de dependencia es la mariposa monarca adulto, que pone sus huevecillos en la planta de asclepias. Después de que los huevecillos se rompen, las larvas se alimentan exclusivamente de la asclepias. La planta es venenosa para la mayoría de los otros insectos y de otros animales que se alimentan de hierbas y pastos.

Hábitat

Un hábitat incluye las condiciones físicas de un área que apoya a la comunidad de plantas y animales adaptados a esas condiciones. Las condiciones físicas son producto del clima regional y del estado del tiempo actual y proporcionan las condiciones de temperatura y humedad del hábitat. Los procesos geológicos, que

operan en el tiempo, proporcionan las configuraciones geográficas, la topografía y los suelos. La biodiversidad de los hábitats dentro de una región se determina por éstos y otros factores abióticos (ver el Mapa del Ecosistema). Los hábitats cambian constantemente y las comunidades vivas se adaptan continuamente.

El área del hábitat que es más familiar y más frecuentemente utilizada por un animal se llama espacio vital o territorio.

Los hábitats de la cuenca de La Paz

En este estudio del ecosistema de la región de La Paz, hemos listado los hábitats que corresponden al mapa de vegetación/uso de terreno que los estudiantes van a utilizar cuando estudien la cuenca de La Paz en el Capítulo 3, Actividad 2.



- **Playa.** La orilla del mar es el límite entre los ecosistemas terrestres y marinos y se llama zona costera. En algunos casos esta orilla está formada por rocas que penetran hasta el mar. En otros, la orilla está formada por playas arenosas o pedregosas.

Las costas rocosas están habitadas por organismos que tienen mecanismos especiales para agarrarse del sustrato sólido, que son las rocas. También están adaptados para aguantar daño por las olas, desecación, temperaturas extremas y cambios en la salinidad.

Las playas arenosas son ciertamente más conocidas que las rocosas debido a que son utilizadas como sitios recreativos. Al mismo tiempo, presentan una gran diferencia con las zonas rocosas en donde se observa una gran cantidad de vida. En las playas arenosas las olas rompen constantemente, moviendo la arena e impidiendo que cualquier planta o animal trate de fijarse al sustrato. Las playas arenosas contienen organismos microscópicos en su mayoría, y los macroscópicos, por las condiciones naturales, tienen que vivir bajo el sustrato, o sea la arena.

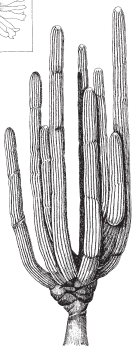
- **Dunas.** Las playas arenosas del océano presentan frecuentemente dunas de arena. Éstas se forman debido al viento que sopla sobre la arena de la orilla de la playa hacia tierra adentro. Su altura y su movimiento se determinan por la dirección e intensidad del viento.

El conjunto de dunas más cercano al océano se llama dunas primarias. Detrás de las dunas primarias hay un área que se denomina valle. Aquí es donde se encuentran pequeñas corrientes de viento que forman montículos de arena. En el valle hay vida vegetal debido a que las dunas primarias disminuyen la velocidad del viento y la salinidad, lo que permite que exista un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas.

Una función importante de las plantas en las dunas es la de disminuir el movimiento de su arena. Las dunas que no tienen plantas se mueven o avanzan más rápido que las dunas que tienen plantas. En cuanto las dunas

se van llenando de vegetación se vuelven más estables, aunque sigue habiendo un movimiento mínimo. La vegetación de las dunas estables está formada por más especies diferentes que la de las dunas no estables debido a que su ambiente es menos cambiante.

• **Humedales.** Un humedal es una extensión de tierra que está cubierta por una capa poca profunda de agua salada o dulce, ya sea de forma temporal o permanente. La mayoría de los humedales de nuestra región están asociados a cuerpos de agua junto al mar, y se les conoce como esteros o estuarios, en donde la marea tiene un efecto muy importante. Las plantas de los humedales se tienen que adaptar a un ambiente salado, y a este tipo de vegetación se le llama vegetación halófila. Las plantas halófitas no requieren de la sal para crecer, pero pueden sobrevivir en un ese ambiente salado porque han desarrollado los medios para neutralizarla. Las plantas pueden excretar la sal a través de poros especiales en sus hojas, como lo hace la espartina, o la almacenan y la diluyen en células especiales, como lo hace la salmuera. El mangle excreta la sal a través de sus raíces. Los manglares tienen una enorme diversidad biológica con alta productividad y en ellos se encuentra un gran número de especies de aves, así como de peces, crustáceos y moluscos.



• **Desierto: Matorral sarco-crasicaule.** Esta comunidad vegetal incluye dos tipos de matorral: el crasicaule y el sarcocaule. Es definido por especies de tronco y ramaje grueso, generalmente tortuoso, con plantas vigorosas. Se localiza principalmente en las planicies aluviales, es decir, en suelos formados por el depósito de sedimentos que acarrearán las aguas superficiales. Está constituido principalmente de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos. Especies típicas son el cirio (*Fouquieria columnaris*), cardón (*Pachycereus pringlei*), torote (*Pachycormus discolor*), candelilla (*Pedilanthus macrocarpus*), ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*), pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), torote colorado (*Bursera microphylla*), lomboy blanco (*Jatophra cinérea*), palo adán, (*Fouquieria diguetii*), y cholla (*opuntia*).

• **Desierto: Matorral sarcocaule.** Esta agrupación se caracteriza por la dominancia fisonómica de árboles y arbustos de tallo grueso, de crecimiento tortuoso, semi-suculentos, de madera blanda y con algunas especies que poseen corteza papirácea y exfoliante. El ecosistema de matorral comparte atributos de la vegetación propiamente desértica (matorral xerófilo) y de bosques secos tropicales. Predominan los arbustos bajos, achaparrados, cactáceas cilindrocaules, columnares y rastreras, cactus suculentos, especies sarcocaulas, árboles leñosos y arbustos leñosos. El ramaje tortuoso y las características raticulares (en forma de red) de dichas plantas cumplen la función de retener el suelo, ejerciendo cierta resistencia a la erosión. Cercano o bajo dichos arbustos se crean micro hábitats que favorecen el resguardo de roedores, reptiles, invertebrados y microorganismos.

Generalmente se presenta sobre lomeríos, bordes de arroyos y planicies aluviales. Especies típicas son matacora (*Jatophra cunneata*), lomboy (*Jatrophra cinérea*), torote (*Bursera microphylla*), copal (*Bursera hindsiana*), palo adán (*Fouquieria diguetii*), pitaya agria (*Stenocereus gummosus*), pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), cardón (*Pachycereus pringlei*), que es considerada una especie emblemática del desierto y puede llegar a vivir hasta 300 años, viejito (*Mammillaria spp*), biznaga (*Ferocactus spp*), palo fierro (*Olneya teosota*), tronadora (*Cardiospermum corindum*), ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*).

• **Mezquital.** La asociación vegetal que se encuentra en los márgenes de los arroyos se conoce como mezquital. Las especies que la caracterizan son: mezquite amargo (*Prosopis articulata*) y palo fierro (*P. palmeri*), iguajil (*Schoepfia californica*), otatave o huitatave (*Vallesia glabra*) y huisache (*Acacia farnesiana*). Estas plantas extienden largas raíces hacia abajo para llegar al agua subterránea.

Los mezquites generalmente se encuentran alterados por las actividades humanas y el ganado doméstico. El mezquite es un importante recurso para los habitantes del medio rural, pues el leño de troncos y ramas



representan una fuente de energía calorífica de primera calidad. Un aspecto refinado de este uso es la elaboración de carbón, actividad que implica cierto valor agregado y que puede ser practicada de manera sustentable.

• **Selva baja caducifolia.** Se encuentran en las laderas de las montañas, en cañones y pie de montes en altitudes de entre 100 y 1000 metros sobre el nivel medio del mar donde recibe una aportación pluvial mayor que las elevaciones más bajas. Durante la época seca (de abril hasta julio), los árboles y arbustos pierden las hojas. La vegetación crece profusamente durante la época de lluvias. Los árboles del sotobosque y de las capas interiores conservan el follaje durante todo el año. Las principales especies son mauto (*Lysiloma divaricata*), palo blanco (*L. candida*), torote colorado (*Bursera microphylla*) y palo escopeta (*Albizzia occidentalis*). Hay algunas plantas herbáceas, representadas por la mala mujer (*Cnidioscous angustidens*) y la buena mujer (*Aster spinosus*) y cactáceas como la biznaga (*Ferocactus spp.*)

Nicho

Un nicho ecológico es el estilo de vida de un organismo. Es el conjunto de comportamientos que utiliza para encontrar alimento, agua, refugio y un lugar para aparearse y criar a sus pequeños. En otras palabras, es la manera en que el organismo satisface sus necesidades bióticas. Un hábitat es donde vive una especie particular; su nicho es la forma en que vive. Podríamos decir que el hábitat de una especie es su domicilio y que el nicho es su trabajo.

Adaptación

Las adaptaciones son ajustes a las presiones del ambiente.

Para aumentar sus oportunidades de supervivencia, todos los organismos vivos se adaptan constantemente a los cambios que se dan en su ambiente. Tener éxito significa que un organismo tiene crías que también tienen crías. A continuación se presenta una lista de los requerimientos básicos para que un organismo tenga éxito de vida, PASS por sus siglas en inglés:

- **P**rotección contra los elementos y los enemigos.
- **A**limentación adecuada. Esto se refiere de nuevo a la “**capacidad de carga** del ecosistema”.
- **S**itio adecuado donde vivir.
- **S**ituaciones y condiciones adecuadas para la reproducción.

La capacidad de carga de un ecosistema es el número máximo de organismos que pueden vivir con los recursos disponibles. Las poblaciones de organismos tenderán a crecer hasta la capacidad máxima de carga y luego irán disminuyendo para reajustarse por medio de retroalimentaciones tales como, enfermedades, depredación y hambrunas. Los ecosistemas, aun los más pequeños, son muy complejos, ya que tienen cientos o hasta miles de especies que influyen en sus poblaciones mutuas.

• **Adaptaciones de comportamiento.** Los organismos se pueden ajustar a las cambiantes condiciones ambientales ajustando sus comportamientos. Los animales aprenden. Una población de gorriones carpinteros pasa aproximadamente 10% de su tiempo utilizando ramas y espinas de cactus para sacar a los insectos y arañas de sus agujeros en los árboles. En Australia, cuarenta y un delfines hembra, de una población de varios miles de delfines, han sido observados llevando esponjas en la boca para rascar la arena y asustar a los peces que se esconden en ella. Un delfín suelta la esponja mientras se come a los peces y luego la vuelve a tomar para continuar buscando peces. Algunas plantas pueden ajustar la orientación de sus hojas torciendo

su tallo para que, ya sea la parte aplanada de la hoja o la orilla, esté de cara al sol. También pueden cambiar su tamaño, haciendo que las hojas que están a la sombra de otras hojas crezcan más. Estas adaptaciones permiten que la planta absorba la cantidad correcta de luz solar para realizar la fotosíntesis sin perder humedad.

• **Adaptaciones de especie.** Los individuos cambian genéticamente a lo largo del tiempo, permitiendo que las poblaciones vivan con éxito en un ambiente. Por ejemplo, un desprendimiento de tierra aísla a una población de animales, proporcionando nuevas condiciones para la supervivencia. Algunos individuos ya llevan los genes que permiten la adaptación a las nuevas condiciones. Con el tiempo, estos individuos tienen éxito produciendo crías que ya llevan consigo esas características genéticas. A medida que aumenta la población de individuos exitosos, se pueden convertir en una especie nueva. Esto se llama evolución por selección natural y sucede todo el tiempo. Ver **Poblacion** más abajo.

Factores limitantes

Si hay demasiado o muy poco de algo, un animal o una planta puede no vivir en un ambiente particular. El agua es el factor limitante en el desierto. Muchas plantas y animales se han adaptado a vivir con muy poca agua, pero existe un límite más bajo en el que mueren. En una marisma salada, la sal o el grado de salinidad es el factor limitante. Las plantas que allí viven se han adaptado secretando sal o diluyéndola y almacenándola en sus células.

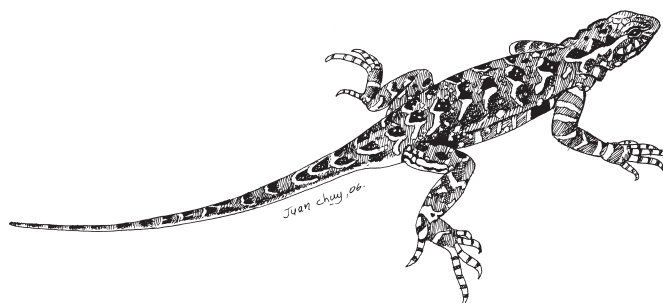
El sodio y el potasio son sales necesarias para la actividad metabólica, pero en concentraciones altas son tóxicos. Las aves marinas, como las gaviotas, y los reptiles del desierto como la iguana del desierto, tienen glándulas nasales que permiten que el animal secrete de su cuerpo la sal que ingiere. Los niveles bajos de nitrato en los suelos del desierto pueden limitar el crecimiento de las plantas. Refiérase a la sección de Ciclos para ver el papel que juegan el nitrógeno y el fósforo en el metabolismo celular.

Población

Una población es un grupo de individuos de una especie en el mismo lugar y en el mismo tiempo. Un individuo tiene los genes de sus padres, que ya llevan las adaptaciones específicas que le permiten sobrevivir. Las poblaciones comparten un acervo genético común. Como unidad evolutiva se pueden adaptar a condiciones ambientales específicas a lo largo de las generaciones. Ver **Adaptaciones de especie** más arriba.

La vida nunca se vive como seres individuales solitarios. Los individuos siempre se reproducen para formar poblaciones grandes y pequeñas. La población tiende a crecer a medida que ésta aprovecha los recursos disponibles. La cantidad de población rara vez alcanza la **capacidad de carga** del ambiente. El ambiente limita a las poblaciones de diferentes maneras por medio de la **retroalimentación**:

- Depredación por otras especies.
- Territorialidad – por ejemplo, un ave macho reclama derechos exclusivos de un área espantando a las demás aves.
- Eliminación de crías rivales (un león macho o un oso pardo mata a las crías de sus rivales machos).
- Competencia entre individuos cuando existe un suministro limitado de alimentos.
- Dispersión – los animales pueden mover sus lugares de anidación a un área nueva o ajustar sus áreas de alimentación.



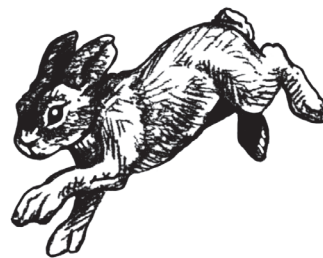
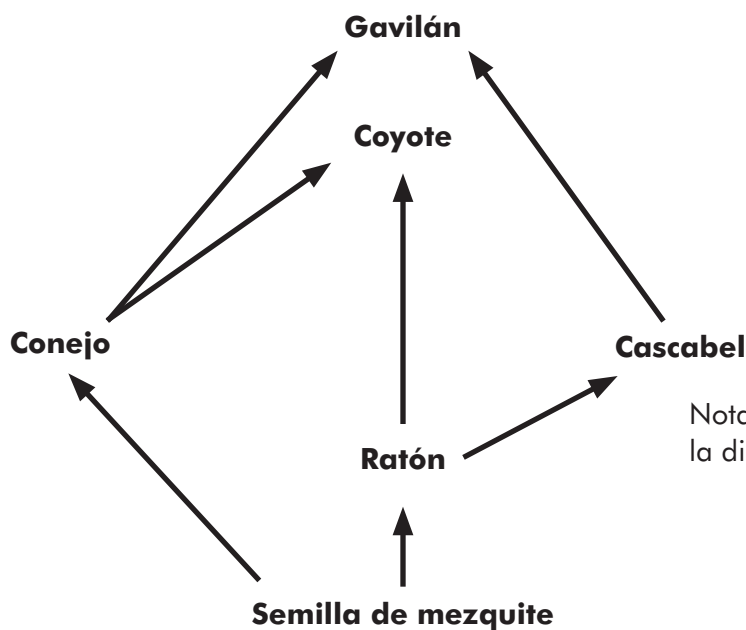
Si estos métodos no llegan a funcionar, las condiciones empeoran. Las enfermedades y las tasas de mortandad aumentan, especialmente para los individuos jóvenes, ancianos y débiles. Las tasas de natalidad también disminuyen y todos estos factores llevan a un declive en la población (retroalimentación negativa).

Comunidades

En la naturaleza, las **comunidades** son todas las poblaciones de especies que interactúan en un área local. Las comunidades de plantas y animales viven en hábitats. Los miembros de la comunidad van cambiando a medida que las condiciones del hábitat cambian. Por ejemplo, las cañadas angostas pueden contener más agua para mantener árboles, que un abanico aluvial, que mantiene sólo arbustos. En general, las comunidades se nombran según la planta o asociación de plantas dominantes, pero también incluyen a todos los animales que se mantienen con la vegetación. Por ejemplo, el matorral costero de salvia es una asociación de plantas aromáticas que se encuentra desde la costa del Pacífico hasta las laderas de los montes a 500m (1,500 pies) de altura.

Redes alimentarias

Las **redes alimentarias** describen las complejas relaciones que existen entre los **productores primarios** (plantas), los animales que comen plantas (**herbívoros**) y los animales que comen animales que comen plantas (**carnívoros**). El término consumidores se refiere tanto a los herbívoros como a los carnívoros. Algunos animales, llamados **omnívoros**, son ambas cosas. Por ejemplo, los coyotes nunca pierden una oportunidad; comen cualquier cosa incluyendo insectos, aves pequeñas, roedores, reptiles y gatos domésticos que se apartan de sus hogares.



Nota: Es importante que las flechas apunten en la dirección del flujo de energía.

Pirámide alimentaria

La **pirámide alimentaria** nos da una imagen de las cantidades. Los consumidores – los humanos, pumas, pájaros carpinteros y ratones –son los animales más visibles de este planeta. Pero **TODOS** los consumidores no igualan en número o peso a los billones de hojas en las plantas y espigas de hierbas que se requieren para nutrir a los animales. El segundo lugar en peso es el equipo de limpieza, esos trillones de microbios recicladores, que en gran parte no se ven, y que procesan nuestro estiércol y a nuestros muertos. Una pirámide alimentaria— con todos los productores en la base de la pirámide manteniendo a los herbívoros que están en medio y a sus pocos depredadores que se encuentran en la parte superior— ésa es la imagen de las cantidades.

Todas las redes alimentarias dependen de los organismos verdaderamente **productores**: las plantas fotosintéticas, bacterias y algas. Los científicos llaman a esto productividad primaria. Miden esta productividad con base en el área de hoja disponible para atrapar la energía del sol. La unidad de medida se llama Índice de Área de Hoja (LAI por sus siglas en inglés). En las áreas arbustivas del Desierto Sonorense la LAI es 1; en las selvas tropicales es 11, y es 4 en un sembradío de maíz.

Los **consumidores** incluyen a los animales **herbívoros** que se alimentan de materia vegetal, los **carnívoros** que se alimentan de otros animales, los **omnívoros** que comen materia vegetal y animal, y algunas plantas que son carnívoras (por ejemplo, atrapan insectos) o **parasitarias** (muérdago). También incluyen a la mayoría de las bacterias y otros organismos unicelulares que viven en el agua o en los intestinos de los animales. Por ejemplo, unas bacterias especiales que viven en los intestinos de las termitas digieren la madera que consumen las termitas.

Los **descomponedores** son principalmente bacterias, hongos, y larvas de insectos que se alimentan de organismos muertos (materia en descomposición) y materia de estiércol, devolviendo así sus componentes nutrientes a los ciclos químicos. Sin embargo, los descomponedores más grandes incluyen insectos como los escarabajos estercoleros que descomponen el excremento no digerible de los animales como vacas, caballos, y elefantes. Cuando se introdujo el ganado a Australia, no existían allí escarabajos estercoleros nativos que pudieran descomponer las boñigas de las vacas, así que éstas se acumularon creando una “alfombra” que impidió que pudieran vivir ahí otras plantas y animales (retroalimentación positiva). Esto ocasionó un problema hasta que se importaron escarabajos estercoleros para que descompusieran y reciclaran los nutrientes de las boñigas de vaca (retroalimentación negativa).

La Pirámide Alimentaria y la Regla de 10

La energía fluye del sol hacia la tierra donde es transformada por las plantas verdes en carbohidratos que mantienen a las plantas y animales de la tierra, incluyendo a los humanos.

¿Cuánta de la energía del sol está disponible para que la utilicen las plantas?

¿Cuánta de la energía de las plantas está disponible para que la utilicen los animales?

Los científicos han medido el flujo de energía y han encontrado que aproximadamente el 10% de la energía del sol es utilizada por las plantas para fabricar carbohidratos.

- Las plantas utilizan los carbohidratos que fabrican para vivir y reproducirse, dejando solamente el 10% para los herbívoros.
- De ese 10%, los herbívoros utilizan la mayoría para vivir y reproducirse, dejando solamente el 10% para los depredadores/omnívoros que se alimentan de ellos.
- En cada nivel de la pirámide sólo el 10% de la energía que entra queda disponible para el siguiente nivel de consumidores.
- Los descomponedores regresan los componentes nutrientes a los ciclos químicos.
- La energía calorífica se regresa a la atmósfera como producto de desecho del metabolismo de las plantas y animales.

Los servicios de la naturaleza

La salud y el bienestar de las poblaciones humanas dependen de los servicios proporcionados por los ecosistemas y sus componentes – organismos, suelo, agua y nutrientes.

Los ecosistemas naturales ofrecen servicios de los que dependemos. Por ejemplo,

- nos proporcionan agua y aire limpios,
- polinizan nuestras cosechas y dispersan semillas,
- nos protegen de estados del tiempo extremos y luz ultravioleta,
- controlan plagas y organismos portadores de enfermedades y
- controlan las inundaciones que resultan de los ciclones tropicales.



Muchas cosechas agrícolas importantes dependen de las abejas para polinizar las flores para que se desarrollen los frutos. Moverse sobre un suelo limpio purifica el agua. Las plantas contienen plaguicidas naturales. La materia se recicla en un ecosistema, pero a medida que la energía fluye a través de un ecosistema, va perdiendo calidad y no puede utilizarse nuevamente. A diferencia de las leyes de la sociedad, estas leyes naturales no pueden ser quebrantadas. Nos demos cuenta o no, nosotros siempre nos regimos automáticamente por las leyes de la naturaleza.

Características de los seres vivos

Antes de que empiecen la actividad, es muy importante que los estudiantes distingan científicamente entre seres vivos y no vivos. Hay muchas tradiciones que consideran que las rocas, así como las plantas y los animales tienen espíritu y por eso consideran que son seres vivos. Sin embargo, hay que distinguir, con todo respeto, entre una tradición cultural y la tradición científica. Cuando hablamos de ecología, estamos estudiando la ciencia (no la cultura) y la ciencia considera que los seres vivos son aquellos que cuentan con las siguientes características:

Alimentación: Todos los organismos vivos necesitan tomar sustancias de su medio ambiente para obtener energía, crecer y estar saludables.

Movimiento: Todos los organismos vivos muestran algún tipo de movimiento. Todos los organismos vivos tienen movimiento interno, lo que significa que tienen la capacidad de mover sustancias de una parte de su cuerpo a otra. Algunos organismos vivos muestran movimiento externo también—se pueden mover de un lugar a otro caminando, volando o nadando.

Respiración: Todos los organismos vivos intercambian gases con su medio ambiente. Los animales inhalan oxígeno y exhalan bióxido de carbono.

Excreción: La excreción es la eliminación de desechos del cuerpo. Si se permitiera que estos desechos permanecieran en el cuerpo se podrían convertir en venenosos. Los humanos producen un desecho líquido llamado orina. También se eliminan desechos cuando exhalamos. Todos los organismos vivos necesitan eliminar desechos de su cuerpo.

Crecimiento: Cuando los seres vivos se alimentan, obtienen energía. Algo de esta energía se utiliza para crecer. Los seres vivos se hacen más grandes y más complejos a medida que crecen.

Sensibilidad: Los seres vivos reaccionan ante las cosas que los rodean. Reaccionamos al tacto, luz, calor, frío y sonido igual que lo hacen otros seres vivos.

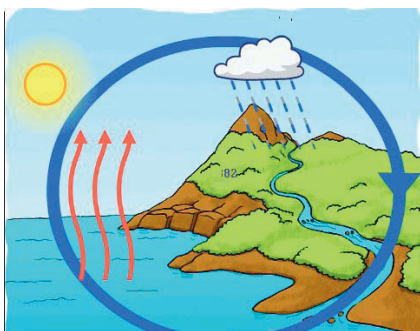
Reproducción: El proceso biológico mediante el cual los “padres” producen “descendientes”. Todo organismo existe como resultado de la reproducción.

En un ecosistema, todos los seres que en un momento dado estuvieron vivos, como por ejemplo los animales y las plantas que ya han muerto, se consideran de todos modos como seres vivos.



Capítulo 3: La cuenca de La Paz

Actividad 1 - El ciclo hidrológico

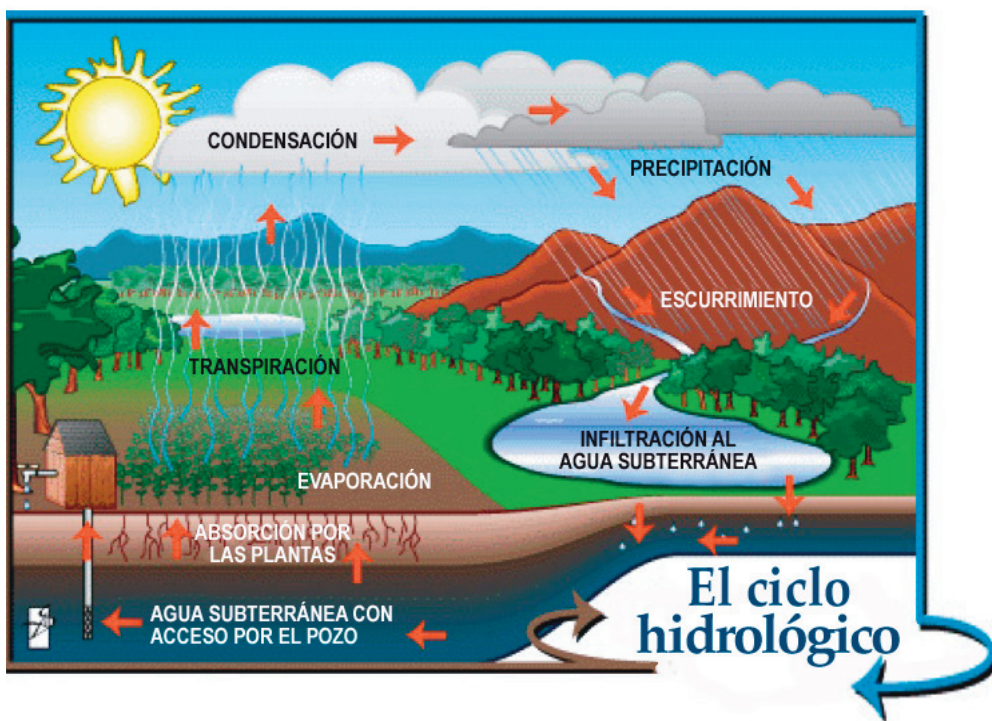


Antecedentes

El agua se originó desde la formación de nuestro planeta debido a las emanaciones de gases y vapor de agua producto de la actividad volcánica ocurrida, y ha permanecido en y bajo su superficie y en la atmósfera debido al ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es un sistema complejo en el que todas las aguas de la Tierra se encuentran incluidas e interrelacionadas. Hay tres grandes procesos que ocurren por el calor solar— 1) **precipitación**, 2) **evaporación** y **transpiración** en plantas (que juntos se llaman **evapotranspiración**), y 3) **condensación** en la atmósfera.

El agua se mueve continuamente por la tierra, en los océanos y hacia la atmósfera. Las fuerzas que provocan que el agua tenga este movimiento son el resultado de procesos físicos naturales.



La energía del sol (como energía calorífica) da inicio al proceso de evaporación del agua, provocando el movimiento de sus moléculas (**energía cinética**). Al cambiar de estado de agregación (de líquido a gas) el vapor del agua es menos denso y por lo tanto asciende. A elevaciones más altas, el aire húmedo encuentra temperaturas más frías, que provocan que el vapor de agua se condense formando las nubes. Para que esto suceda, el vapor de agua debe tener una superficie sobre



la cual se pueda condensar. Las pequeñas partículas microscópicas suspendidas en el aire se convierten en estas superficies, conocidas como núcleos de condensación, sobre las que el vapor del agua se puede condensar y formar gotitas en las nubes. Las fuentes de núcleos de condensación pueden ser tanto naturales, como causadas por el hombre. Las fuentes naturales de núcleos de condensación incluyen el polvo volcánico, la sal marina, que es rociada por el mar, y las bacterias. Los humanos también liberan al aire químicos no naturales al quemar combustibles fósiles y de otras fuentes industriales. Un ejemplo de esto es el smog fotoquímico.

Dado que la gravedad es una fuerza que atrae a todos los cuerpos hacia el centro de la tierra, cuando dichas gotas de agua tienen el peso suficiente, son atraídas por la fuerza de gravedad y caen en forma de lluvia, granizo, o nieve. Mientras están suspendidas en las nubes tienen **energía potencial** por la altura a la que se encuentran. En la medida que estas gotas van cayendo, la energía potencial va disminuyendo.

El agua que cae en forma de lluvia puede formar **escurrimientos** superficiales, puede infiltrarse al suelo, o puede ser absorbida por las plantas. Si el suelo no es poroso o está saturado, el agua que cae en forma de lluvia formará escurrimientos superficiales, como ríos y arroyos. Debido a la fuerza de gravedad, el agua fluye de las elevaciones más altas a las elevaciones más bajas, hasta desembocar en un lago o en el mar.

El agua del suelo puede ser absorbida por las raíces de las plantas y después pasar a las hojas. Cuando los estomas (poros) de las hojas se abren para tomar el dióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis, el agua se evapora. Este proceso se llama transpiración. El agua puede evaporarse del suelo, de la superficie de los cuerpos de agua, de las plantas cuando transpiran y de los animales cuando "sudán". El proceso que hace que el agua pase (incluyendo el agua de plantas y animales) de la tierra a la atmósfera se llama evapotranspiración.



La precipitación en forma de nieve en las regiones glaciares toma una ruta diferente en el ciclo hidrológico, acumulándose en las cimas de los glaciares y deslizándose despacio hacia los valles. Cuando los glaciares se derriten, el agua forma parte de los escurrimientos superficiales que hay en la tierra. El agua también puede pasar directamente del hielo a la atmósfera. Esto se llama **sublimación**.



La cantidad de precipitación que se absorbe en el suelo depende de varios factores: la cantidad y la intensidad de la precipitación, la condición previa del suelo, la inclinación del paisaje y la presencia de vegetación. Estos factores pueden, en ocasiones, interactuar de manera sorprendente. Así, muchas veces, una intensa lluvia en un suelo muy

árido, típico del desierto del suroeste norteamericano y noroeste de la República Mexicana, incluyendo Baja California Sur, no se absorbe en el suelo y crea inundaciones instantáneas.

El agua que se absorbe en el suelo puede infiltrarse hasta unas reservas terrestres llamadas **acuíferos**. De manera errónea se visualiza a los acuíferos como lagos subterráneos. En realidad de lo que se trata, es que el agua del suelo terrestre llena los espacios porosos entre los sedimentos o rocas.

La actividad humana afecta el efecto global del ciclo del agua de muchas formas. Una de las principales fuentes de agua atmosférica es la transpiración originada de la densa vegetación que produce la lluvia en bosques y selvas. La destrucción de esta vegetación, que está ocurriendo rápidamente en la actualidad, hace que cambie la cantidad de vapor de agua en el aire. Esto a su vez, altera significativamente los patrones del clima local, y quizás global.

Otro cambio en el ciclo del agua provocado por las personas resulta del bombeo de grandes cantidades de agua subterránea hacia la superficie para usarla en el riego de tierras de cultivo. Esta práctica podría aumentar la tasa de evaporación en la tierra y, a menos que se pierda este equilibrio al incrementarse la cantidad de lluvia que cae sobre la tierra, los suministros de agua subterránea podrían disminuir. Muchas zonas de nuestro planeta ya encaran este problema.



Es importante observar que el agua superficial que forma los ríos y lagos, así como el agua subterránea que forma los acuíferos, cuando es utilizada por los humanos y antes de volver al ciclo hidrológico, puede sufrir muchas modificaciones. Es decir, el agua es aprovechada para cubrir todas nuestras necesidades vitales y de desarrollo, así como en la industria, agricultura, ganadería y para otros usos. Pero si esta agua se contamina por aceites, residuos químicos y orgánicos y por desechos y basura, ya no regresa de igual manera a formar parte del ciclo hidrológico.

Se dice que el agua dulce es un recurso renovable, precisamente porque forma parte de un ciclo, pero en la actualidad, debido a que la contaminamos de diferentes maneras y es más escasa, el agua es considerada un recurso no renovable.

Desde el punto de vista geológico, parece evidente que el volumen de agua de los océanos ha permanecido aproximadamente constante durante los últimos 500 millones de años, por lo que se deduce que la cantidad total de agua del ciclo hidrológico ha permanecido también constante. En esencia, la cantidad de lluvia que cae sobre la tierra y el agua almacenada en los acuíferos se mantienen invariables. Pero debido a la contaminación y al cambio climático global, el volumen de agua dulce utilizable es cada día menor.

El agua es el elemento fundamental para la vida en la tierra; forma los mares, ríos, lagos, glaciares etc., y también forma parte de las plantas, animales y nosotros mismos. Sin embargo, aunque es el componente más abundante de la superficie terrestre, de toda el agua de nuestro planeta el agua dulce es la menos abundante – ocupa solamente el 3% de la superficie – el 97% restante es agua salada.

Por esto y todo lo anteriormente descrito, debemos darle al agua su valor; tenemos que cuidarla, conservarla y no contaminarla.

Capítulo 3:

Actividad 2 - Maqueta de la cuenca hidrológica

Antecedentes



Cuando el suelo está saturado o es impermeable al agua durante las lluvias fuertes o el descongelamiento de la nieve de las montañas, el exceso de agua fluye sobre la superficie de la tierra como una avenida. Finalmente, esta agua se reúne en un cauce, como los arroyos. El área terrestre donde drena el agua a los canales se llama **cuenca** hidrológica o vaso de drenado.

Las cuencas están separadas unas de otras por áreas de mayor altura llamadas **parteaguas** o líneas divisorias. Cerca del parteaguas de una cuenca, los lechos de las aguas son estrechos

y pueden contener agua que se desplaza con rapidez. En lugares de menor elevación, la pendiente del terreno disminuye, lo que ocasiona que el agua fluya con más lentitud. Cuando los arroyos pequeños se unen, el ancho del cauce aumenta. Finalmente el agua se colecta en un río ancho que se vierte a un cuerpo de agua que puede ser un lago o un océano.

Desde una vista aérea, los patrones de drenado en las cuencas semejan una red o un patrón de ramificación de un árbol. Los tributarios, parecidos a brotes y ramitas, fluyen hacia los arroyos, las ramas principales del árbol. Los arroyos finalmente desembocan en un río grande, que puede compararse con el tronco. En forma parecida a otros patrones de ramificación (por ejemplo, mapas de carreteras, las nervaduras de una hoja, el sistema nervioso humano), los patrones de drenado están constituidos por cauces pequeños que desembocan en otros más grandes.

Las cuencas pueden ser sistemas cerrados o abiertos. En los sistemas cerrados, el agua se reúne en un punto bajo que carece de salida. La única forma en la que el agua sale del sistema de manera natural es mediante evaporación o filtración hacia el subsuelo. La mayor parte de las cuencas son abiertas: el agua se capta en vasos de almacenamiento más pequeños que fluyen a los ríos y finalmente caen al mar.

Capítulo 3:

Actividad 3 - Conoce la cuenca de La Paz por medio de mapas

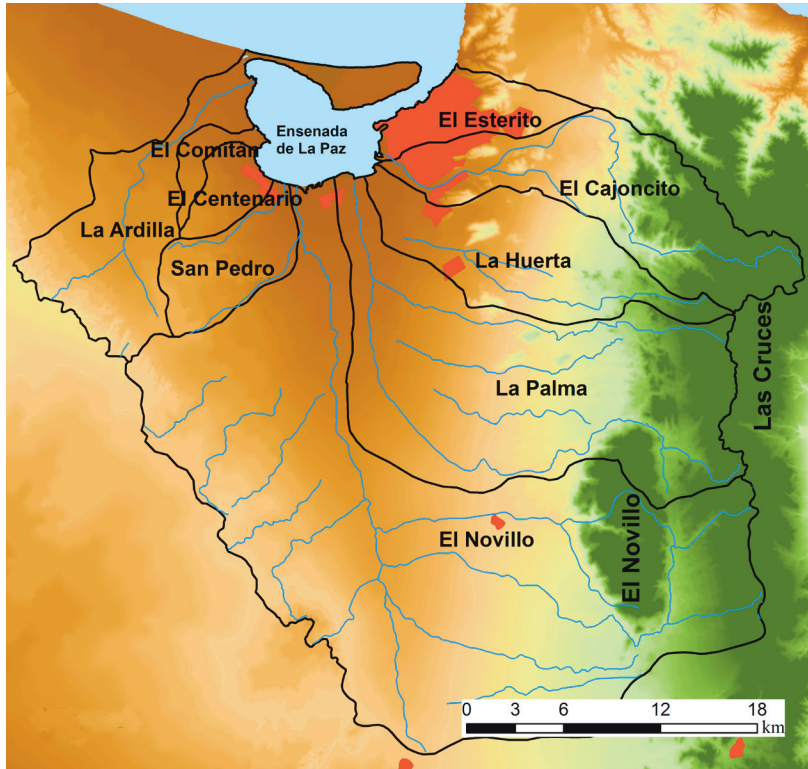
Antecedentes

Los mapas

Los mapas que utilizamos en esta actividad se realizaron con un programa computacional de **Sistema de Información Geográfica (SIG)**. Éste utiliza ya sea datos numéricos (elevaciones, precipitación) o digitaliza (asigna números) a otros tipos de datos (escurrimientos, vegetación, uso de suelo) convirtiéndolos en presentaciones visuales.

Estos mapas no son interactivos, pero el programa computacional que los genera sí lo es. Los geógrafos, otros investigadores y los planificadores manipulan la información de tal manera que los mapas se pueden sobreponer para tener una mayor comprensión de los asuntos que implican el manejo de una cuenca y de un acuífero.

Cada categoría de datos, como la elevación o la precipitación, es su propia capa de



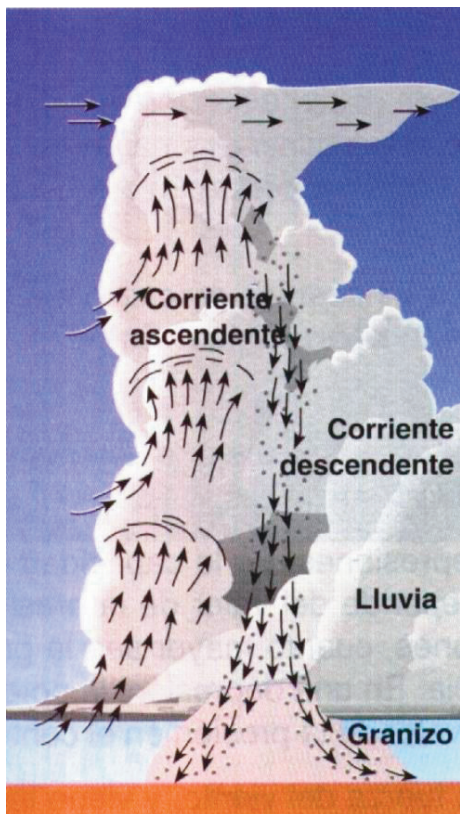
información. Como veremos, el programa puede agregar capas de datos geográficos para presentar muchos tipos de información. Presentadas como líneas, puntos, palabras, o colores, algunas de las capas de datos geográficos del mapa de la cuenca de La Paz son...

- Los límites geográficos de la cuenca y sus subcuencas
- Los escurrimientos
- Uso del suelo y vegetación
- Relieve
- Precipitación

Los datos para el mapa que representa todas las cuencas de Baja California Sur se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA.

Los datos para el resto de los mapas de esta actividad fueron obtenidos y/o realizados por el Dr. Arturo Cruz Falcón de CIBNOR. La delimitación de la cuenca fue obtenida a partir de las capas digitales de escurrimiento superficial y curvas de nivel de INEGI, escala 1:50,000, en coordenadas geográficas referidas al Datum NAD27, con las que se generó un modelo de elevación del terreno a partir de las curvas de nivel con el programa ArcView 3.2.

El trabajo se realizó en forma manual sobreponiendo al modelo de elevación del terreno la capa de escurrimientos, y se utilizaron algunos criterios basados en la geología, geomorfología y litología de la zona para considerar los límites de la cuenca. Asimismo, se consideraron únicamente los escurrimientos que descargan en la ensenada de La Paz.



El patrón de precipitación en la cuenca de La Paz

(Por la M.C. Sandra Robles Gil Mestre)

La región de La Paz recibe la mayor parte de su precipitación de los ciclones tropicales ya que éstos llegan del sur. También influye la precipitación de origen convectivo. Se producen las lluvias convectivas cuando el aire asciende por diferencias de temperatura a causa de un calentamiento local. El ascenso de aire húmedo y cálido da origen a nubes del tipo de cumulonimbos con lluvias intensas en los meses de julio a septiembre.

La mayor velocidad de ascenso de las columnas de aire caliente durante las horas de la tarde, da origen a un rápido enfriamiento de esas columnas, produciéndose la rápida condensación y la formación de nubes de desarrollo vertical, principalmente cúmulos en sus diversos tipos, y cumulonimbos, que son los que producen lluvias intensas y tormentas, por las diferencias de humedad y temperatura que se dan entre el interior y los bordes de la masa nubosa.

En el verano, el sistema de circulación que prevalece en la región oriental de BCS son los vientos del sureste que traen ondas de calor y gran cantidad de humedad. Por eso las lluvias convectivas son mayores en el sur y se ve una disminución conforme se acerca uno a La Paz. De hecho, este tipo de precipitación es muy localizada en la ciudad: hay unos lugares

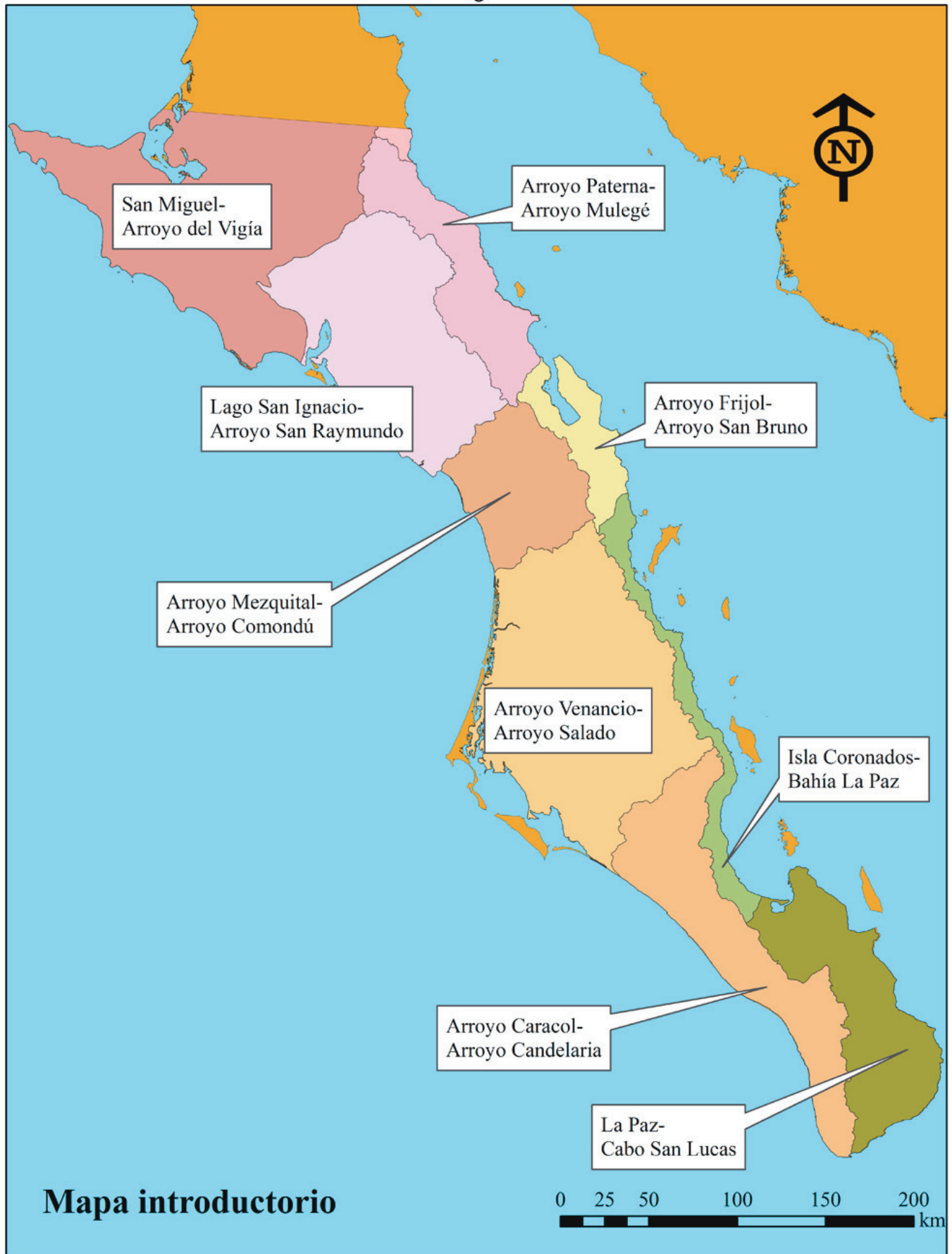
donde llueve y otros no.

Es claro observar cómo los cumulonimbos se forman más al sur de La Paz y se desarrollan muy grandes y comienzan a avanzar hacia el norte en dirección a La Paz, pero muchas veces no llegan y sólo llueve en el área de San Pedro o la UABCS.

Otro factor muy importante es el de la brisa marina que se establece durante el mediodía en La Paz; la brisa sopla del noroeste en dirección hacia La Paz y San Pedro y, en cierta forma, es la responsable de que esos cumulonimbos no lleguen hasta el centro de La Paz. Sólo cuando los vientos del sureste vencen a la brisa del mar, y en el día comienza a soplar el viento con un componente del este, es cuando esos cumulonimbos avanzan más hacia el norte y nos llueve en La Paz. Por lo anterior, se ve claramente que las lluvias son mayores y se presentan con un número mayor de días en el área de San Pedro y la UABCS y un número menor en el centro de La Paz y mucho menor en el malecón y El Esterito.



Cuencas de Baja California Sur



Altitud

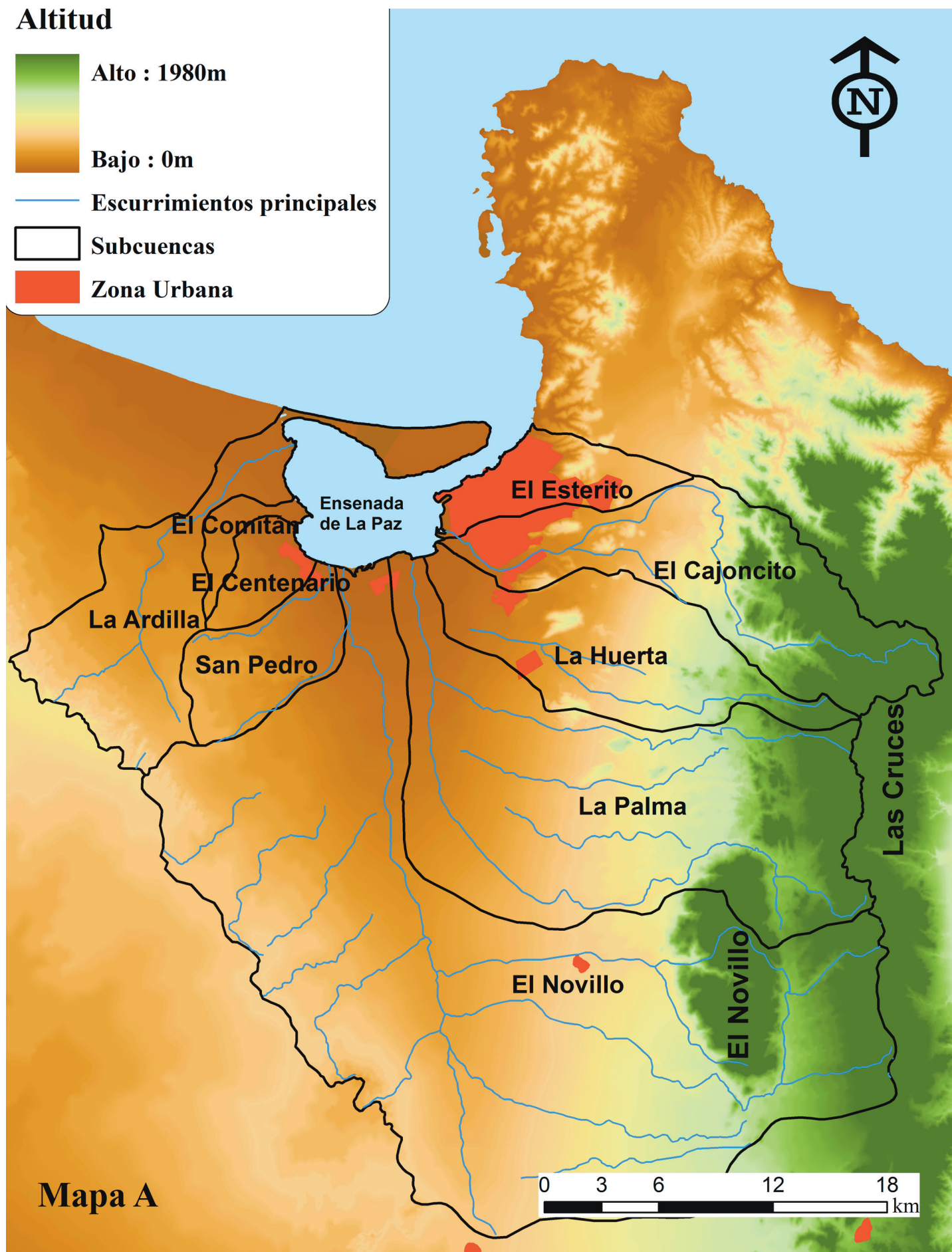
Alto : 1980m

Bajo : 0m

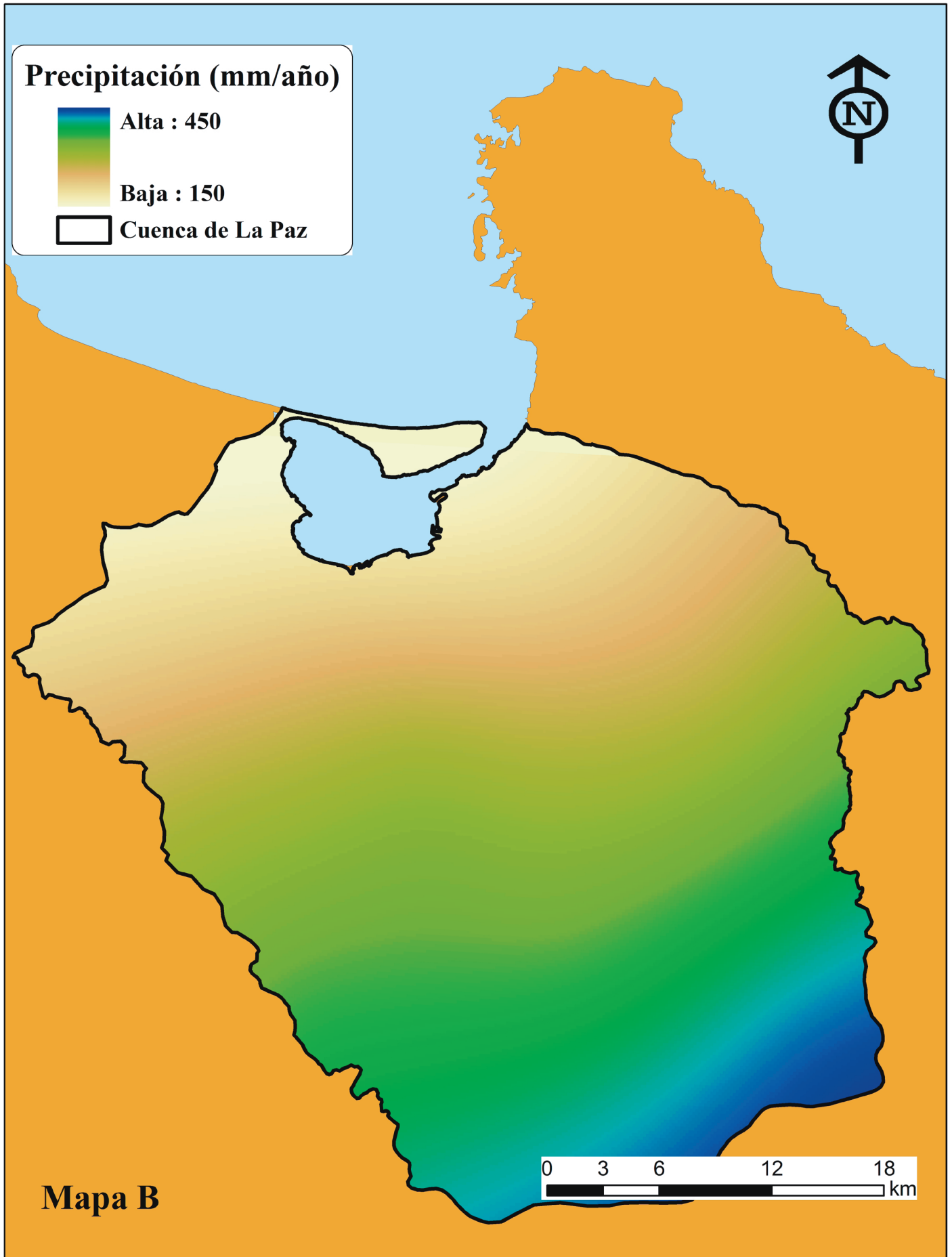
Escurreimientos principales

Subcuencas

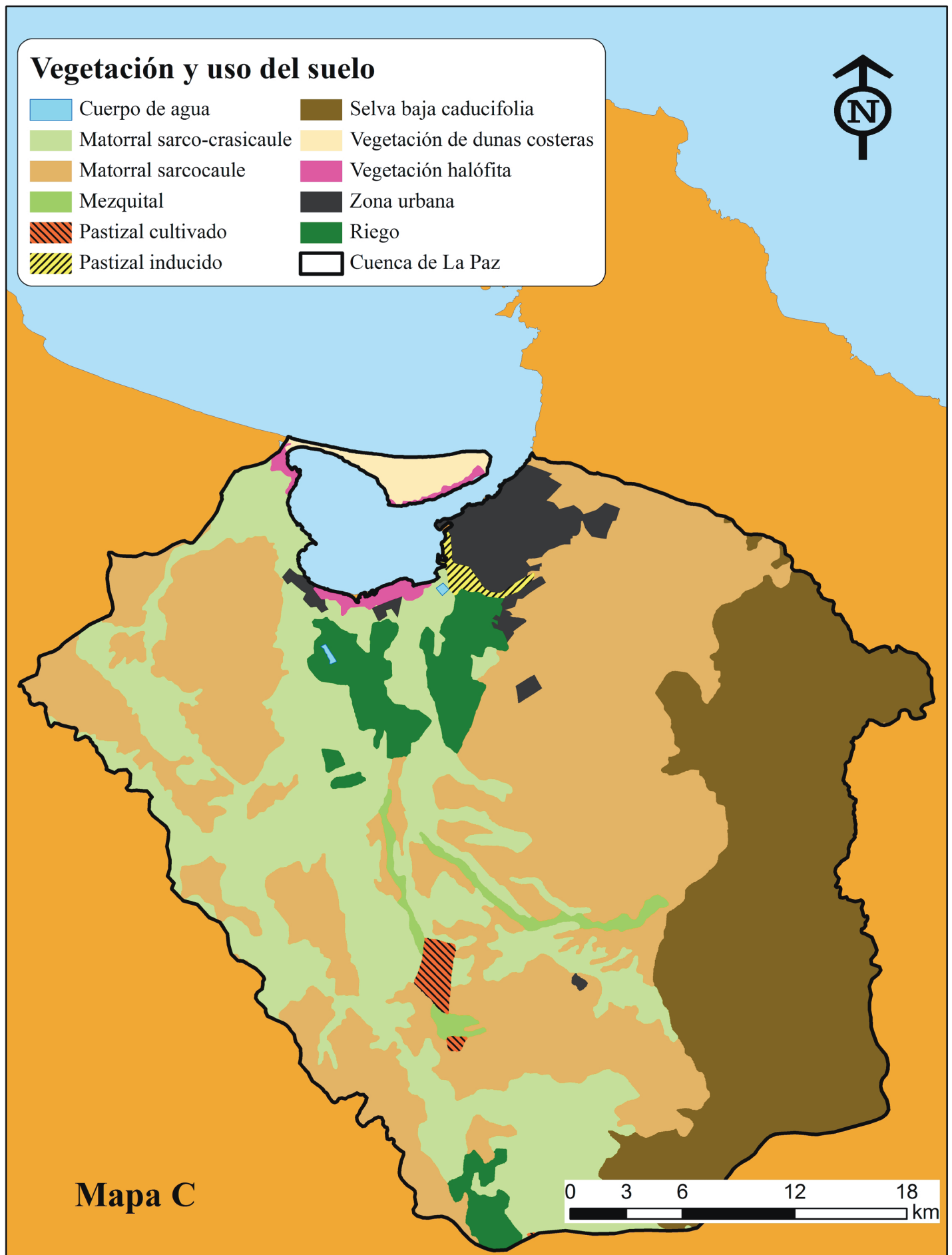
Zona Urbana



Precipitación



Vegetación y uso del suelo



Capítulo 3:

Actividad 4 - Ciclos recurrentes de sobreexplotación



Antecedentes

Introducción

(Tomado de *Futuros Alternativos Para la Región de La Paz*)

“La historia económica de La Paz se desenvuelve casi enteramente en torno a la extracción de recursos naturales, incluyendo perlas, pesca, nácar, madera, ganadería, minerales y tenería. Dicha historia ha sido marcada por la conocida secuencia de explotación-**sobreexplotación**-decaimiento, que a menudo ha ocasionado el abrupto fin a la viabilidad económica de cada actividad, una tras otra.

- El agotamiento de los bancos perleros fue observado desde 1686. Después de un período de relativa recuperación, las ostras perleras fueron declaradas en peligro de extinción en 1939 y más tarde en 1994.
- Una tenería establecida en 1903 utilizaba la corteza del cascalote para curtir pieles. Los esfuerzos que se generaron en los 1920 y los 1930 para regular la utilización de estas fuentes de taninos naturales llevaron al cierre de la industria en 1940.
- Las actividades de tala masiva hacia el final del siglo XX terminaron con la viabilidad comercial de los recursos maderables.
- Ejemplos más recientes se pueden observar en el auge y la subsiguiente caída de la captura de tiburón, peces ribereños, caracoles y almejas.

En el trasfondo de los bellos paisajes que vemos hoy en la ciudad de La Paz, se encuentran ecosistemas fundamental e irreversiblemente alterados por la historia del establecimiento de las comunidades humanas y su actividad económica. No obstante, la economía de La Paz todavía depende de la salud de sus ecosistemas naturales y su paisaje. **“En la medida en que La Paz evoluciona hacia el futuro, es importante comprender que las consecuencias de estos cambios son mucho más que una cuestión de estética—estos recursos son críticos para la subsistencia económica de la región.”**

Ciclos Recurrentes de Sobreexplotación

(Por Micheline Cariño)

La historia de las relaciones sociedad/naturaleza de La Paz ha sido marcada durante cinco siglos por la explotación intensiva y exhaustiva de muchos de sus recursos naturales. En muchos de los casos la relación sociedad/naturaleza ha sido motivada por la codicia y la ausencia de conocimiento de la importancia que tiene utilizar la riqueza natural, que apoya nuestra existencia de manera sustentable. Por ello, la secuencia de explotación-sobreexplotación-decaimiento de los recursos a menudo ha puesto un abrupto fin a la viabilidad económica de algunas de las actividades productivas que se han desarrollado dentro de la cuenca de La Paz.

En seguida presentamos una breve síntesis de la sobreexplotación que han sufrido cuatro de los principales recursos naturales de La Paz: las ostras perleras, la pesca, la flora silvestre y el paisaje.



La explotación de los bancos perleros inició en 1533 y concluyó en 1940.

Fue el recurso que impulsó la colonización de la Península y el primer (y único motivo) de contacto entre colonizadores e indígenas durante los siglos XVI y XVII. El resultado de las expediciones perleras en esta época fue muy variable debido a los ciclos de explotación-sobreexplotación-agotamiento de los bancos. Éstos fueron explotados de forma constante a partir de 1748 cuando se establecieron en la región las armadas perleras, pero su explotación intensiva inició en 1884, cuando se introdujo la escafandra. A partir de entonces fue posible acceder a mayores profundidades durante todos los meses del año.

Entre 1896 y 1912 la pesca de nácar y perlas fue concesión exclusiva de la Mangara Exploration Co. Ltd., empresa británica que impuso su ley sobre todas las costas del Pacífico mexicano impidiendo a los buzos y armadores locales tocar cualquier recurso marino, ni siquiera para utilizarlos como consumo propio. Cuando Madero rescindió el contrato de La Mangara, los paceños salieron masiva y animosamente al mar a coleccionar dicho recurso. No obstante, la sobreexplotación de este recurso, aunada a la destrucción de la única empresa que cultivaba las ostras perleras (Compañía Criadora de Concha y Perla de la Baja California S.A., que operó entre 1903 y 1914 bajo la tutela y propiedad de Gastón Vives, empresario sudcaliforniano), junto con los efectos nocivos del embalsamamiento del Río Colorado sobre la temperatura y la salinidad del Golfo, provocaron el agotamiento de los bancos perleros, poniendo fin a una de las mayores riquezas naturales que haya tenido La Paz.

La explotación de los recursos pesqueros.

Diversas especies de peces, moluscos y crustáceos han constituido la base alimenticia de las comunidades costeras desde tiempos prehispánicos hasta la fecha. La pesca artesanal o ribereña se caracteriza por su relativamente bajo volumen de captura, así como por el empleo de artes sencillas de pesca que tienen poco impacto en el ecosistema. Sin embargo, desde el siglo XX la explotación de los recursos pesqueros se ha intensificado debido a su orientación hacia el mercado nacional y mundial. La estructura de la demanda ha orientado el esfuerzo hacia unas cuantas especies (tiburón, camarón, atún, marlin, pez vela) e incluso hacia alguna parte de alto valor comercial de algunas de estas especies (aleta e hígado de tiburón, callo de diferentes moluscos). Esta especialización ha tenido tres graves consecuencias: la desestructuración de las cadenas tróficas, el desperdicio de una parte importante de la biomasa y la intensificación de la pesca. Además, las artes de pesca empleadas y/o el manejo de las pesquerías (intensificación y tecnificación comerciales), suelen tener impactos en el ecosistema marino que van de severos a devastadores.



Por sólo citar un ejemplo mencionaremos la pesca de tiburón. Antes de 1940 la bahía de La Paz era conocida por ser una zona peligrosa pues en sus aguas abundaban varias especies de tiburones. El cuchillo que usaban los buzos para desprender las ostras perleras y otros moluscos también era empleado como arma defensiva ante los ataques de tintoreras. En los '40, tres fenómenos coincidieron para formar la coyuntura que desencadenó la pesca intensiva de tiburones: 1) el agotamiento de los bancos perleros y su devastador efecto en la sociedad y la economía paceñas, 2) la demanda mundial por el codiciado hígado de tiburón, rico en vitamina A, y que requerían los combatientes de la II Guerra Mundial, y 3) la creciente demanda de los mercados asiáticos de aleta de tiburón, un ingrediente de su cocina. Al cabo de unas cuantas décadas la depredación fue notoria: ya no había tiburones ni para servir como atractivo turístico del buceo, que solía atraer a los visitantes a los ya extintos bancos de tiburón martillo.



La explotación de la flora silvestre: uso del cascalote para la tenería.

Cascalote es el nombre con el que comúnmente se designaba a las cortezas empleadas en la curtiduría, extraídas principalmente del torote y del palo blanco, pero también de otras especies como el ciruelo y el ejote de palo fierro. Aunque el cascalote era exportado a los mercados europeos y estadounidense, fue sobre todo aprovechado en la importante industria regional del curtido de pieles. El corte de las cortezas curtientes data de principios de la época colonial, pero la explotación de este recurso a mediana y gran escala data de las últimas décadas del siglo XIX. Entre 1920 y 1950 la demanda local de

cascalote aumentó de manera importante, ya que era solicitado por la entonces pujante industria de la tenería del puerto de La Paz, cuyo representante más importante fue la Casa Viosca, productora de sulas de vaqueta de gran calidad.

Ya desde 1890 las autoridades encargadas de vigilar las condiciones en las que se cortaban las cortezas curtientes subrayaban que esa explotación no se llevaba a cabo conforme al reglamento expedido en 1881. Años después se evidenció la ineficacia de esta reglamentación, pues en 1920 la deforestación amenazaba ya con eliminar las posibilidades de extracción de las cortezas curtientes. Por esta razón, en 1924 el gobierno federal prohibió que en los terrenos nacionales se explotaran durante 15 años el palo blanco, el ciruelo y el ejote de palo fierro, pudiéndose aprovechar sólo la madera muerta. Pero ésta no servía para emplearla en la curtiduría, por lo que fue necesario modificar la prohibición. Esto requería de un decreto que regulara la necesaria explotación de esta materia prima, que evitara las pérdidas que le originaba al fisco la explotación furtiva y que además controlara la tala de los bosques. En 1927 fueron dadas a conocer al público las disposiciones que ese acuerdo contemplaba. No disponemos de información que nos permita juzgar la eficiencia en la aplicación de estos reglamentos respecto a la conservación de los bosques. Lo que es un hecho, es que éstos se encontraban ya en considerable nivel de desgaste, siendo que desde finales del siglo XIX su tala inmoderada ya había sido denunciada.

La explotación del paisaje: su efecto en la identidad geográfica paceña.

El uso desmedido de los recursos naturales es una acción cuyas consecuencias impactan negativamente a los ecosistemas, pero las circunstancias se agravan si además la sociedad local no es la beneficiaria del provecho económico de esa explotación. Esta situación, en la que tanto el territorio como la población local son los damnificados por el saqueo de los recursos naturales, sucede constantemente cuando se explota el paisaje y sus componentes naturales (agua, suelo, subsuelo, flora, fauna) y sociales (población, cultura, estilos de vida) para el desarrollo inmobiliario y turístico costero.

La cuenca de la Paz y su bahía, ensenada, esteros e islas, poseen uno de los paisajes más hermosos del planeta. Su belleza escénica se distingue por un horizonte montañoso amplio y distante que une el cielo, intensamente azul durante el día y de colores encendidos en los atardeceres, con un mar sereno cuyas tonalidades – desde el claro verde turquesa hasta el marino oscuro – develan la variada profundidad de sus esteros, costas, canales y profundas corrientes. En este escenario, la sociedad paceña tiene un sitio para disfrutar: el malecón. Este paseo costero, cada vez más amplio y bien equipado, tiene vida todo el día y buena parte de la noche: de madrugada los corredores, en la mañana los turistas, en la tarde los niños y sus papás, de noche los jóvenes. Todos a pie, en bicicleta, triciclo, patines, carritos, sillas de ruedas y autos a 20km por hora disfrutan la vista y la fresca brisa (y por cierto, vale la pena recordar que el malecón y las playas de La Paz son los principales – si no los únicos – espacios públicos recreativos de la ciudad).

No obstante, este privilegio ha sido afectado para los paceños y los visitantes, que ya no pueden disfrutar del horizonte de La Paz como antes. Desde el 2005 un grupo de altos edificios que forman el desarrollo Paraíso



del Mar, fueron contruidos sobre El Mogote – la lengüeta de arena que crea la ensenada de La Paz dentro de la bahía del mismo nombre-rompiendo el primer plano de la famosa vista. Varios desarrollos se han iniciado también rumbo a la punta norte del extremo sur de la bahía de La Paz, donde más edificios rompen la línea de costa e impiden ver y acceder a las playas más cercanas y populares de la ciudad, confinando a los residentes a un pequeño e insuficiente balneario. Los campos de golf, que han proliferado últimamente, son regados en pleno calor del medio día bajo temperaturas en el verano superiores a los 45°C, mientras varias colonias carecen de agua durante días.

La huella del desarrollo ha caído encima al paisaje de La Paz, despojando a su población del recurso agua y de su envidiable paisaje. El paisaje es un recurso natural NO renovable, puesto que una vez afectado, jamás vuelve a restituirse o a ser como alguna vez fue. Tomar conciencia del alto valor de este recurso para los habitantes de La Paz y actuar para protegerlo es una tarea importante.

En los paisajes que vemos hoy en la ciudad de La Paz se encuentran ecosistemas fundamental e irreversiblemente alterados por la historia del establecimiento de las comunidades humanas y su actividad económica, pero la economía de La Paz aún depende de la salud de sus ecosistemas naturales y de su paisaje. **En la medida en que La Paz evoluciona hacia el futuro, es importante comprender que las consecuencias de estos cambios son mucho más que una cuestión de estética—estos recursos son críticos para la salud de los ecosistemas y la subsistencia económica de la región.**

Análisis de los circuitos de retrolimentación

Aquí abajo se encuentra una tabla que los estudiantes van a utilizar para analizar los circuitos de retroalimentación. Los estudiantes van a trazar la tabla en papel blanco.

Tabla de analisis de los circuitos de retroalimentación

Nombre _____ Fecha _____

Título: _____

	Sistema ecológico		Sistema económico de La Paz	
Entrada	Producto	Consecuencias	Producto	Consecuencias

Capítulo 4: El acuífero de La Paz

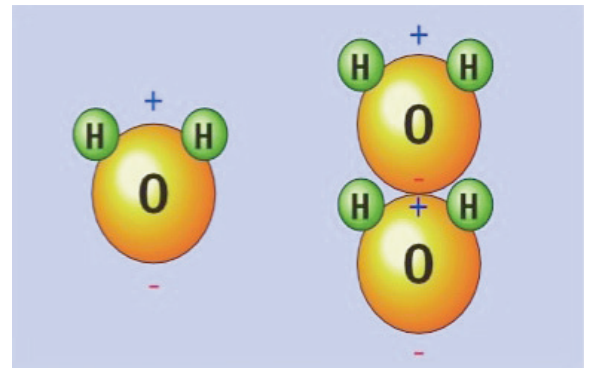
Actividad 1- ¿Cómo se mueve el agua en la cuenca por debajo del suelo?



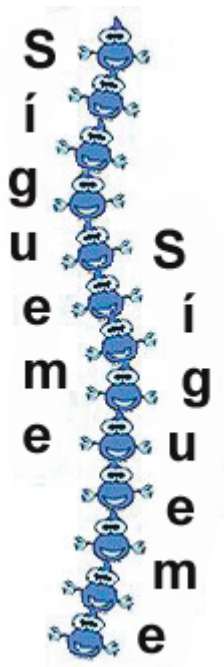
Antecedentes

Dos fuerzas principalmente afectan cómo se mueve el agua por el suelo: la gravedad y la acción capilar. Todos sabemos que la gravedad es la fuerza que atrae a los objetos, incluyendo las moléculas de agua, hacia el centro de la Tierra. En otras palabras, la gravedad atrae al agua hacia abajo. Pero el agua también puede moverse por el suelo hacia los lados, y aun hacia arriba, debido a otra fuerza: la **acción capilar**.

Las moléculas de agua son **dipolares**; tienen un polo eléctrico con cargas opuestas en cada extremo de la molécula. Los electrones de la molécula tienden a congregarse cerca del átomo de oxígeno y lejos de los átomos de hidrógeno. Esto da una carga negativa



al extremo de la molécula donde está el oxígeno y una carga positiva al extremo donde se encuentra el hidrógeno. Sabemos que las cargas positivas y negativas se atraen. El extremo negativo de una molécula de agua atrae al extremo positivo de otra. En otras palabras, las moléculas de agua son "pegajosas". La **cohesión** es el término que se utiliza para referirse a las moléculas de una sustancia que se pegan unas a otras.

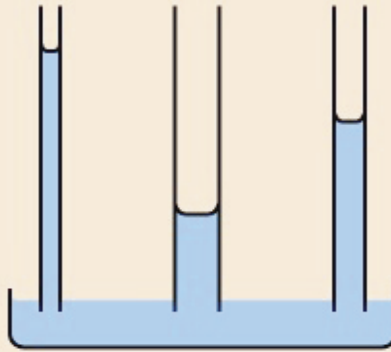
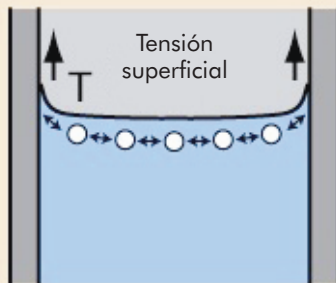


Debido a la cohesión, el agua cae desde el cielo en forma de gotas, y no en moléculas individuales. El agua tiende a formar gotas en las hojas cerosas de algunas plantas, e inclusive puede no desbordarse de un vaso si éste se llena con cuidado, ya que las moléculas se están constantemente atrayendo entre sí. Además, las moléculas de la superficie se están atrayendo con más fuerza unas a otras, en vez de atraer a las moléculas que se encuentran en el líquido mismo, formando así una "película" o "nata" en la superficie, que se conoce como **tensión superficial**. ¿Alguna vez ha visto usted un insecto caminar sobre el agua? Pues puede hacerlo gracias a esta tensión superficial.

Las moléculas de agua no solamente se atraen unas a otras, sino que también atraen a otras moléculas que tienen cargas negativas o positivas. Cuando una molécula es atraída a una sustancia diferente, esto se llama **adhesión**. Piense qué sucede cuando se mete el extremo de un pedazo de toalla de papel en un vaso de agua. El agua sube por las fibras del papel, mojándolo hasta por encima del nivel del agua en el vaso.

Acción capilar

La acción capilar es resultado de la adhesión y la tensión superficial. La adhesión del agua a las paredes de un recipiente provoca en el líquido una fuerza que lo hace subir por los bordes y que resulta en un menisco que gira hacia arriba. La tensión superficial actúa para mantener la superficie intacta. Así, en vez de que sólo los bordes de la superficie del líquido se muevan hacia arriba, toda la superficie del líquido es atraída hacia arriba.



¿Por qué sube el agua más arriba en un tubo más pequeño?

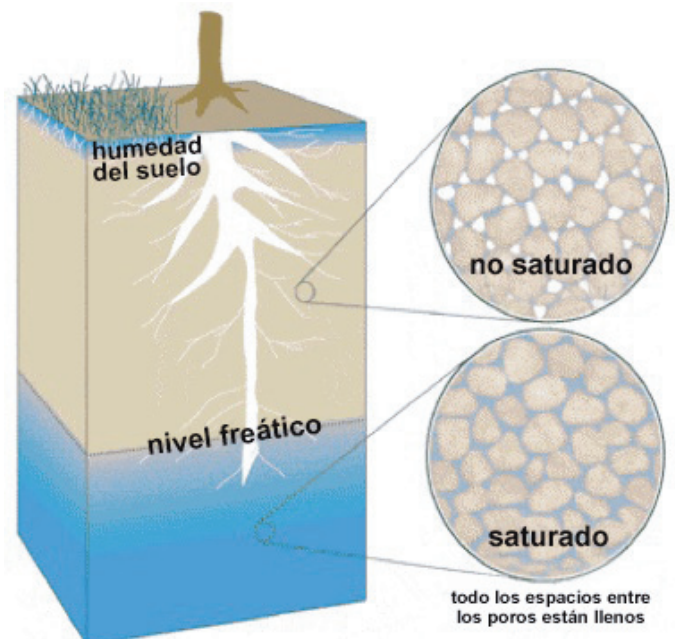
Sabemos que la gravedad está atrayendo a las moléculas de agua hacia abajo, entonces ¿por qué se mueven hacia arriba? Esto sucede porque las cargas positivas y negativas de las moléculas de agua son atraídas a las cargas positivas y negativas de las moléculas de la celulosa del papel, y porque las moléculas de agua se pegan unas a otras, "se atraen unas a otras" a la hora de subir por la toalla de papel.

Obsérvese qué tanto la cohesión como la adhesión están en juego al mismo tiempo en estos dos ejemplos, pero una es más fuerte que la otra. Si las moléculas de agua son atraídas una a la otra con más fuerza de lo que son atraídas al material que las rodea, se convierten en gotas y tratan de acercarse

unas a otras lo más posible. Si hay una mayor atracción a otro material, se esparcen y tratan de acercarse al otro material.

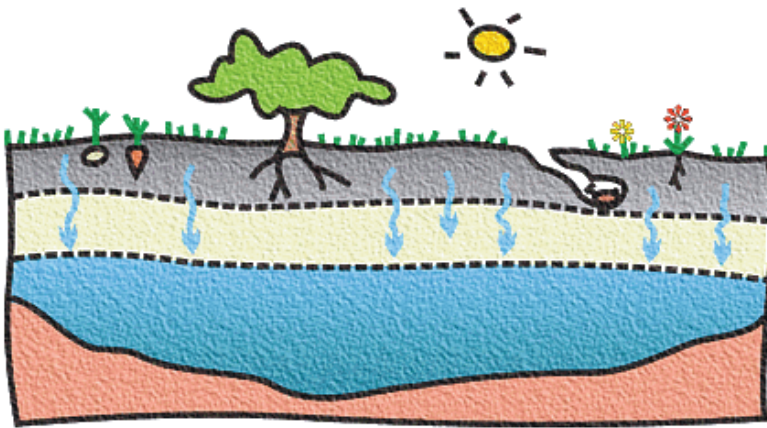
Por lo tanto, la acción capilar es la tendencia que tiene un líquido, como el agua, a ser atraído, por las fuerzas de cohesión y adhesión, a pequeñas aperturas como las que hay entre las partículas del suelo, o los granos de una roca. La acción capilar puede mover al agua por el suelo en cualquier dirección. Las fuerzas capilares son mayores en poros pequeños que en poros grandes, lo que significa que el suelo con poros más pequeños podrá contener más agua que el suelo con poros más grandes. El agua se mueve más rápidamente por un suelo arenoso (por sus grandes poros), pero un suelo barroso (con sus poros pequeños), contiene más agua que un suelo arenoso.

Una vez que el agua entra en el suelo, las fuerzas de la acción capilar y de la gravedad actúan sobre ella. Ambas fuerzas actúan simultáneamente en el suelo. Cuando el agua entra al suelo, la fuerza de la acción capilar es más potente y el agua "se esparce" en todas las direcciones dentro del suelo. Cuando los poros del suelo se llenan o saturan, la fuerza de gravedad atrae al agua hacia abajo. Esto puede ser en forma de escurrimiento en la superficie, o por debajo del suelo cuando el agua se mueve hacia adentro de un área subterránea de almacenamiento, llamada acuífero.



Capítulo 4:

Actividad 2 - ¿Qué es un acuífero?



Antecedentes

La siguiente información y las ilustraciones se tomaron de "Groundwater Primer," un sitio Web producido por el Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica de Purdue University con fondos de la U.S. Environmental Protection Agency y Purdue University.
<http://www.purdue.edu/envirosoft/groundwater/src/title.htm>

Agua subterránea

El **agua subterránea** es agua que se encuentra dentro de las aperturas interconectadas de la roca saturada bajo la superficie de la tierra.

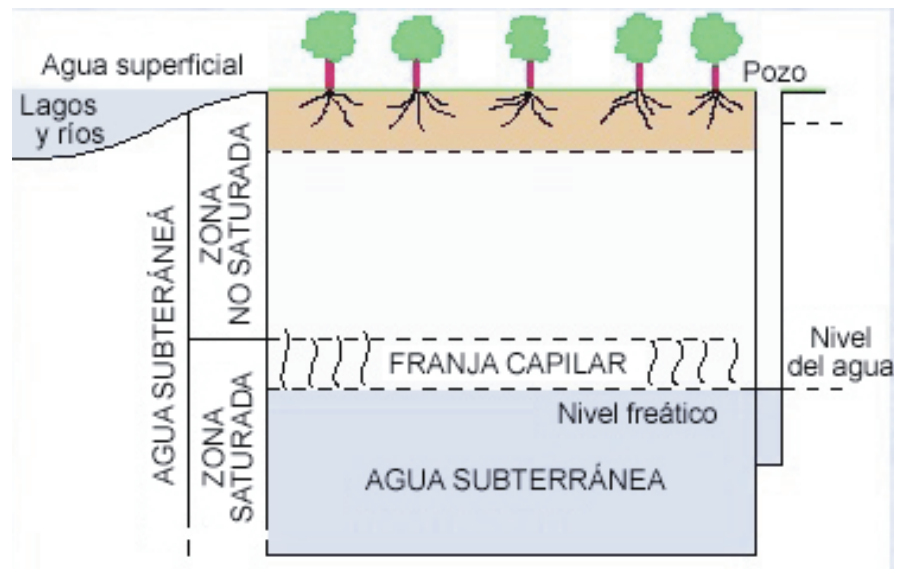
El ciclo hidrológico muestra que cuando la lluvia cae al suelo, parte del agua fluye por la superficie terrestre hacia ríos y lagos, algo del agua se evapora hacia la atmósfera, otra poca la toman las plantas, y algo más de esa agua se filtra al suelo. A medida que el agua se filtra al suelo, entra a una zona que contiene tanto agua como aire, denominada **zona no saturada**. La parte superior de esta zona, conocida como la zona de raíz o zona de suelo, mantiene el crecimiento de las plantas y está entrecruzada de raíces vivas, hoyos dejados por raíces podridas y madrigueras de animales y gusanos. Bajo ésta se encuentra la zona intermedia, seguida de una capa saturada llamada **franja capilar**, que es resultado de la atracción que existe entre el agua y las rocas. Como consecuencia de esta atracción, el agua se pega a la superficie de las partículas de roca.

El agua se mueve por la zona no saturada hacia la **zona saturada**, donde todas las aperturas interconectadas entre las partículas de roca están llenas de agua. Es dentro de esta zona saturada que el término "agua subterránea" se aplica correctamente. El agua subterránea se encuentra en los acuíferos que se tratarán en las siguientes secciones.

Falso: "A menudo se cree que el agua subterránea consiste en lagos o ríos subterráneos".

Únicamente en cuevas o dentro de los flujos de lava ocurre el agua subterránea de esta manera. En vez de esto,

generalmente el agua subterránea se encuentra en suelos porosos o materiales rocosos, de igual forma en la que el agua se puede encontrar en una esponja.



Acuíferos

Acuífero es el término que se da a una unidad de roca que proporciona agua en cantidades utilizables a los pozos y manantiales. Un acuífero puede ser visualizado como una gigantesca esponja subterránea que contiene agua y que, bajo ciertas condiciones, permite que esa agua se mueva a través de él. Dependiendo de su tipo, los acuíferos pueden contener tanto zonas saturadas como no saturadas, o solamente una zona saturada.

Las rocas cargadas de agua que componen los acuíferos consisten ya sea en depósitos no consolidados (parecidos al suelo) o rocas consolidadas. La mayoría de las **rocas consolidadas** (también conocidas como lecho rocoso) consisten en partículas de roca y minerales de diferentes tamaños y formas que han sido soldadas entre sí por el calor y la presión, o por una reacción química en la masa rocosa. Los acuíferos de este tipo están comúnmente compuestos de una o más de las siguientes rocas: piedra arenisca, piedra caliza, granito, o lava. El agua fluye a través de estas rocas por fracturas, poros de gas y otras aperturas en la roca misma.

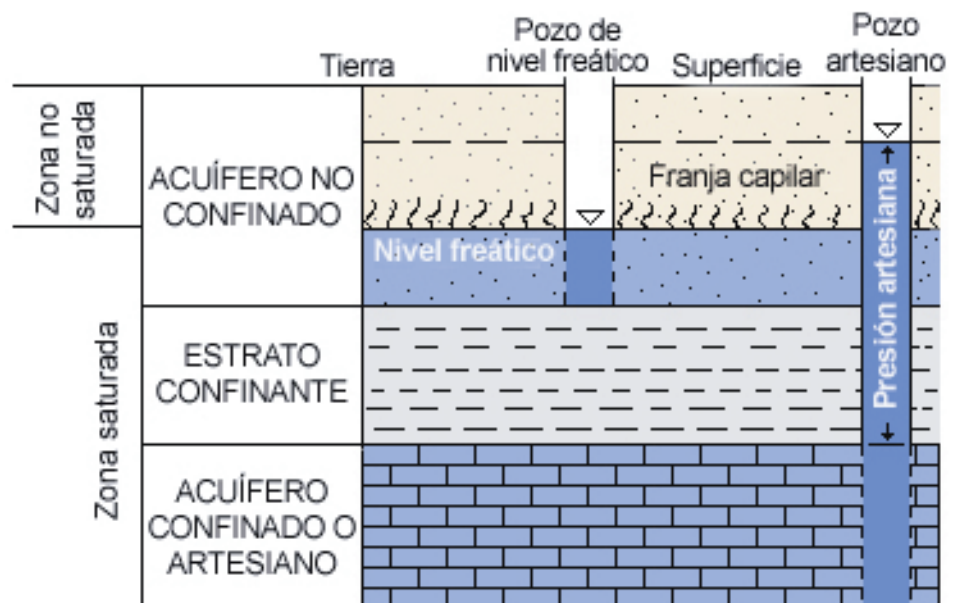
La mayoría de los **materiales no consolidados** consisten en material derivado de la desintegración de rocas consolidadas. Los depósitos no consolidados, y existen diferentes tipos, incluyen algunos, o todos, de los siguientes materiales en varias combinaciones: materiales parecidos al suelo, grava, arena, cieno, barro y fragmentos de conchas de organismos marinos. Las dunas de arena y los montones de grava son ejemplos de materiales no consolidados. El agua fluye a través de estos materiales por las aperturas naturales que se encuentran entre las partículas.

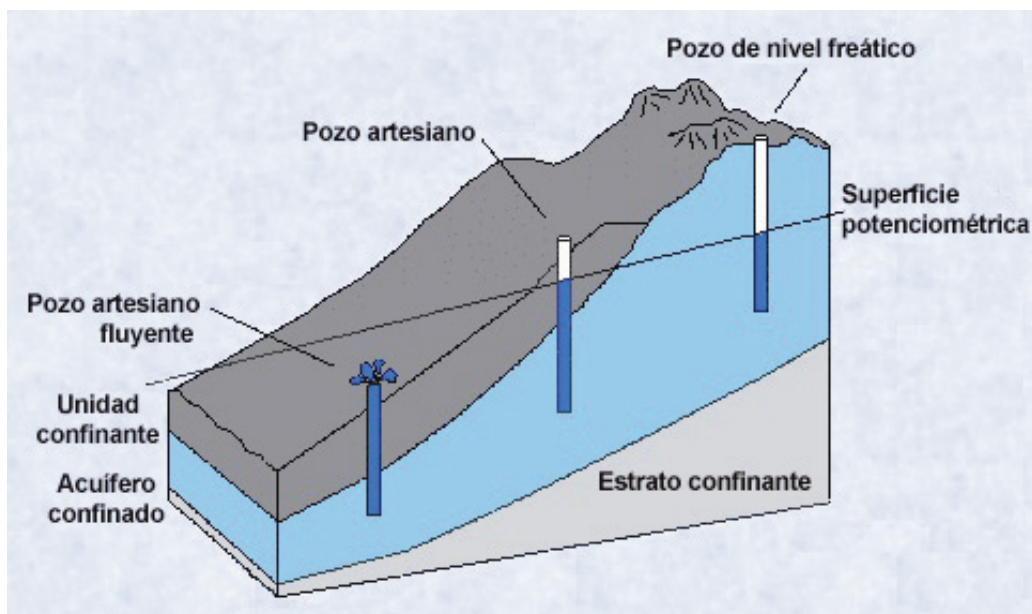
Las propiedades físicas de los materiales del acuífero y de los acuíferos mismos (como el grosor o la profundidad) son importantes para determinar qué tan rápido se mueve el agua y qué rutas tomará al moverse por el acuífero. Este conocimiento ayuda a decidir cuál es la mejor manera de extraer el agua para beber, para irrigar, y para otros usos.

Estas mismas propiedades son importantes también para definir cómo fluyen al acuífero los contaminantes que se originan en la superficie, y también para determinar el remedio adecuado para limpiar el acuífero si éste se contamina.

Acuíferos no confinados y confinados

En los **acuíferos no confinados**, el agua subterránea sólo llena parcialmente el acuífero y la superficie superior del agua subterránea (nivel freático) queda libre para elevarse y descender. El agua subterránea se encuentra a presión atmosférica. La altura del nivel freático será la misma que la altura del nivel del agua en un pozo construido en un acuífero no confinado. El nivel freático típicamente imita, de manera sutil, la topografía de la superficie terrestre, lo que da como resultado un nivel freático con colinas, valles o áreas planas.





Es importante tomar en cuenta que los acuíferos no confinados, especialmente los más cercanos a la superficie, pueden ser vulnerables a la contaminación producida por las actividades que se realizan en la superficie terrestre.

Un **acuífero confinado** es un acuífero que se encuentra entre **estratos confinantes**, o sea capas de materiales impermeables, como el barro, que impiden el movimiento del agua. Debido

a estos estratos confinantes, el agua subterránea de estos acuíferos se encuentra bajo alta presión y debido a esta alta presión, el nivel del agua en un pozo se eleva a un nivel más alto que el nivel del agua que está en la parte superior del acuífero. El nivel del agua en el pozo se denomina **superficie potenciométrica** o superficie de presión. Un acuífero confinado también se llama acuífero **artésiano**.

De hecho también en un acuífero confinado el agua busca su propio nivel. Los estratos geológicos no son perfectamente horizontales, es por esto que en algún punto, la unidad litológica que compone el acuífero confinado está expuesta a la superficie. Este punto es la **zona de recarga** del acuífero, y puede encontrarse a muchos kilómetros de dónde alguien quiere construir un pozo. El acuífero "confinado" en realidad está no confinado en la zona de recarga. Para que suba la presión, el nivel del agua en la zona de recarga debe estar a mayor elevación que la base de la unidad confinante.

Cuando se perfora un pozo en la unidad confinante, generalmente lejos de la zona de recarga, el agua de este pozo se elevará al nivel del agua en la zona de recarga. En algunas instancias esto puede ser arriba de la superficie del suelo, en cuyo caso el pozo se denomina un **pozo artesiano fluyente**. Esta misma situación, donde el nivel del agua en la zona de recarga se encuentra más arriba de la base de la unidad confinante, lleva a que surjan **manantiales** o filtraciones en los que la unidad confinante es penetrada por una ladera.

Es importante tomar en cuenta que los estratos confinantes no sólo sirven para dificultar el movimiento del agua hacia adentro y afuera del acuífero, también sirven de barrera para el flujo de contaminantes provenientes de los acuíferos no confinados que se encuentran encima. Sin embargo, por esta misma razón, los contaminantes que llegan a un acuífero confinado a través de un pozo mal construido o por filtración pueden ser muy difíciles y caros de eliminar.

Falso: "El agua embotellada a menudo se anuncia como que proviene de acuíferos artesianos".

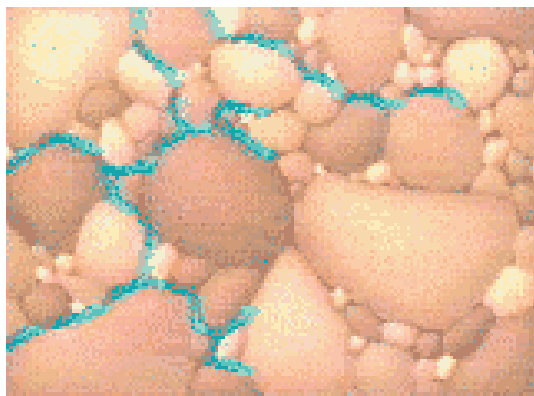
Esta agua es frecuentemente más pura porque los estratos confinantes impiden el movimiento de la contaminación. Sin embargo, no existe garantía de que las aguas artesianas sean más puras que el agua subterránea de un acuífero no confinado.

Aunque los acuíferos se pueden considerar simplemente como confinados o no confinados para propósitos educativos, en la naturaleza, la mayoría del agua subterránea del mundo ocurre en sistemas hidrogeológicos mucho más complejos, que pueden impactar radicalmente el movimiento del agua subterránea. Estos sistemas pueden contener múltiples acuíferos confinados y no confinados superpuestos, parcialmente permeables o estratos confinantes lateralmente incompletos, niveles freáticos colgados, lagos y riachuelos que se intersectan, intrusiones de roca como domos graníticos, fallas, etc. Entender estas complejidades es crítico para diseñar suministros adecuados de agua para beber y elegir remedios adecuados para limpiar la contaminación.

Movimiento del agua subterránea

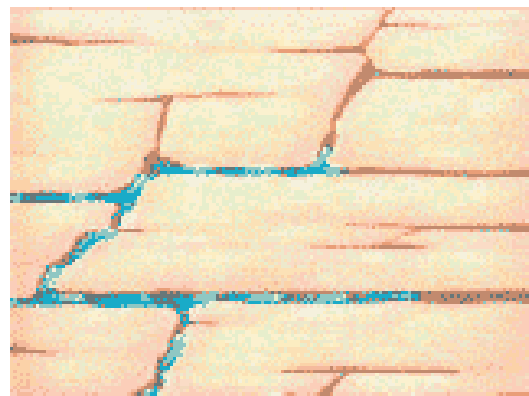
Es un error común pensar que el agua subterránea se encuentra en ríos subterráneos, como los que se forman en cavernas de piedra caliza. De hecho, el agua subterránea es más bien como el agua que hay en una esponja; se encuentra contenida dentro de los pequeñísimos **poros** del material del acuífero que la rodea. Sin embargo, al igual que el flujo de agua en un río, el flujo del agua subterránea está sujeto a la gravedad y está casi siempre en movimiento, fluyendo de áreas de mayor elevación a áreas de menor elevación. (En el caso del agua subterránea en acuíferos confinados, es la presión más que la gravedad, la que hace que el agua se mueva. En este caso, el agua fluye de áreas de alta presión a áreas de baja presión). Tal como sucede cuando una esponja empapada de agua se inclina, la gravedad fuerza al agua a fluir de un espacio de poro o fractura a otro.

Entre más empinado está el gradiente o la ladera, más rápido correrá el agua. Es importante tomar en cuenta que la tasa de flujo de agua, especialmente en sistemas confinados, es muy lenta comparada con el flujo del agua de la superficie. Esta tasa tiene típicamente un margen de varias pulgadas a varios pies por año. Para que el agua se mueva libremente a través de una roca, los poros y/o fracturas tienen que estar lo suficientemente grandes y conectados para que la fricción del agua que se mueve más allá de las partículas de roca no impida el flujo. El grado de **porosidad** y **permeabilidad** de los acuíferos es clave para el movimiento del agua subterránea por ellos.



El agua se puede mover entre partículas pequeñas de depósitos no consolidados, como grava y arena. En general, este tipo de material tiene una alta porosidad. El agua entra a los poros de la grava. El agua puede fluir en muchas direcciones diferentes por la grava. El agua encuentra poros abiertos y los llena. El agua llena casi todos, pero no todos, los poros de la grava.

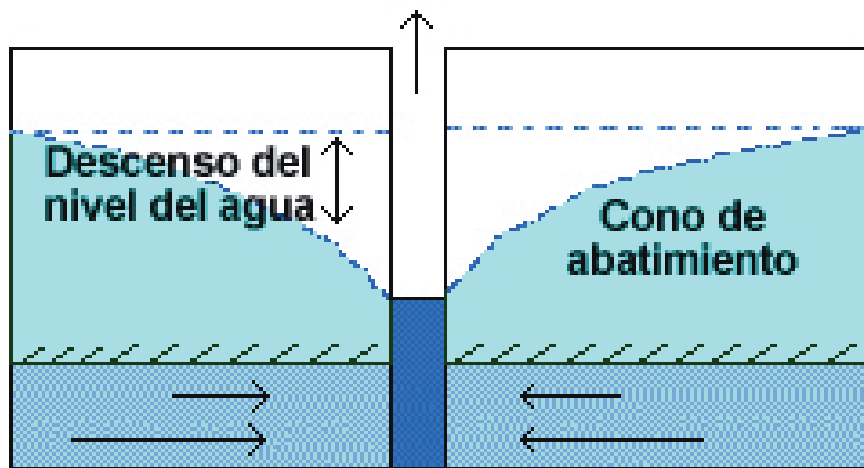
Aunque la piedra caliza es menos porosa que la grava, el agua se mueve más fácilmente por los canales que hay en los puntos débiles de la piedra caliza. El agua entra en los canales de la piedra caliza. El agua puede fluir en muchas direcciones diferentes por la piedra caliza. El agua se puede mover más rápidamente por los canales más grandes de la piedra caliza que por los poros de la roca no consolidada.



El agua subterránea en pozos

El agua subterránea se extrae de los pozos para proveer agua para todo, desde agua para beber en casas y negocios, hasta agua para irrigar los campos y agua para procesos industriales. Cuando el agua se bombea de debajo del suelo hacia la superficie, la dinámica del flujo del agua subterránea cambia en reacción a esta extracción.

Cuando se instala un pozo en un acuífero no confinado, el agua se mueve del acuífero al pozo a través de pequeños hoyos o rendijas en la revestadura del pozo o, en algunos tipos de pozo, a través del fondo abierto del pozo mismo. El nivel del agua en el pozo es el mismo que el nivel del agua del acuífero. El agua subterránea continúa fluyendo por y alrededor del pozo en una sola dirección como resultado de la gravedad.



Cuando comienza el bombeo, el agua empieza a fluir hacia el pozo en dirección contraria a la dirección natural del movimiento del agua subterránea. Como respuesta a esto, el nivel del agua en el pozo baja más abajo del nivel freático del acuífero circundante y, en consecuencia, el agua comienza a moverse del acuífero al pozo. A medida que el bombeo continúa, el nivel del agua en el pozo también continúa elevándose hasta que la tasa de flujo hacia el pozo es equivalente a la tasa de extracción del bombeo. El movimiento del agua de un acuífero hacia un pozo

da como resultado la formación de un **cono de abatimiento**. El cono de abatimiento describe un cono tridimensional invertido que circunda al pozo y representa el volumen de agua extraída por el bombeo. **El descenso del nivel del agua** es la caída vertical que hay en la altura entre el nivel del agua en el pozo antes del bombeo y el nivel del agua en el pozo durante el bombeo.

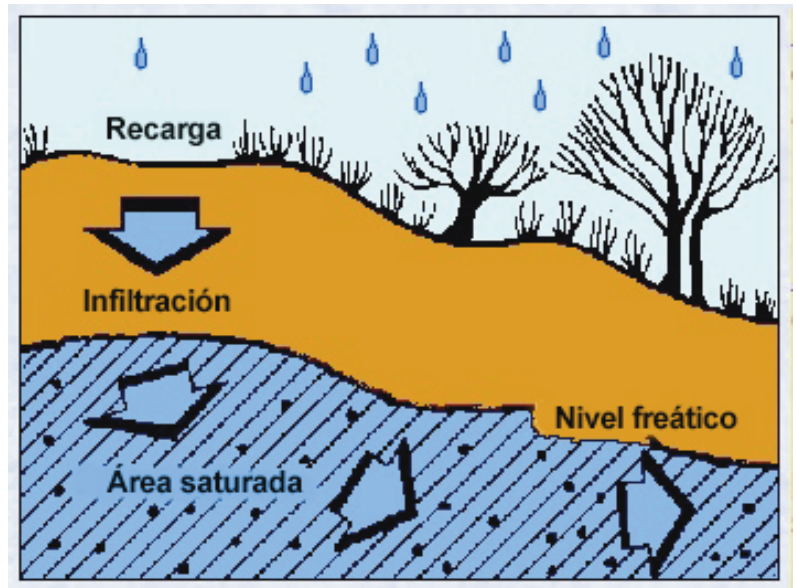
Esta información se utiliza de muchas maneras:

1. El conocimiento del descenso del nivel del agua ayuda a asegurar una provisión continua de agua; el descenso del nivel de agua que alcanza el fondo de un acuífero podría dar como resultado un "pozo seco".
2. El conocimiento de la extensión lateral, es decir, de los lados del cono de abatimiento, ayuda a identificar el área de terreno superpuesto para el manejo de protección de aguas subterráneas. Por ejemplo, un derrame que ocurre en esta área podría filtrarse hacia el agua subterránea y ser "atraído" al bombear el pozo.
3. El bombeo puede ocasionar un cambio en la fuente de agua subterránea. Por ejemplo, el agua que alguna vez se descargara a un riachuelo podría ahora ser "atraída" al pozo. La calidad del agua superficial es, generalmente, más susceptible a ser contaminada; además, los estándares de reglamento y monitoreo para el agua de beber que se origina en cuerpos de agua superficiales son a menudo diferentes de aquellos que se usan para el agua que se origina de fuentes subterráneas.

¿Cómo se recargan los acuíferos?

La **recarga** es el proceso por medio del cual se vuelven a llenar con agua de la superficie los acuíferos. Este proceso ocurre naturalmente por la infiltración, como parte del ciclo hidrológico, cuando la lluvia infiltra la superficie de la tierra y como filtración de agua en los acuíferos superpuestos. Numerosos factores influyen en la tasa de recarga, incluyendo las características físicas del suelo, la cubierta de plantas, la ladera, el contenido de materiales en la superficie, la intensidad de la lluvia y la presencia y profundidad de los estratos confinantes y acuíferos.

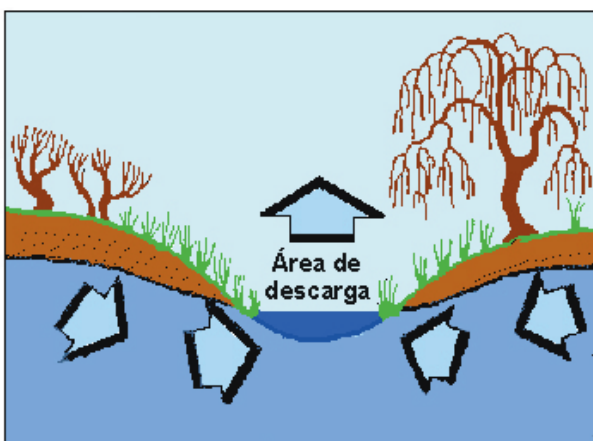
Los cuerpos de **agua superficial** también pueden recargar el agua subterránea. Esto ocurre más a menudo en áreas áridas. Los lagos y cauces secos de riachuelos se pueden llenar con agua durante las lluvias fuertes. Si el nivel freático está bajo en los acuíferos superpuestos, el agua se puede filtrar de los lados de estos cuerpos de agua hacia el agua subterránea.



En algunos lugares se utilizan recargas artificiales para volver a llenar los acuíferos. Esto se hace por bombeo o inyección de agua a los pozos para rellenar directamente el acuífero, o esparciendo el agua sobre la superficie terrestre donde se puede filtrar hacia el subsuelo. La recarga artificial se hace para volver a llenar el abastecimiento de agua subterránea cuando llueve fuerte, sobre todo para conservar agua que puede ser utilizada después o, en el caso de los pozos de inyección, para diluir o controlar el flujo de agua subterránea contaminada.

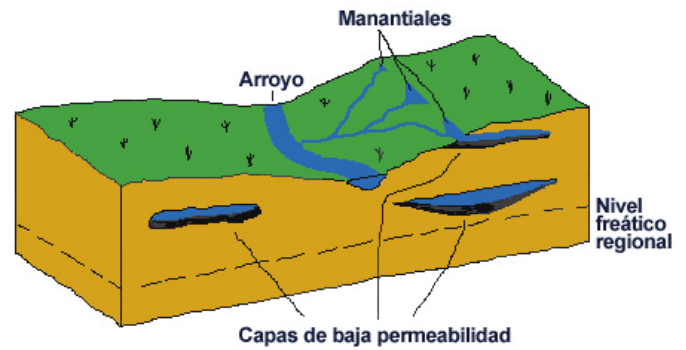
¿Adónde va el agua de los acuíferos?

La gravedad es la fuerza motriz dominante en el movimiento del agua en los acuíferos no confinados. Como tal, y bajo condiciones naturales, el agua subterránea se mueve "por abajo" hasta que llega a la superficie de la tierra por un manantial u ojo de agua, o por una filtración en el lado o fondo del cauce de un río, lago, humedal u otro cuerpo de agua superficial. El agua subterránea también puede salir del acuífero al bombear un **pozo**. El proceso del agua subterránea que fluye a un cuerpo de agua superficial o deja el acuífero mediante bombeo se llama **descarga**.



Muchos ríos, lagos y humedales dependen de manera importante de las descargas de agua subterránea como fuente de agua. Durante épocas de baja precipitación, estos cuerpos de agua no tendrían nada de agua si no fuera por las descargas de agua subterránea. Es importante tomar en cuenta que debido a las descargas, los contaminantes del agua subterránea pueden fluir a los cuerpos de agua superficial. Este proceso puede hacer muy compleja la eliminación de la contaminación.

La descarga de los acuíferos confinados ocurre de manera muy similar, excepto que es la presión, en vez de la gravedad, la fuerza motriz que mueve el agua subterránea hacia la superficie. Cuando la intersección entre el acuífero y la superficie terrestre es natural, el sendero se llama manantial. Si la descarga ocurre por un pozo, el pozo es un pozo artesiano fluyente.



Nivel del agua en los acuíferos

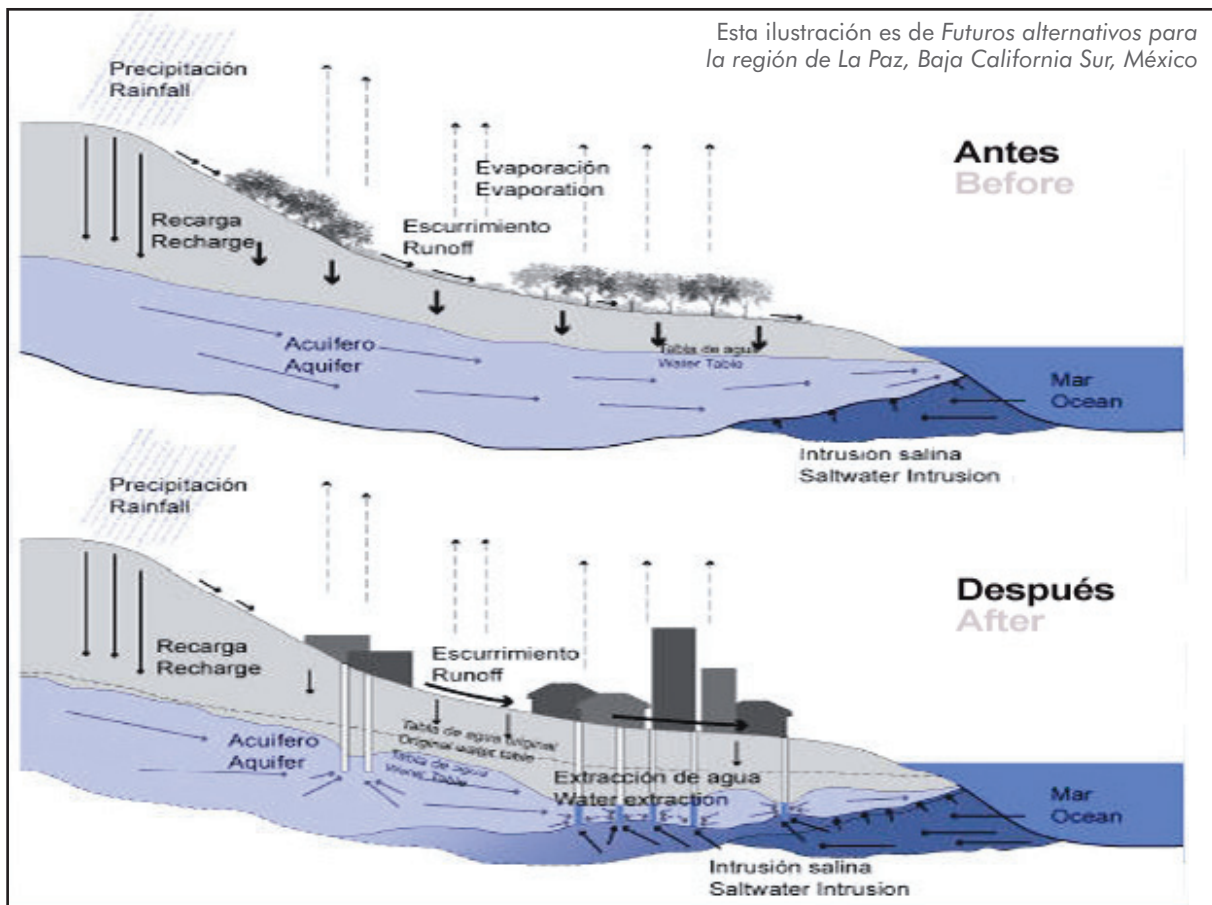


Para comprender cómo aumenta o disminuye la cantidad de agua en un acuífero, podemos imaginarnos al acuífero como una gran tina de baño. En nuestra tina hay una llave que se puede abrir para agregar agua a la tina, y hay un hoyo por el cual drena el agua. Digamos que nuestra tina está llena a la mitad y entonces abrimos el grifo del agua. ¿Qué pasa con el nivel del agua? Sube, por supuesto.

Ahora hagamos este ejemplo un poco más complicado. Digamos que destapamos el hoyo de drenaje y el agua se va por ahí. ¿Qué va a suceder con el nivel del agua en nuestra tina? De nuevo, es fácil entender que si el agua fluye a nuestra tina más rápido de lo que drena, el nivel del agua va a subir. Si la tasa de agua que fluye hacia adentro y hacia fuera de la tina es igual, el nivel del agua va a permanecer constante. Y si el agua drena hacia afuera más rápido de lo que se agrega, el nivel del agua va a bajar.

Se extrae demasiada agua

Cuando la extracción de agua subterránea excede la tasa de recarga durante un periodo de tiempo, el acuífero está **sobreexplotado**. Hay dos efectos posibles de esta sobreexplotación de agua de un acuífero.



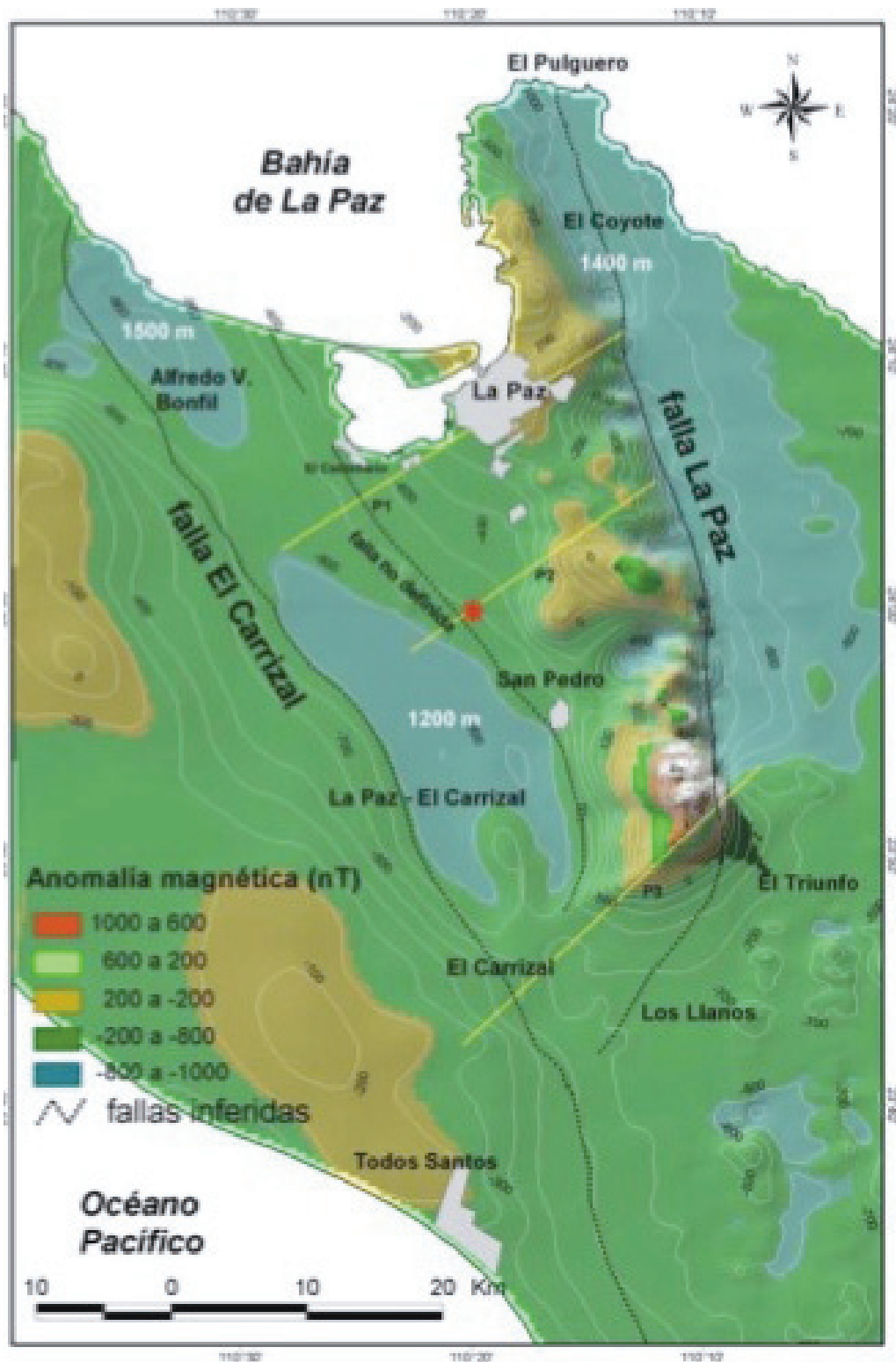
Primero, cuando la cantidad de agua dulce se bombea hacia fuera de un acuífero en el área costera, no se puede remplazar tan rápido como se extrae y, por consiguiente, el agua salada migra hacia el punto de extracción. Este movimiento del agua salada a zonas previamente ocupadas por agua dulce se llama intrusión salina o marina. La **intrusión salina** también puede ocurrir en áreas tierra adentro donde el agua salobre se encuentra por debajo del agua dulce.

Segundo, en algunas áreas, la sobreexplotación del acuífero puede hacer que el suelo se hunda porque la presión del agua subterránea ayuda a soportar el peso de la tierra. Esto se llama **hundimiento**. Los sumideros son un ejemplo de este efecto.

Capítulo 4: Actividad 3 - El acuífero de La Paz

Antecedentes

El Valle de La Paz está alojado en una fosa tectónica que va de norte a sur desde el Golfo de California hasta cerca del Océano Pacífico. Una fosa tectónica o graben es una larga depresión normalmente limitada en ambos lados por fallas paralelas, entre las cuales el terreno se ha hundido por efecto de fuerzas internas. El Valle de La Paz-El Carrizal se encuentra en una depresión como ésta.

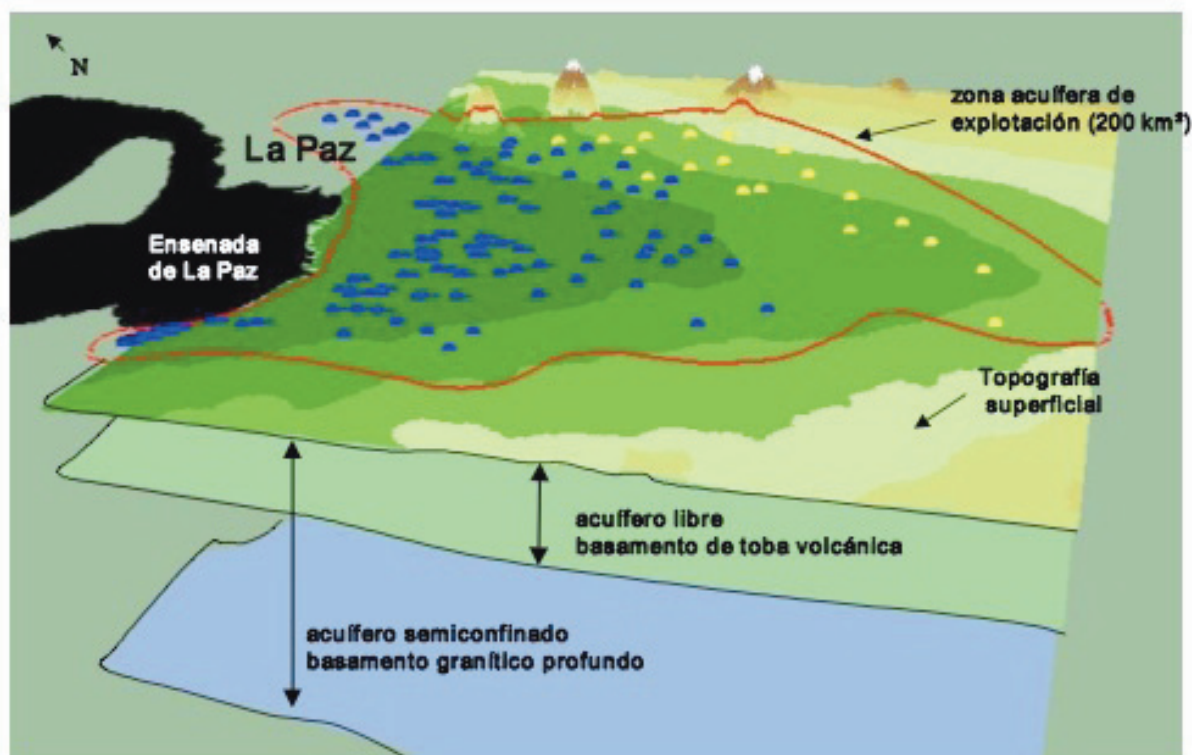


La cuenca de El Carrizal, que se encuentra al suroeste, y la cuenca de La Paz drenan en direcciones opuestas en la superficie, pero en el subsuelo pueden tener comunicación.

Los acuíferos se forman dentro de las cuencas, por lo que si existe comunicación subterránea entre cuencas, también entre acuíferos. Se puede decir que de los varios acuíferos del Sur del estado, el acuífero de La Paz es el que más se ha estudiado.

El acuífero de La Paz es un acuífero libre o no confinado, con un espesor máximo de 400 m. Presenta características de buena porosidad y permeabilidad por el tipo de material, que es de origen aluvial, compuesto por sedimentos que acarrean las aguas superficiales desde las partes altas de la cuenca y que incluyen arenas finas a gruesas, gravas, guijarros y cantos rodados, así como materiales volcánicos. Este acuífero tiene como base una capa volcánica poco permeable.

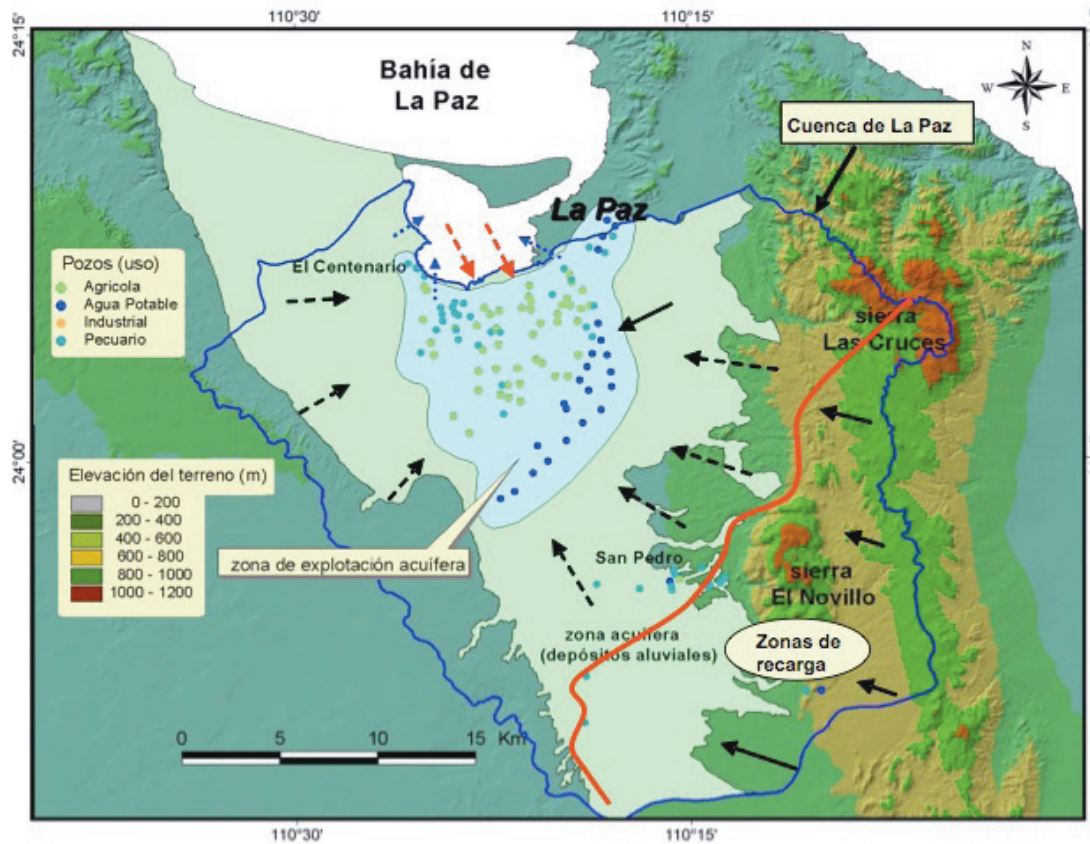
Bajo este acuífero existe otro acuífero semi-confinado con un basamento granítico, que está formado por material de origen volcánico pero con características permeables, que le permiten almacenar agua.



El estado actual del acuífero de La Paz

Mire el mapa de abajo y reflexione sobre las siguientes preguntas relacionadas con la cuenca y el acuífero de La Paz:

Modelo de zonas de recarga y flujo subterráneo en la cuenca de La Paz



— ¿Dónde se encuentra la zona de recarga del acuífero? ¿Por qué está ahí? (Para contestar esto acuérdesse de lo que aprendió en el Capítulo 3, Actividad 3 sobre los patrones de precipitación dentro de la cuenca de La Paz).

— ¿Dónde se encuentra la zona de extracción del acuífero? ¿Por qué está ahí?

Al estudiar el modelo del mapa de arriba podemos ver que el acuífero se recarga con agua que cae en forma de

precipitación en la parte sur de la cuenca en elevaciones que son mayores a la parte central de la cuenca. La lluvia es absorbida al suelo mediante la acción capilar y luego, debido a la fuerza de gravedad, fluye hacia abajo a las elevaciones más bajas de la cuenca y al acuífero. El agua se extrae del acuífero por medio de pozos que se encuentran en la porción central de la cuenca, donde se llevan a cabo actividades urbanas, agrícolas, pecuarias e industriales.

Recordará del Capítulo 4, Actividad 1 que el nivel del agua en un acuífero depende de cuánta agua se agrega — tasa de recarga — y cuánta agua se extrae — tasa de descarga. Para poder determinar la salud de nuestro acuífero, podemos preguntar cuánta agua fluye hacia adentro y cuánta agua fluye hacia afuera del acuífero.

Sucede que no es fácil contestar esta pregunta con precisión. CONAGUA es la autoridad federal en cuestiones de agua y ellos estudian el acuífero. También estudian el acuífero los investigadores de instituciones de investigación como CIBNOR y UABCS. A pesar de las diferencias que existen entre los estudiosos del acuífero, todos están de acuerdo en dos puntos principales:

1. El acuífero de La Paz está siendo sobreexplotado.
2. Como resultado de esto, existe intrusión salina en el acuífero cerca de la costa.

Animamos a los estudiantes y maestros a que aprendan más sobre las investigaciones que se han hecho en esta área. Aquí abajo están las páginas de Internet y las instituciones donde se puede obtener mayor información:

Comisión Nacional del Agua CONAGUA

Contacto: Norma Estrada

Chiapas No. 2535, entre Encinas y Legaspy
Col. Los Olivos
La Paz, Baja California Sur, 23040
TEL: 612 12 3 6020
www.conagua.gob.mx
www.protegeelagua.gob.mx

CIBNOR

Contacto: Dr. Enrique Troyo Diéguez

Mar Bermejo No. 195
Col. Playa Palo de Santa Rita
Apdo. Postal 128
La Paz, BCS 23090
TEL: 612 123 8484
<http://www.cibnor.mx>

COTAS La Paz-El Carrizal

Contacto: Fernando Frías

Ignacio Altamirano 2897
Col. Pueblo Nuevo
La Paz, BCS, 23060
TEL: 612 125 4387
cotaslazapaz@hotmail.com

OOMSAPAS

Contacto: Teresa Hernández

Félix Ortega No. 2330 e/ Márquez de León y Normal Urbana
Col. Centro
La Paz, BCS, 23000
TEL: 612 123 8600
<http://www.lapaz.gob.mx/sapa>

Para facilitar el entendimiento del público general sobre la situación del acuífero de La Paz, Pronatura Noroeste realizó un análisis del estado del conocimiento sobre el acuífero, el uso actual del agua disponible y la identificación de oportunidades de conservación de agua que ayudarían a revertir el estado de sobreexplotación y salinización que presenta este acuífero. Para mayores informes sobre los programas de Pronatura Noroeste, por favor visite la página <http://www.pronatura-noroeste.org>. El estudio se subirá a la red próximamente.

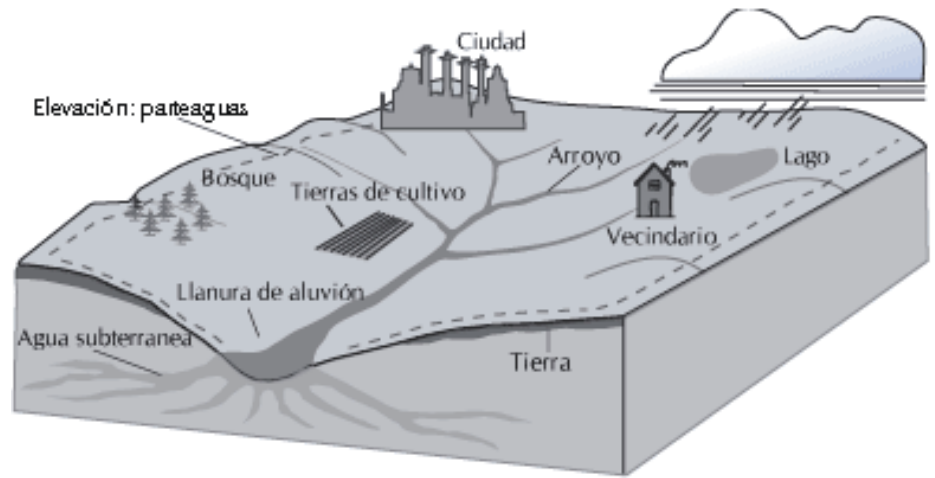
Capítulo 4:

Actividad 4 - Lo que sucede arriba del suelo afecta al acuífero

Antecedentes

Cómo se mueve el agua por la cuenca

En el Capítulo 1 aprendiste (o repasaste) el ciclo hidrológico o el movimiento del agua entre la atmósfera y la tierra y de vuelta a la atmósfera. El agua se mueve en o a través de unidades de tierra llamadas cuencas. Una cuenca es el área en la que toda el agua que cae o corre drena a una vía fluvial, es decir, un río o arroyo, y luego a un lago o al océano. También aprendiste que el agua puede infiltrar la tierra, o escurrirse por la superficie. Los patrones para el escurrimiento superficial son **dendríticos**, siendo las "ramas" los caminos del agua que bajan desde las elevaciones más altas de la cuenca y el tronco, la vía fluvial principal.



El agua baja por las laderas con este patrón, por el efecto de la fuerza de gravedad, haciendo más profundos los canales a su paso.

Baja rápidamente, tomando velocidad mientras arranca piedras y hasta grandes rocas en su carrera hacia abajo. Este proceso de desgaste de la superficie terrestre por la acción del agua (o del viento, químicos, etc.) se llama **erosión**. El tamaño y cantidad de sedimentos que lleva consigo el agua en movimiento depende de la velocidad de esa agua en movimiento. La velocidad del agua depende de tres variables:

- Profundidad del agua
- Inclinación de la ladera
- Rugosidad de la superficie

El estado de Baja California Sur es el estado de la república con mayor incidencia de ciclones tropicales; cada año, más o menos tres huracanes se acercan o tocan tierra sudcaliforniana. Estos huracanes traen unas lluvias torrenciales a la cuenca de La Paz, que tienen la capacidad de erosionar profundamente las laderas de las elevaciones más altas y llevar una gran cantidad de sedimento hacia abajo al valle relativamente plano de La Paz.

Controles dentro de la cuenca

Bajo condiciones naturales, la retroalimentación negativa dentro del ecosistema es la que controla (frena) la cantidad de erosión. Esta retroalimentación negativa es proporcionada por la vegetación natural, que ayuda a reducir el escurrimiento en la superficie y permite el aumento de la cantidad de agua que finalmente llega al acuífero. Las ramas y hojas de las plantas y las hojas y ramas secas que se juntan bajo ellas hacen que el agua baje más despacio y ayudan a esparcirla. Este proceso da más tiempo para que el agua se infiltre a las raíces y finalmente al manto freático.

Las laderas naturalmente vegetadas y con hojas y ramas secas en la superficie del suelo tienen importantes funciones, ya que:

- Previenen la erosión
- Protegen el suelo evitando que se queme con el sol y reducen la evaporación
- Proporcionan un buen hogar para los organismos que viven en el suelo
- Permiten la recarga del suministro de agua subterránea
- Proporcionan hábitat para la abundante vida silvestre nativa.

Los organismos que viven en el suelo, y que varían desde hormigas hasta hongos, aumentan la aeración y la materia orgánica, permitiendo así más infiltración de agua que las laderas que están poco vegetadas o **yermas**. Las raíces anclan el suelo y jalan agua hacia las capas más profundas.

Destrucción en la cuenca

¿Qué sucede cuando la vegetación natural—que provee la retroalimentación negativa—se reduce o se elimina? Las gotas de lluvia, al caer directamente sobre una superficie desnuda, disgregan el suelo en partículas muy pequeñas. Parte de dichas partículas tapan los poros del suelo formando una selladura superficial. El agua ya no puede infiltrar el suelo y se provoca el escurrimiento superficial con arrastre de partículas disgregadas.

Las partículas del suelo que viajan en las corrientes de agua son depositadas en lugares más bajos cuando la velocidad de escurrimiento es reducida. Esto tiene como consecuencia la deposición de partículas de suelo en lugares indeseados, tales como lagos, represas, ríos, arroyos y caminos. Esto es precisamente lo que sucede en la Cuenca de La Paz. La parte baja de la cuenca es una gran planicie que se estrecha conforme se aproxima a la costa. Por la pendiente tan baja, la velocidad de los escurrimientos disminuye significativamente, lo que ocasiona que el área de inundación sea extremadamente grande y que las partículas de arrastre se sedimenten, provocando la divagación de cauces.

Además de la creciente erosión e inundaciones, la pérdida de la vegetación natural en una cuenca hace que se destruya el hábitat para la vida silvestre nativa y que se reduzca de manera importante la recarga de agua en el acuífero.

Erosión en la parte alta de la cuenca La Paz

En la Actividad 2 aprendiste que la parte alta de la cuenca de La Paz ejerce gran influencia en la recarga del acuífero. Esta área está sujeta a la erosión hídrica por las pendientes muy pronunciadas y el tipo de suelo que es fácilmente erosionable. Además la cobertura vegetal que lo protege de manera natural está expuesta a un excesivo pastoreo de ganado caprino y bovino. Esta situación provoca que los escurrimientos tengan un elevado arrastre de sedimentos. Esto mismo ocasiona la degradación del suelo en la parte alta y el cambio de curso de las corrientes de agua abajo debido a la sedimentación de las partículas arrastradas. Además, el agua que se necesita para rellenar el acuífero se está escurriendo de la superficie hacia la ensenada de La Paz.



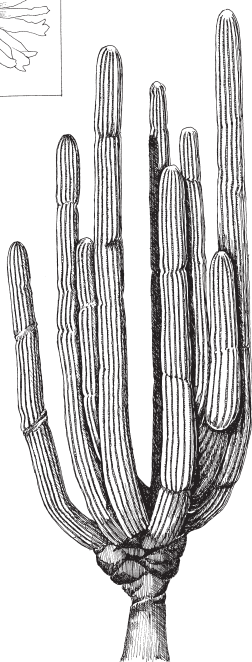
Capítulo 5: Una salida de campo en la cuenca de La Paz



Antecedentes

Ningún ambientalista puede poner en tela de juicio la importancia que tiene aprender sobre el medio ambiente natural. Sin embargo, las investigaciones recientes muestran que aprender sobre el medio ambiente natural no es suficiente para motivarnos a tomar decisiones ambientalmente responsables. Aunque la motivación para tomar decisiones ambientalmente responsables es muy compleja y no se ha podido entender en su totalidad, los investigadores concuerdan por lo menos en una cosa: *para tomar decisiones ambientalmente responsables tenemos que desarrollar una relación de solidaridad con nuestro entorno natural.*

¿Cómo creamos este tipo de relación? Por medio del contacto directo con la naturaleza. Cuando los estudiantes (y nosotros), en efecto pasan tiempo en contacto con la naturaleza, aprenden a apreciarla y comienzan a valorar y a cuidar lo que ven. Esto, a su vez, da como resultado que se tomen decisiones más solidarias respecto a los diferentes temas que afectan el medio ambiente. Por esta razón, para PROBEA es muy importante alentar a los maestros a que lleven a sus estudiantes al campo.



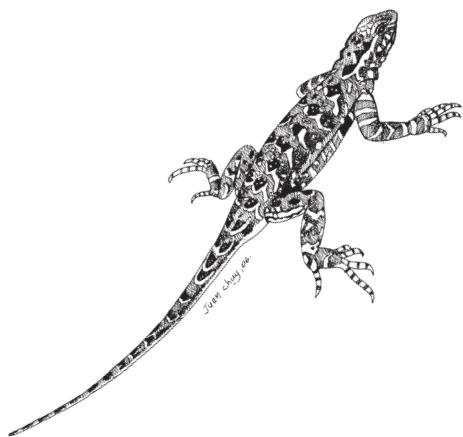
Al planear una salida de campo, una de las principales consideraciones a tomar en cuenta es el impacto mismo que pueden causar los visitantes en la zona. Por esta razón, el currículo “Conoce tu cuenca” considera los principios de “No dejar rastro”, establecidos por la Escuela Nacional de Liderazgo al Aire Libre (NOLS por sus siglas en inglés).

La Escuela Nacional de Liderazgo al Aire Libre

(El siguiente material fue tomado y adaptado de la National Outdoors Leadership School, NOLS: <http://www.nols.edu>.)

Toda experiencia de campo en educación ambiental debe contener tres componentes: actividades para antes, durante y después de la salida de campo.

Uno de las principales consideraciones a tomar en cuenta cuando se hace una salida de campo es el impacto mismo que pueden causar los visitantes en la zona. Por esta razón, el currículo “Conoce tu cuenca” considera los principios de “No Dejar Rastro”, establecidos por la Escuela Nacional de Liderazgo al Aire Libre (NOLS por sus siglas en inglés). La NOLS tiene más de 40 años de experiencia en expediciones. El fundador de esta escuela, fundada en 1965, fue Paul Petzoldt. El fundamento de su idea era realizar expediciones largas, enseñar repetidamente destrezas



y habilidades para estar en el campo, alimentar bien a los estudiantes y caminar en las montañas para hacerlos líderes expertos. Ahora NOLS es una escuela líder a nivel mundial para hacer grandes expediciones. El conjunto de habilidades que se desarrollan en el campo llevaron a diseñar un programa llamado No Dejar Rastro (NDR). NDR es un programa internacional que promueve el uso recreativo responsable de las áreas naturales protegidas, o no protegidas, mediante educación, investigación y colaboración entre instituciones relacionadas con actividades al aire libre.

Los principios de “No Dejar Rastro” nos ayudan a elevar nuestra conciencia y afinar nuestro criterio. No son leyes ni reglamentos. Son principios que ofrecen alternativas adecuadas para tomar la mejor decisión en cada situación y en cada medio ambiente para conservar las áreas naturales que visitamos. Los siete principios tienen bases ecológicas para que el usuario de áreas naturales cuente con la orientación necesaria para tomar buenas decisiones durante su visita.

La educación del visitante es vital para el manejo de las áreas silvestres y el programa de No Dejar Rastro ofrece un esquema sencillo para transmitir los principios éticos y las técnicas requeridas para reducir el impacto en las áreas naturales que visitamos.

A continuación proporcionamos un resumen de los principios básicos del programa NDR. Si usted requiere y/o gusta de mayor información, en la sección de Apéndices podrá encontrar los siete principios completos.

REGLAS DE COMPORTAMIENTO

- Utiliza la etiqueta con tu nombre y no te la quites.
- Mantente dentro del grupo todo el tiempo.
- Si se visita un sendero no te salgas de él.
- Escucha con mucha atención.
- Levanta la mano si vas a hacer una pregunta.

No Dejar Rastro: un resumen de los 7 principios

Principio 1.- Planifique y prepare su viaje con anticipación

Una preparación y planificación adecuada es la base para que la experiencia al aire libre sea segura, agradable y cause el menor impacto en el área a visitar.

Principio 2.- Viaje y acampe en superficies resistentes

Hay algunas superficies que son más propensas al impacto que otras. Es preferible elegir superficies como rocas, pastizales secos, trochas (veredas o caminos abiertos en la maleza) establecidas y otras superficies durables tanto para acampar como para caminar, ya que sufren menos impacto que otras, como la arena o pastizales.

Principio 3.- Disponga de los desperdicios de la forma más adecuada

El manejo de desperdicios es uno de los principales retos para disminuir el impacto al área que se visita. Este principio ofrece pautas para el manejo tanto de desperdicios producidos por cocinar y alimentarse, como por los desechos humanos.

Principio 4.- Respete la fauna silvestre

Las áreas silvestres son hábitat de gran número de animales que forman parte integral de éste.

Disfrutemos la naturaleza sin dañarla

- Regresando todo lo que llevemos para evitar dejar basura.
- Dejando la flores y otros objetos naturales en su sitio.
- Tratando de caminar sólo por los senderos marcados para visitar el lugar.
- Observando la fauna desde lejos y en silencio para no espantarla.
- No alimentando a la fauna del lugar, ya que se acostumbra a ser alimentada y cambia su comportamiento natural.
- Escuchando los sonidos naturales, tratando de no llevar aparatos musicales.
- Respetando los objetos naturales y culturales del sitio.

Principio 5.- Minimice el impacto de fogatas

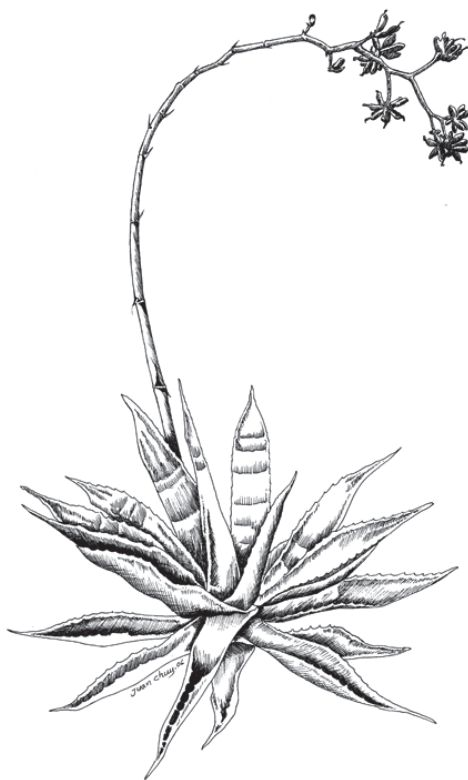
Los incendios son una de las principales amenazas para la conservación de las áreas naturales. Una fogata mal hecha puede ocasionar la destrucción de todo un ecosistema.

Principio 6.- Considere a otros visitantes

Los visitantes de áreas naturales tienen diferentes intereses. En el momento de compartir el área con otras personas es importante que piense si su comportamiento está alterando la experiencia que los otros visitantes están teniendo.

Principio 7.- Deje lo que Encuentre

En áreas naturales hasta la piedra más pequeña tiene una función y significado. Las piedras, conchas, caracoles, semillas y otras cosas que para nuestros ojos puede parecer que no tienen una función, son nutrientes o hábitat para diferentes organismos, o pueden ser reliquias históricas que merecen ser respetadas.



Capítulo 6: Hacia una solución

Actividad 1 - Exploreemos soluciones

Parte A: ¿Qué podemos aprender de las experiencias de otros?



Introducción

En los capítulos anteriores, los estudiantes aprendieron sobre su cuenca, su ecosistema, su acuífero y sobre cómo han explotado sus recursos naturales los humanos que viven en la cuenca de La Paz. También aprendieron que su acuífero está sobre explotado, es decir, que la gente de la cuenca de La Paz está utilizando más agua de la que se repone en el acuífero. Aprendieron que una de las razones por la que sucede esto es la baja tasa de infiltración de agua de lluvia al suelo en las elevaciones más altas, debido a la severa erosión. Debido también al déficit de agua y a la proximidad del acuífero a la costa, está ocurriendo intrusión salina.

Además, existen otros factores que contribuyen a la escasez de agua en la región de La Paz. En esta actividad vamos a conocer primero las experiencias de otras personas que han explotado el agua en el desierto y después, unos datos interesantes. Finalmente, vamos a considerar estos otros factores y las posibles soluciones que existen para enfrentar estos retos.

Antecedentes

¿Qué podemos aprender de las experiencias de otros?



Hace años hubo un enfoque llamado “reverdecimiento del desierto”, utilizado en los desarrollos agrícolas del Golfo de California, especialmente en Sonora y Sinaloa, durante el periodo entre las décadas de los cincuenta y los sesenta del siglo pasado. En esa época se construyeron presas en los ríos y la lluvia que fluía de lo alto de las montañas dejó de fluir hacia el Golfo de California; además se perforaron pozos en todas las cuencas del desierto. Año tras año, se extrajo de los acuíferos más agua de la que se reponía; los acuíferos entraron en un estado de sobreexplotación. Si bien los resultados inmediatos sí mostraron que el desierto se podía reverdecer, los resultados a largo plazo fueron devastadores. El agua salada se filtró a los acuíferos costeros, envenenando los pozos, y miles de hectáreas tuvieron que cerrarse a la agricultura, dejando atrás páramos estériles de tierra salada. Los humedales y las lagunas costeras, que proporcionan terrenos críticos para la crianza de peces y otros organismos, fueron degradados y, a medida que el bombeo llegaba más al fondo de los desgastados acuíferos, comenzó a aparecer arsénico en el agua, creando un peligro para la salud.

Hoy en día (2010), los desarrolladores dicen que el acuífero se está utilizando de manera sustentable, pero no muestran los datos para comprobar tal hecho.

Hechos interesantes

De acuerdo a un artículo en la revista *Biodiversity* titulado “Uso del agua, salud del ecosistema y futuros viables para Baja California” escrito por el Dr. Exequiel Ezcurra, convertir el uso del agua en productos agrícolas y servicios turísticos es muy caro. La tabla que se muestra aquí abajo representa el gasto en términos de agua y electricidad consumidas, con la huella ecológica resultante.

	Agua consumida	Descripción del agua consumida	Electricidad consumida
1 kilo de maíz	2.5 m ³	Suficiente para cubrir las necesidades de una familia durante una semana	1.5 kilowatt-horas
1 kilo de res	20 m ³	Suficiente para una pequeña alberca	20 kilowatt-horas
Campo de golf de 15 hectáreas	850/m ³ /día	Suficiente para 3,000-5,000 personas/día	33-66 kilowatt-horas diarios

Como sabemos, el combustible fósil se quema para producir electricidad, liberando gases con efecto de invernadero que contribuyen al calentamiento global. Irrigar una hectárea de canchas de golf o de prados en los hoteles, contribuye de dos a cuatro toneladas métricas de gases con efecto de invernadero a la atmósfera. Más de 50 calorías de energía fósil se utilizan para producir cada caloría en la carne de res.



Capítulo 6:

Actividad 1- Exploremos soluciones

Parte B: Escasez de agua en la cuenca de La Paz

Antecedentes



Otros aspectos del reto que significa la escasez de agua en la región de La Paz

- El mayor reto de La Paz desde su fundación ha sido la provisión de agua en suficiente cantidad y calidad para sus residentes. La ciudad depende actualmente de un solo acuífero de donde se extraen anualmente, de 23 pozos profundos, más de 30 millones de metros cúbicos. Este volumen de agua es compartido por la agricultura y los usos urbanos.

En 2010 la red de agua potable alcanzó al 98% de la población, mientras que el 2% restante se surtió por medio de camiones- cisterna o “pipas” dos veces por semana. Sin embargo, sólo el 60% de los usuarios tiene servicio de agua las 24 horas del día, el restante 40% la recibe cada 12 horas o menos.

El mejoramiento de esta situación va a ser difícil de llevar a cabo para una instancia administrativa que, como el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de La Paz (OOMSAPAS), tiene exceso de personal e insuficientes recursos económicos. OOMSAPAS se ocupa principalmente de reparar infraestructura anticuada y de seguir el ritmo de crecimiento de la demanda. Cada mes, en el sistema se detectan aproximadamente 1,400 fugas significativas de agua.

OOMSAPAS dice que 80,000 hogares usuarios cuentan con medidor. La solvencia de OOMSAPAS depende del pago efectivo en las cuentas de agua; no obstante, únicamente se ingresan pagos por las dos terceras partes del agua que se surte.

OOMSAPAS confirma que el pago mensual de electricidad es aproximadamente de 3.5 millones de pesos. La mayor parte de ese pago se debe a la operación propia de la infraestructura, tal como los equipos de extracción en pozos, que consumen muchísima electricidad dado que las perforaciones de OOMSAPAS van de los 80 a los 200 metros de profundidad.

(El texto de arriba fue tomado de “Futuros alternativos para la región de La Paz, Baja California Sur, México” editado por la Fundación Internacional de la Comunidad y modificado con datos actuales de OOMSAPAS.)

- Nuevos desarrollos se construyen sin tomar en cuenta cómo afectan el suministro total de agua o la sostenibilidad del acuífero.
- Se provee agua a algunos desarrollos, mientras que las colonias populares carecen de ella.
- En las nuevas zonas urbanas, que anteriormente eran agrícolas, la construcción de viviendas ha abarcado gran parte de la superficie expuesta a inundación con muy pocas obras de protección y encauzamiento, poniendo en grave riesgo a la población.

- En las zonas de nuevo desarrollo las zonas verdes son mínimas y no se ha planeado ni proyectado un drenaje urbano adecuado.
- Las partículas de arrastre se sedimentan provocando la divagación de cauces en la planicie.
- Se estima que de un 35 a 40 por ciento del volumen de extracción de agua de los pozos se pierde en fugas por la mala condición de la infraestructura anticuada.
- La planta de tratamiento de aguas residuales opera sólo a un 80%.
- No existe un control en la extracción de agua en los pozos de uso agrícola.
- Hay una falta de información en la población general acerca de la situación de la escasez de agua. Por esta razón, la gente desperdicia el agua y no cumple con el pago de su recibo.

Capítulo 6:

Actividad 1- Exploremos soluciones

Parte C: En camino a la solución

Antecedentes

Recomendaciones de los investigadores de la región de La Paz

(El siguiente texto está tomado de "Panorama de la problemática del agua en la ciudad de La Paz B.C.S." por Arturo Cruz Falcón (Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica CIBNOR), Enrique Troyo Diéguez (Programa de Agricultura en Zonas Áridas, CIBNOR), Felipe Salinas González (Departamento de oceanología, CICIMAR).)

¿Qué se debe hacer para conservar el acuífero y que las generaciones futuras cuenten con el recurso del agua? Debido a la necesidad de contar con agua potable de manera sustentable y eficiente para el desarrollo de la ciudad y del estado, las autoridades deben tomar cartas en el asunto. Si no se atiende el problema y no se toman las medidas necesarias para la conservación del acuífero, nos veremos forzados a presenciar una escasez notoria de agua dulce y a hacer uso apresurado de otras tecnologías, que todavía resultan costosas y traen consigo otro tipo de problemas ambientales.

Para esto, se sugiere primeramente moderar el desarrollo comercial, turístico y de nuevas unidades habitacionales en la ciudad de La Paz B.C.S., mientras no se cuente con la infraestructura y servicios adecuados, que incluyan el abastecimiento suficiente de agua para la población.

Es realmente injusto que se provea agua a algunos desarrollos, mientras que las colonias populares carezcan de ella.

Las alternativas prioritarias para el abastecimiento de agua, se resumen en los puntos siguientes:

1. Atender lo antes posible la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales y/o aumentar su capacidad. Que ésta opere, al menos a un 80%.
2. Reparar o cambiar la red de distribución de agua potable de la ciudad. Se estima que de un 35 a 40% del volumen de extracción se pierde en fugas.
3. Proveer recarga artificial al acuífero por medio de la construcción de diques o bordos para retener el agua de lluvia que escurre al mar durante la época de precipitaciones.
4. Reactivar el Plan Hidráulico estatal.





5. Fortalecer los programas de cultura del agua, e implementar un plan de manejo del agua. Para mayor información comuníquese con la Lic. Teresa Engrid Hernández Cosío, Coordinadora de Comunicación Social y Cultura del Agua al (612) 128.93.38

6. Moderar el desarrollo comercial, turístico y de nuevas unidades habitacionales en la ciudad de La Paz B.C.S., mientras no se cuente con la infraestructura y servicios adecuados, que incluyan el abastecimiento suficiente de agua para la población.

7. Normar que los desarrollos en general cuenten, por ley, con su propia planta de tratamiento y su propia planta desaladora. No es posible que no tengamos agua y aún así se proporcione a nuevos desarrollos, extrayéndola e impactando el acuífero.

8. Que el organismo operador de agua potable instale medidores en todas las tomas domiciliarias, y que se cobre realmente el agua que se consume, no un promedio.

9. Que exista un control en la extracción de agua en los pozos de uso agrícola, que se instalen medidores y, si no se respeta la extracción, que se aplique la ley.

10. Realizar investigación en lo que se refiere a generar lluvia artificial. Así como estudios relacionados con la intrusión marina y dinámica del acuífero.

11. Instalar y operar una planta desaladora de agua de mar.

12. La planta desaladora se coloca como una última opción, ya que hay que reconocer que las opciones anteriores son más viables de realizar, requieren de menos inversión, son más sustentables, e impactan menos al medio ambiente.

Instalar una planta desaladora... ¿la mejor opción?

La producción anual de una planta desaladora como la que opera en Cabo San Lucas (200 lts/seg) es de aproximadamente 7 Mm³ de agua dulce al año, lo que equivale a 1/5 parte de lo que se extrae en un año del acuífero de La Paz.

La instalación y operación de una planta desaladora, sin que se tomen en cuenta las otras alternativas para abastecimiento de agua (citadas anteriormente), debe ser forzosamente para evitar extraer más agua del acuífero y mantener un equilibrio hidráulico. No así, para proveer de agua a los nuevos desarrollos, ya que no tenemos suficiente para nosotros mismos. Además, una planta desaladora presenta muchos inconvenientes, tales como:

1. Deterioro al medio ambiente, sobre todo, por las aguas hipersalinas de rechazo o regreso al mar. Por lo que su ubicación debe ser muy importante.



2. Alto consumo de energía eléctrica (35 a 40% del costo de producción).
3. Altos gastos de mantenimiento. Lo que hace que el costo de producción de agua dulce sea bastante elevado.

Si se planea construir una planta desaladora en la zona de Punta Prieta donde se encuentra la planta termoeléctrica para generación de electricidad, hay que estar conscientes de que es un lugar inadecuado ecológicamente hablando, ya que la dinámica de las corrientes producida principalmente por las mareas, y la poca profundidad de esta zona, serán insuficientes para diluir las altas concentraciones de sales del agua de rechazo, por lo que se afectará directamente al medio ambiente marino. Por tanto, una planta desaladora ayuda, pero no es la mejor opción para solucionar el problema de la escasez de agua en la ciudad de La Paz.

Más recomendaciones de los investigadores de la región de La Paz

(El siguiente texto está tomado de HIDRO II Project: Obras de recuperación y conservación de la cuenca y el acuífero La Paz, BCS por el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero La Paz – Carrizal, AC. Septiembre 2008.)

Planteamiento del estudio

Los ingenieros pioneros en la restauración de montañas, resumían sus experiencias con la siguiente frase: **“No se puede corregir un torrente, si previamente no se ha restaurado su cuenca alimentadora”**. La ordenación y manejo de cuencas significa la decisión política de actuar decididamente con una fuerte coordinación interinstitucional en todo el sistema-cuenca, aguas arriba y aguas abajo, para promover la aplicación de políticas de desarrollo sostenible, privilegiando el valor estratégico del recurso hídrico, insertada en políticas de desarrollo regional, con enfoques de cogestión y autogestión y en función de las potencialidades y limitaciones del ecosistema.

Las cuestiones fundamentales de la ordenación y la rehabilitación pueden manejarse y lograrse más fácilmente en pequeñas cuencas unitarias, lo que facilita la integración de los resultados en el mosaico de una cuenca fluvial.

En el presente estudio, se hace un planteamiento general sobre la proyección de obras hidráulicas que restablezcan en gran medida las condiciones originales de la cuenca, disminuyendo el arrastre de sedimentos de la parte alta hacia la planicie aledaña a la desembocadura y propiciando una mayor recarga del acuífero La Paz.

La restauración de la cuenca se puede dividir en tres etapas:

- Construcción de obras de conservación de suelos,
- Construcción de obras de regulación y control de las corrientes
- Y construcción de obras que propicien la infiltración del agua al acuífero.

Las obras de conservación de suelos favorecen la recuperación de la vegetación nativa o adaptada al lugar, tales como zanjas bordo, zanjas trinchera, repesos de piedra acomodada, gavión o geocostales, terrazas individuales, todo ello asociado a la reforestación.

Las obras de regulación de las corrientes son principalmente las presas, ya sean de mampostería, concreto, tierra y enrocamiento o cualquier otro material. Las presas reguladoras, como su nombre lo indica, regulan el volumen de agua que escurre sobre una corriente, de esta manera se disminuyen los gastos pico que se presentan aguas abajo en caso de una avenida extraordinaria y disminuye el aporte de sedimentos. Las obras de infiltración de agua al acuífero pueden ser de diversos tipos, existen pozos de inyección, presas, pozos de absorción, etc., que se diseñan de acuerdo a las características físicas y económicas de la zona.

Beneficios

Para el desarrollo económico de la entidad, el factor más importante es el agua, por lo que en la planificación gubernamental conjuntamente con la participación ciudadana, se tiene como uno de sus principales objetivos el uso sustentable de dicho recurso, por ello se debe iniciar con la planeación, seguir con la construcción de obras hidráulicas y finalizar su operación, mantenimiento y evaluación.

Con la elaboración del presente estudio se tendrán las bases necesarias para la gestión de recursos en cuanto a la elaboración de los proyectos ejecutivos de la construcción de obras de control de avenidas extraordinarias y de infiltración de agua al acuífero La Paz.

Enseguida pasaremos a las Actividades 1, 2 y 3 de este capítulo, que culminarán con las exposiciones de los estudiantes.

Las exposiciones deberán incluir lo siguiente:

- a. Una descripción del problema, incluyendo una explicación de lo que son una cuenca y un acuífero.
- b. Recomendaciones para resolver el problema.
- c. Un cronograma del plan. Éste es un proyecto a cinco años. ¿Qué va a pasar el primer año, el segundo y así sucesivamente?
- d. Una justificación para cada recomendación. ¿Cómo va a ayudar? ¿Por qué se recomienda para el año en que se va a implementar?
- e. Un *Mapa del Ecosistema Nivel 2* que describa la situación presente, y otro que represente los resultados anticipados de su plan.
- f. Un método visual para presentar su información.
- g. Una tabla de “Análisis de circuitos de retroalimentación en el ecosistema” utilizando un machote como el que se muestra aquí abajo:

Título del proyecto: _____

	Sistema ecológico		Sistema económico de La Paz	
Entrada	Resultado	Consecuencias	Resultado	Consecuencias

Capítulo 7: Nuestro reto, nuestra oportunidad

Actividad 1 - Cómo realizar una auditoría del uso del agua en el hogar

Antecedentes

(El siguiente texto se basa en un documento producido por el Maryland Department of the Environment Water Supply Program: <http://www.mde.state.md.us/assets/document/ResAudit.pdf>.)

Cómo conducir una auditoría del uso del agua en el hogar



Una auditoría del uso del agua en el hogar es una evaluación de cuánta agua se puede ahorrar en la casa. Llevar a cabo una auditoría del uso del agua en el hogar implica calcular el uso de agua e identificar maneras sencillas de ahorrar agua en el hogar.

Llevar a cabo una auditoría del uso del agua en el hogar nos hace conscientes de cómo utilizamos nuestra agua y nos ayuda a identificar maneras en que se puede minimizar el uso del agua implementando ciertas medidas de conservación. Es posible recortar el consumo de agua hasta 30% cuando se implementan sencillas medidas de conservación sin necesidad de modificar drásticamente nuestro estilo de vida.



¿Cómo podemos conservar agua?

Se pierde mucha agua por las llaves y tuberías de baños y cocinas. Esto es lo que hay que hacer:

Tuberías

Una tubería que tienen fugas es generalmente bastante obvia. Inspeccione visualmente todas las tuberías de su casa y busque indicios de marcas de agua en las paredes y techos.

Inodoros

Los inodoros que tienen fugas son comunes y pueden ser una gran fuente de pérdida de agua. Un inodoro puede desperdiciar desde unos pocos hasta 380 litros por día. ¡Esto es más de 138,000 litros por año! A continuación Presentamos algunos indicios que le indican la probabilidad de que su inodoro tiene una fuga:

- Si tiene que menear la manija para que deje de correr el agua del inodoro;

- Si regularmente escucha sonidos de un inodoro que no se está usando;
- Si un inodoro descarga agua periódicamente (como si se le hubiera jalado a la manija) durante 15 segundos o más sin que nadie haya tocado la manija.



Aun si su inodoro no muestra ninguno de los indicios arriba mencionados, podría tener una fuga. Estas fugas de agua silenciosas pueden pasar sin detectarse largos periodos de tiempo, desperdiciando potencialmente miles de litros de agua.

Para rectificar que no haya fugas silenciosas en su inodoro, haga lo siguiente:

- Quite la cubierta del tanque del inodoro y colóquela a un lado;
- Retire todo producto para limpiar el tanque del inodoro y jale la manija para que el agua del inodoro y en el tanque mismo se vean transparentes;
- Agregue un tinte al tanque (Se pueden utilizar capsulas o tabletas de la ferretería para teñir, pero el colorante de alimentos y los polvos para hacer agua de sabor también funcionan bien). Utilice suficiente tinte para que el agua adquiera un tono oscuro.
- Espere 30 minutos (No utilice el inodoro durante este tiempo);
- Si después de 30 minutos el agua del inodoro contiene tinte, entonces es que el inodoro tiene una fuga. (Un inodoro que funciona bien almacena el agua en el tanque indefinidamente sin que nada de agua se descargue a la taza).

Hay dos razones posibles por las que hay fugas en un inodoro: la válvula de descarga y la válvula de ingreso. Para determinar cuál es la válvula responsable de la fuga, marque con un lápiz una línea en la parte interior del tanque a la altura de la línea de agua. Cierre el suministro de agua al inodoro (con la llave que se encuentra detrás del mismo) y espere de 20 a 30 minutos. Si el nivel del agua permanece igual, quiere decir que la fuga está ocurriendo en la válvula de ingreso (la unidad que se encuentra en el lado izquierdo del tanque). Si el nivel del agua baja por debajo de la línea que marcó, quiere decir que la válvula de descarga (la unidad que se encuentra en el centro del tanque) es la que tiene la fuga.



La mayoría de las personas son capaces de hacer sus propias reparaciones al inodoro. Visite su ferretería o centro de mejoras al hogar, compre las partes, cierre el suministro de agua al inodoro y siga las instrucciones. Con un poco de esfuerzo podrá conservar muchos litros de agua y, al mismo tiempo, reducir su recibo de gasto de agua.



Llaves del agua

Es fácil identificar una llave de agua que tiene una fuga pero, ¿tiene Ud. idea cuánta agua se desperdicia con lo que aparentemente es una fuga o goteo insignificante? Para saber, cuente el número de gotas por minuto. Puede utilizar la siguiente tabla para estimar la cantidad del agua que se desperdicia:

Pérdida estimada de agua por goteo

Gotas por minuto	Agua desperdiciada por mes	Agua desperdiciada por año
10	164 litros	2,000 litros
30	494 litros	6,000 litros
60	985 litros	12,000 litros
120	1,970 litros	24,000 litros
300	4,925 litros	60,000 litros

Las fugas generalmente se pueden eliminar cambiando los empaques gastados, y/o apretando o volviendo a instalar las llaves del agua. Los empaques nuevos o los estuches para reparar las llaves que no tienen empaques se venden en las ferreterías o en centros de mejoras para el hogar.

Modernizar/remplazar llaves del agua y aparatos electrodomésticos

Una vez que se hayan reparado las fugas de agua en el hogar, el siguiente paso es evaluar la eficiencia de sus llaves de agua y aparatos electrodomésticos actuales. A menudo una sencilla modernización de dichos aparatos puede conservar mucha agua.

Inodoros

La mejor manera de mejorar la eficiencia del inodoro es sustituyendo el inodoro viejo e ineficiente por uno nuevo. Sin embargo, también se puede reducir el uso de agua en inodoros viejos fácilmente y sin gastar mucho dinero, simplemente instalando un dispositivo de desplazamiento. Estos dispositivos funcionan desplazando el agua del tanque reduciendo así el agua que se utiliza por carga. Las ferreterías venden bolsas de plástico o goma que se pueden llenar con agua y colgarse de uno de los lados del tanque, o se pueden colocar unas piedras en un recipiente de leche vacío de medio galón o dos litros, u otro recipiente, y llenarlo con agua.

Los diques para el inodoro funcionan de manera similar, bloqueando un área del tanque del inodoro para disminuir la cantidad de agua por descarga. Otro dispositivo que puede utilizarse es un dispositivo de cierre anticipado que hace que el flotador se cierre más pronto, dejando salir una cantidad menor de agua en cada descarga. No coloque ladrillos en su inodoro ya que se pueden disolver y causar problemas futuros a la plomería.

Junta familiar

Ésta es una junta con toda la familia, de 15 a 20 minutos de duración, que deberá cubrir los siguientes puntos:

- a. Qué es un acuífero, cómo se recarga, y cuánta agua se extrae del acuífero de La Paz comparado con la tasa de recarga. En otras palabras, deberán ayudar a la familia a entender que el acuífero de La Paz está en situación de déficit.
- b. Que los investigadores han sugerido soluciones para este problema que contienen muchos aspectos. La buena noticia es que una parte de la solución es conservar agua, algo que todos los residentes de La Paz pueden hacer.
- c. Que el primer paso es estimar cuánta agua usa su familia por semana.
- d. Enseñar a su familia a utilizar el registro.
- e. Que es importante que en este momento la familia NO trate de usar más o menos agua de la que usa generalmente, ya que están midiendo sus prácticas de uso de agua tal y como son actualmente.
- f. Que la medición va a durar una semana, comenzando al día siguiente.
- g. Agradecer por adelantado a sus familias por su cooperación.

“Cómo detectar y reparar las fugas”

Hoja de información para el estudiante

Introducción

Una auditoría del uso del agua en el hogar es una evaluación de cuánta agua se puede ahorrar en la casa. Llevar a cabo una auditoría del uso del agua en el hogar implica calcular el uso de agua e identificar maneras sencillas de ahorrar agua en el hogar.

Llevar a cabo una auditoría del uso del agua en el hogar nos hace conscientes de cómo utilizamos nuestra agua y nos ayuda a identificar maneras en que se puede minimizar el uso del agua implementando ciertas medidas de conservación. Es posible recortar el consumo de agua hasta 30% cuando se implementan sencillas medidas de conservación sin necesidad de modificar drásticamente nuestro estilo de vida.

¿Cómo podemos conservar agua?

Se pierde mucha agua por las llaves y tuberías de baños y cocinas. Esto es lo que hay que hacer:

Tuberías

Una tubería que tienen fugas es generalmente bastante obvia. Inspeccione visualmente todas las tuberías de su casa y busque indicios de marcas de agua en las paredes y techos.

Inodoros

Los inodoros que tienen fugas son comunes y pueden ser una gran fuente de pérdida de agua. Un inodoro puede desperdiciar desde unos pocos hasta 380 litros por día. ¡Esto es más de 138,000 litros por año! A continuación Presentamos algunos indicios que le indican la probabilidad de que su inodoro tiene una fuga:

- Si tiene que menear la manija para que deje de correr el agua del inodoro;
- Si regularmente escucha sonidos de un inodoro que no se está usando;
- Si un inodoro descarga agua periódicamente (como si se le hubiera jalado a la manija) durante 15 segundos o más sin que nadie haya tocado la manija.

Aun si su inodoro no muestra ninguno de los indicios arriba mencionados, podría tener una fuga. Estas fugas de agua silenciosas pueden pasar sin detectarse largos periodos de tiempo, desperdiciando potencialmente miles de litros de agua.

Para rectificar que no haya fugas silenciosas en su inodoro, haga lo siguiente:

- Quite la cubierta del tanque del inodoro y colóquela a un lado;
- Retire todo producto para limpiar el tanque del inodoro y jale la manija para que el agua del inodoro y en el tanque mismo se vean transparentes;
- Agregue un tinte al tanque (Se pueden utilizar capsulas o tabletas de la ferretería para teñir, pero el colorante de alimentos y los polvos para hacer agua de sabor también funcionan bien). Utilice suficiente tinte para que el agua adquiera un tono oscuro.
- Espere 30 minutos (No utilice el inodoro durante este tiempo);
- Si después de 30 minutos el agua del inodoro contiene tinte, entonces es que el inodoro tiene una fuga. (Un inodoro que funciona bien almacena el agua en el tanque indefinidamente sin que nada de agua se descargue a la taza).

Hay dos razones posibles por las que hay fugas en un inodoro: la válvula de descarga y la válvula de ingreso. Para determinar cuál es la válvula responsable de la fuga, marque con un lápiz una línea en la parte interior

del tanque a la altura de la línea de agua. Cierre el suministro de agua al inodoro (con la llave que se encuentra detrás del mismo) y espere de 20 a 30 minutos. Si el nivel del agua permanece igual, quiere decir que la fuga está ocurriendo en la válvula de ingreso (la unidad que se encuentra en el lado izquierdo del tanque). Si el nivel del agua baja por debajo de la línea que marcó, quiere decir que la válvula de descarga (la unidad que se encuentra en el centro del tanque) es la que tiene la fuga.

La mayoría de las personas son capaces de hacer sus propias reparaciones al inodoro. Visite su ferretería o centro de mejoras al hogar, compre las partes, cierre el suministro de agua al inodoro y siga las instrucciones. Con un poco de esfuerzo podrá conservar muchos litros de agua y, al mismo tiempo, reducir su recibo de gasto de agua.

Llaves del agua

Es fácil identificar una llave de agua que tiene una fuga pero, ¿tiene Ud. idea cuánta agua se desperdicia con lo que aparentemente es una fuga o goteo insignificante? Para saber, cuente el número de gotas por minuto. Puede utilizar la siguiente tabla para estimar la cantidad del agua que se desperdicia:

Pérdida estimada de agua por goteo

Gotas por minuto	Agua desperdiciada por mes	Agua desperdiciada por año
10	164 litros	2,000 litros
30	494 litros	6,000 litros
60	985 litros	12,000 litros
120	1,970 litros	24,000 litros
300	4,925 litros	60,000 litros

Las fugas generalmente se pueden eliminar cambiando los empaques gastados, y/o apretando o volviendo a instalar las llaves del agua. Los empaques nuevos o los estuches para reparar las llaves que no tienen empaques se venden en las ferreterías o en centros de mejoras para el hogar.

Modernizar/remplazar llaves del agua y aparatos electrodomésticos

Una vez que se hayan reparado las fugas de agua en el hogar, el siguiente paso es evaluar la eficiencia de sus llaves de agua y aparatos electrodomésticos actuales. A menudo una sencilla modernización de dichos aparatos puede conservar mucha agua.

Inodoros

La mejor manera de mejorar la eficiencia del inodoro es sustituyendo el inodoro viejo e ineficiente por uno nuevo. Sin embargo, también se puede reducir el uso de agua en inodoros viejos fácilmente y sin gastar mucho dinero, simplemente instalando un dispositivo de desplazamiento. Estos dispositivos funcionan desplazando el agua del tanque reduciendo así el agua que se utiliza por carga. Las ferreterías venden bolsas de plástico o goma que se pueden llenar con agua y colgarse de uno de los lados del tanque, o se pueden colocar unas piedras en un recipiente de leche vacío de medio galón o dos litros, u otro recipiente, y llenarlo con agua.

Los diques para el inodoro funcionan de manera similar, bloqueando un área del tanque del inodoro para disminuir la cantidad de agua por descarga. Otro dispositivo que puede utilizarse es un dispositivo de cierre anticipado que hace que el flotador se cierre más pronto, dejando salir una cantidad menor de agua en cada descarga. No coloque ladrillos en su inodoro ya que se pueden disolver y causar problemas futuros a la plomería.



Maneras de ahorrar agua

- Al lavarse las manos: abra el agua y mójese las manos, cierre la llave, enjabónese, abra el agua y enjuáguese.
- Al cepillarse los dientes: moje el cepillo, cierre la llave, cepílese los dientes, abra el agua, enjuáguese la boca y enjuague el cepillo.
- En la regadera: abra el agua y mójese; cierre el agua y enjabónese; vuelva a abrir el agua y enjuáguese. Repita el procedimiento para lavarse el cabello. Si deja correr el agua, limite su regaderazo a tres minutos.
- No utilice el inodoro como bote de basura.
- Lave las frutas y verduras en la tarja o en una tinaja parcialmente llena de agua, en vez de con agua corriendo de la llave.
- Re-use el agua que utilice para lavar frutas y verduras para regar plantas o para limpiar.
- Re-use el agua para cocer pasta o verduras.
- Enjuague los platos en la tarja parcialmente llena con agua limpia, en vez de con agua corriendo de la llave.
- Coloque una cubeta en la regadera para atrapar el exceso de agua y utilizarla para regar las plantas. Se puede usar la misma técnica al lavar platos o verduras en la tarja.
- No utilice agua corriendo para descongelar carne u otros productos congelados. Descongele los alimentos durante la noche en el refrigerador o utilice la posición de descongelado en su horno de microondas.
- Aísle sus tuberías de aguas. Tendrá agua caliente más pronto y evitará desperdiciar agua esperando a que se caliente.
- Siembre plantas, cubierta vegetal, arbustos y árboles nativos y/o tolerantes a la sequía. Una vez establecidos, no necesitan agua tan frecuentemente y generalmente aguantan periodos de tiempo más largos sin necesidad de que se rieguen. Agrupe las plantas con base en necesidades similares de agua.
- No lave la cochera o banqueta con la manguera. Utilice una escoba para barrer las hojas y otros escombros que haya en estas áreas.
- Utilice una manguera con boquilla y a la que se le pueda ajustar la salida de agua a un rocío fino, de tal manera que sólo salga el agua necesaria. Cuando acabe, cierre la llave en vez de la boquilla para evitar fugas. Revise los conectores para asegurarse de que los empaques de plástico o hule estén bien colocados. Los empaques previenen fugas.
- Considere utilizar un lavado de autos que recicle el agua. Si lava su propio carro, estacionelo sobre el zacate y utilice una manguera con una boquilla de cierre automático, o mejor, utilice una cubeta.
- Para mayor información visite: www.protegeelagua.gob.mx.

Glosario

<i>Abanico aluvial</i>	Un abanico aluvial o cono de deyección es, en geomorfología, una forma del terreno o accidente geográfico formado cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida y su velocidad disminuye, extendiéndose su cauce en abanico, en general a la salida de un cañón en una llanura plana.
<i>Acuífero</i>	Formación geológica subterránea compuesta de grava, arena o piedra porosa, capaz de almacenar y rendir agua.
<i>Acuífero colgado</i>	Un acuífero en el que un cuerpo de agua subterránea está separado del agua subterránea principal por una capa impermeable (que es relativamente pequeña lateralmente) y una zona no saturada. Los acuíferos colgados son comunes en el sedimento fluvial proveniente del deshielo de glaciares, donde están presentes cristales de barro formados en pequeños estanques de glaciares. También son comunes en secuencias volcánicas deposicionales donde las capas de ceniza intemperizada de baja permeabilidad se encuentra entre basaltos de alta permeabilidad. El agua que se mueve hacia abajo por la zona no saturada es interceptada y se acumula en la superficie de los cristales antes de moverse lateralmente hacia la orilla de ellos y filtrarse hacia abajo al nivel freático o formar un manantial en el costado de una pendiente.
<i>Acuífero confinado o artesiano</i>	Un acuífero en el que el agua subterránea se encuentra contenida a presiones más altas que la presión atmosférica por estratos confinantes superiores e inferiores, que fuerzan al agua a subir en los pozos a alturas por encima del acuífero (pozos artesianos). También conocido como acuífero artesiano.
<i>Acuífero no confinado</i>	Un acuífero bajo presión atmosférica que está sólo parcialmente lleno de agua. La parte superior del área saturada se conoce como nivel o manto freático. También se conoce como acuífero freático.
<i>Acuífero subterráneo</i>	Una capa de roca o sedimento que contiene agua y tiene la capacidad de proveer cantidades utilizables de este líquido; está compuesto de materiales no consolidados como arenas y grava, o roca consolidada como arenisca y piedra caliza fracturada.
<i>Agua subterránea</i>	El agua que se encuentra dentro del suelo y de la roca en la zona saturada de un acuífero.
<i>Agua superficial</i>	Agua que se encuentra en la superficie terrestre en riachuelos, estanques, marismas, lagos u otros cuerpos de agua.

Aguas subterráneas	Toda el agua que se encuentra bajo la superficie terrestre. Incluye el agua de las zonas saturadas y no saturadas.
Área o zona de recarga	La recarga es el proceso que permite que el agua se reponga en un acuífero. Este proceso ocurre naturalmente cuando el agua de la lluvia se filtra a través del suelo o roca hacia el acuífero. La recarga artificial se logra mediante bombeo (llamado inyección) de agua a los pozos, o esparciendo agua en la superficie para que pueda filtrarse al suelo. El área de terreno donde ocurre la recarga se llama área o zona de recarga.
Avenida	Creciente impetuosa de un río o arroyo.
Bioma	Un bioma es el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica que es nombrado a partir de la vegetación y de las especies animales que predominan en él y son las adecuadas.
Capacidad de carga	El nivel de población que puede soportar un ecosistema sin sufrir un impacto negativo significativo.
Ciclónico	Perteneciente o relativo al ciclón y, en especial, a la rotación de sus vientos.
Condensación	Paso de una sustancia del estado gaseoso al líquido o sólido. Vaporización.
Cono de abatimiento	La depresión en forma de cono del nivel freático que circunda un pozo de bombeo causada por la extracción de agua; un valle en el nivel freático. Debido al bombeo, el agua subterránea cercana al pozo se desvía de la dirección natural del flujo de agua subterránea fluyendo hacia adentro del pozo.
Convectivo	Perteneciente o relativo a la convección. La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, su densidad disminuye y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.
Cuenca hidrológica	Toda el área de tierra y agua dentro de los confines de una línea divisoria de drenaje en la que todo el escurrimiento de la superficie pasa por un canal de salida identificable, tal como un riachuelo o río.
Dendrítico	Con forma de dendrita. Una dendrita es una prolongación ramificada de una célula nerviosa, mediante la que dicha célula recibe estímulos externos.

Descarga	El movimiento de agua subterránea a la superficie hacia un manantial, lago, río u otro cuerpo de agua superficial; o la pérdida de agua subterránea de un pozo de bombeo o fluyente.
Descenso del agua	La caída vertical del nivel de agua en un pozo causada por el bombeo de agua subterránea; también, la diferencia que hay entre el nivel del agua antes del bombeo y el nivel del agua durante el bombeo.
Endémico	Propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones.
Energía cinética	La energía cinética de un cuerpo es una energía que surge en el fenómeno del movimiento. Está definida como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa dada desde el reposo hasta la velocidad que posee. Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que cambie su rapidez. Para que el cuerpo regrese a su estado de reposo se requiere de un trabajo negativo de la misma magnitud que su energía cinética.
Erosión	Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.
Estrato confinante	Una capa de material geológico que impide el movimiento de agua hacia adentro y hacia afuera de un acuífero. Algunos ejemplos de estas capas son: roca ígnea no fracturada, roca metamórfica y esquisto, o sedimentos no consolidados como los diferentes barros.
Evaporación	Acción y efecto de evaporar o evaporarse.
Evapotranspiración	La pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.
Franja capilar	El área de la zona saturada justo arriba del nivel freático en la que el agua se contiene en el suelo por la tensión de la superficie.
Geomorfología	Rama de la geología y de la geografía que estudia el relieve de la Tierra.
Halófitas	Plantas que crecen en arenas saladas de desiertos o a la orilla del mar.
Intemperizado	Un material que ha sido sometido a procesos de meteorización y/o erosión, es decir, que ha sido afectado por el agua, el viento, el sol y/o el ser humano.

<i>Intrusión salina</i>	El proceso por el cual el sobrebombeo de un acuífero crea un desequilibrio en el flujo dentro de un área, que da como resultado que el agua salada invada y contamine el suministro de agua dulce.
<i>Litología</i>	Parte de la geología que trata de las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas.
<i>Manantial</i>	Un lugar donde el agua subterránea sube de manera natural a la superficie en la intersección del nivel freático y la superficie terrestre.
<i>Material no consolidado</i>	Material derivado de la desintegración y erosión de rocas consolidadas en la superficie de la tierra, así como sedimentos depositados por procesos costeros y glaciares. Los materiales no consolidados incluyen, en orden de mayor tamaño el grano, barro, cieno, arena, y grava.
<i>Menisco</i>	La curva que se forma en la superficie de los líquidos y es resultado del balance entre la fuerza de adhesión, que atrae el agua a la pared de vidrio del contenedor y la fuerza de gravedad, que atrae al líquido hacia abajo.
<i>Nivel freático</i>	La parte superior de un acuífero no confinado bajo la cual los espacios de los poros están generalmente saturados; el nivel de la zona de saturación en el que la presión es igual a la presión atmosférica.
<i>Nutriente</i>	Un producto químico procedente del exterior de la célula y que dicha célula necesita para realizar sus funciones vitales.
<i>Parteaguas</i>	La línea en un terreno desde la cual las aguas corrientes fluyen en direcciones opuestas.
<i>Permeabilidad</i>	La capacidad que tiene la roca, sedimento, o suelo poroso de transmitir agua subterránea. Es una medida de la interconectividad de los espacios de poros en un material y la relativa facilidad de fluidez de un líquido bajo presión desigual.
<i>Poros</i>	Los espacios que se encuentran entre partículas dentro del material geológico (roca o sedimento) ocupado por agua y/o aire.
<i>Porosidad</i>	La porosidad se define como la proporción que hay entre el volumen de vacíos y el volumen de material en el acuífero. Se refiere al grado de poros o cavidades que contienen aire o agua que tiene el material del acuífero. (Compárese con permeabilidad).

Pozo artesiano	Un pozo cuya fuente de agua es un acuífero confinado (artesiano). El nivel del agua en los pozos artesianos se encuentra a una altura por encima del nivel freático debido a la presión del acuífero (presión artesiana). El nivel al que se encuentra el agua es la superficie potenciométrica (o de presión) del acuífero. Si la superficie potenciométrica se encuentra por encima de la superficie terrestre, el pozo es un pozo artesiano fluyente.
Pozo freático	Un pozo en el que la fuente de agua es un acuífero freático no confinado.
Precipitación	Caída de agua sólida o líquida por la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.
Recarga	El proceso mediante el cual el agua subterránea se absorbe en la zona de saturación.
Región hidrológica	Agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares.
Roca consolidada/ lecho rocoso	Un término general para la roca sólida que se encuentra debajo de los suelos u otro material superficial; consiste en partículas minerales y/o de roca de diferentes tamaños y formas que han sido soldadas en una masa por el calor y la presión, o por una reacción química. Esta roca debe contener poros interconectados o fracturas que sirven de acuíferos.
Roca madre	Se llama roca madre a la que proporciona su matriz mineral al suelo.
Sarcocaulle	Plantas que tienen el tallo carnoso.
Sarcocrasicaule	Plantas carnosas de tallo grueso y plantas de tallo suculento y jugoso, por lo general de gran talla, con forma de candelabro.
Sobreexplotación	Extracción de agua subterránea de un acuífero a una tasa que excede la tasa de recarga de dicho acuífero. Puede llevar a un nivel freático más bajo, intrusión marina/salina y hundimientos.
Sotobosque	Parte de bosque o de monte situada por debajo del dosel vegetal principal formado por las especies arbóreas.
Subsidencia	El hundimiento o depresión de la superficie terrestre resultado de demasiada extracción de agua subterránea (o la sobreextracción de cualquier líquido que se extrae, tal como el petróleo). Los hundimientos pueden ser causados por subsidencias.
Suelo	Superficie de la Tierra.

<i>Superficie potenciométrica</i>	Los niveles de agua en pozos que penetran en un acuífero no confinado (libre) en el que hay flujo horizontal, será igual al nivel del nivel freático adyacente en la formación. Cuando se unen los niveles de los pozos se define un plano de la capa freática o una superficie potenciométrica. Esta superficie móvil no sólo describe el potencial total del agua sino que literalmente es el límite físico superior de la capa freática.
<i>Transpiración</i>	Salida de vapor de agua, que se efectúa a través de las membranas de las células superficiales de las plantas, y especialmente por los estomas.
<i>Yermo</i>	Terreno inhabitado o que no tiene cultivo ni labor.
<i>Zona no saturada</i>	La zona subsuperficial en la que el material geológico contiene tanto agua como aire en los espacios de los poros. La parte superior de la zona no saturada se encuentra típicamente en la superficie terrestre, y es conocida de otra manera como zona vadosa. (Compárese con zona saturada).
<i>Zona saturada</i>	La zona subsuperficial en la que todos los poros del acuífero están llenos de agua.