



**COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA, MINERÍA Y
AMBIENTE**

11° CICLO – AÑO 2017

BIBLIOGRAFÍA 5° PROGRAMA:

TEMAS:

- 1) El agua de lluvia**
- 2) Energía nuclear**
- 3) Minerales metalíferos**

1 - El agua de lluvia y su aprovechamiento

Introducción

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrógeno y uno de oxígeno, que unidos entre sí forman una molécula de agua (H_2O), la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno: como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, etc.; como sólidos, en témpanos y nieves; o como gas, en las nubes.

El agua es un recurso vital para la producción vegetal y animal. Los seres vivos están más adaptados a sobrevivir con escasez de alimentos que con falta de agua.

Los distintos pueblos y civilizaciones han dedicado múltiples esfuerzos a proveerse de agua en cantidad y calidad suficiente para su vida cotidiana y para sus economías. El agua potable domiciliar es una conquista reciente en muchos lugares. Hoy día nos parece un servicio irrenunciable pero, desgraciadamente, no lo es en muchos lugares del planeta. En las áreas urbanas del tercer mundo 170 millones de personas carecen de agua limpia para satisfacer sus mínimas necesidades: beber, cocinar o lavarse. En las áreas rurales de estos países, el panorama es más sombrío ya que alcanza a casi 885 millones.

Bajo la perspectiva del calentamiento global, el problema de la escasez de agua tiende a empeorar en aquellas regiones en las que ya se presenta déficit, sea por la tendencia de reducción de los niveles de precipitación o por el aumento de los niveles de evaporación y transpiración. De esta manera, el problema podría extenderse y agudizarse.

Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde hace 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando.

Ahora ante el reto que supone el aumento de la población y la escasez del suministro, tanto en las zonas urbanas como rurales, la captación de agua de lluvia y nuevos sistemas para su correcta gestión, vuelven a verse como una solución para ahorrar y aumentar las reservas de agua.

El agua de lluvia dentro del ciclo hidrológico

En meteorología, la **precipitación** es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra, granizo; pero no la virga, ni neblina, ni rocío.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) que se forman caen a la Tierra por gravedad.

En síntesis, la **precipitación** es el principal mecanismo por el que se libera agua de la atmósfera. Asume varias formas: la más frecuente en regiones de clima templado es la lluvia. Al precipitarse el agua a la superficie terrestre, las gotas pueden caer en ríos y otras corrientes: el llamado **escurrimiento superficial, flujo terrestre o escurrimiento directo**; moverse de manera lateral justo en el plano inferior a la superficie terrestre: **inferflujo**; o desplazarse verticalmente a través del suelo y convertirse en agua subterránea: **infiltración o percolación**.

Clasificación y descripción de los hidrometeoros

Según la Organización Mundial de la Meteorología, un meteoro es un fenómeno que tiene lugar en la atmósfera y que consiste en una suspensión, precipitación o deposición de partículas. Los hidrometeoros, también llamados meteoros acuosos son fenómenos formados por partículas acuosas, y pueden clasificarse según como se forman o manifiestan en la atmósfera de la siguiente manera:

<p>Formados por la modificación del vapor de agua en suspensión en la atmósfera: Son los meteoros formados por partículas muy pequeñas de agua o de hielo que se encuentran en suspensión en la atmósfera y que dificultan notablemente la visión</p>	<p>Niebla</p>	<p>Hidrometeoro formado por gotas de agua muy pequeñas, que pueden verse a simple vista, y que reducen la visibilidad horizontal por debajo de un kilómetro. Se produce principalmente en otoño e invierno y casi nunca en verano.</p> <p>La intensidad de la niebla se gradúa por la distancia de la visibilidad horizontal. Existen tres grados, es débil cuando lo que se ve está comprendido entre los 500 y los 1.000 metros; será moderada para distancias entre los 50 y los 500 metros y densa cuando la visibilidad sea inferior a los 50 metros.</p>
	<p>Neblina</p>	<p>Hidrometeoro formado por gotas de agua microscópicas que reducen la visibilidad entre 1 y 10 kilómetros con una humedad relativa superior al 80%. También es conocido con el nombre de bruma. Es un fenómeno meteorológico muy habitual en cualquier momento del año, aunque en los meses de verano se da en muy contadas ocasiones.</p>
<p>Depositados sobre objetos en la superficie terrestre: meteoros que se producen cuando el vapor de agua atmosférico se condensa sobre objetos que se encuentran en el suelo</p>	<p>Rocío</p>	<p>El depósito está formado por gotitas de agua. Se produce con humedades entre el 80 y el 100%, según temperaturas. Es típico del otoño y de la primavera, raro en el invierno, y casi no se produce en el verano. Se observa principalmente al amanecer, después de noches despejadas y de poco viento y es más frecuente en los lugares bajos y llanos que en las cumbres o en las laderas montañosas. Físicamente, este meteoro se produce cuando un objeto en la superficie terrestre se enfría por debajo de la temperatura de condensación de la capa de aire cercana a él, que por tanto no puede contener tanto vapor de agua, con lo cual se produce la condensación y la formación del rocío sobre dicho objeto. El <i>rocío blanco</i> es un depósito de gotas de rocío congeladas posteriormente.</p>
	<p>Escarcha</p>	<p>En este caso el depósito es de cristales de hielo y no de gotas de agua como en el caso anterior. La formación es idéntica a la del rocío pero con temperaturas cercanas o inferiores a los 0 grados centígrados; por tanto, lo veremos principalmente durante el invierno y momentos fríos de otoño y primavera.</p>
	<p>Helada</p>	<p>Es la congelación directa de la humedad en el suelo, formándose una capa vidriosa y muy resbaladiza. Típica de tiempo muy frío.</p>
	<p>Cencellada</p>	<p>Se produce cuando en una zona de niebla con algo de viento, las gotículas se congelan rápidamente al entrar en contacto con los objetos cercanos al suelo, principalmente sobre las superficies expuestas al viento. Si el fenómeno es duradero da la sensación de haber nevado y puede acumularse, sobre todo al lado opuesto de donde sopla el viento, formando en postes de telégrafo o teléfono auténticas "banderolas". Es típico de momentos fríos del otoño y del invierno. También se conoce con el nombre de niebla helada.</p>

<p>Partículas levantadas de la superficie terrestre por el viento: se trata de partículas de agua o hielo que debido a la acción del viento son levantadas del suelo.</p>	<p>Rociones</p>	<p>Conjunto de gotitas de agua arrancadas por el viento en la superficie de una gran extensión de agua, generalmente en las crestas de las olas, y transportadas a poca distancia en la atmósfera.</p>
	<p>Ventisca</p>	<p>Conjunto de partículas de nieve levantadas del suelo por un viento bastante fuerte y turbulento. Si la altura a la que son levantadas no es muy grande, se dice que la ventisca es baja; pero si por el contrario son elevadas a grandes alturas, nos encontraremos ante una ventisca alta.</p>
<p>Partículas que caen libremente en el seno de la atmósfera sin llegar al suelo</p>	<p>Virga</p>	<p>En ciertos momentos del año, principalmente en los meses de verano, aunque puede darse en cualquier época del año, la atmósfera que se encuentra por debajo de una masa nubosa está muy seca y cuando se inicia la caída de las gotitas nubosas desde la base de la nube empiezan a evaporarse rápidamente y no tienen tiempo de alcanzar el suelo. Es el meteoro llamado virga lo podemos observar a modo de "cortinas" que cuelgan de la base de las nubes.</p>
<p>Partículas que caen por la atmósfera y alcanzan la superficie terrestre: Es lo que habitualmente llamamos precipitación y son los meteoros formados por partículas líquidas o sólidas, según la temperatura ambiente, que caen desde las nubes y que llegan hasta el suelo con más o menos velocidad.</p>	<p>Lluvia</p>	<p>Se produce cuando la precipitación es de partículas líquidas en forma de gotas de agua con un diámetro superior a 0.5 milímetros y que caen con velocidad apreciable, o bien de gotas algo más pequeñas, pero que caen muy dispersas.</p>
	<p>Llovizna</p>	<p>Es una precipitación muy uniforme, constituida solamente por gotas de agua con un tamaño inferior a 0.5 mm y que caen muy próximas unas a otras y con una velocidad de caída muy pequeña.</p>
	<p>Nevada</p>	<p>Esta precipitación es en forma de cristales de hielo estrellados o ramificados. Procede de las mismas nubes que la lluvia; y si la temperatura del aire no ha descendido mucho, los cristales se sueldan entre sí, formando los copos, que se van depositando sobre el suelo en una capa esponjosa y de espesor creciente; pero a veces al tocar el suelo se funde y no se aglomera, se dice entonces que no "cuaja". Cuando caen mezclados agua y nieve o los cristales de nieve están muy húmedos, se habla de <i>agua nieve</i>.</p>
	<p>Granizo</p>	<p>Se produce cuando la precipitación es en forma de partículas de hielo más o menos redondeadas y con un diámetro comprendido entre 5 a 50 milímetros y a veces mayores -el temible pedrisco-. Sólo cae en forma de chubasco y la única nube que puede producirlo es el cúmulonimbus. Suelen ser esféricos y si los cortamos veremos que están constituidos por un núcleo de hielo envuelto en capas concéntricas a modo de una "cebolla", su formación requiere de mucho tiempo dentro de la nube. Hay pedriscos excepcionales en tamaño que son fatales para la agricultura por los destrozos que producen, pero también el granizo ordinario hace mucho daño por su velocidad de caída actuando como auténticos "perdigones" que acribillan a plantas y árboles.</p>
	<p>Chubasco</p>	<p>Es la precipitación de partículas líquidas o sólidas, que se caracteriza por un inicio y una finalización brusca, junto con una variación violenta y rápida de la intensidad de la caída. La cantidad de precipitación recogida resulta en la mayoría de los casos muy abundante, siendo la única nube que puede provocarlos el cumulonimbus; aunque a veces, se puede producir de los cúmulos de gran desarrollo vertical. También se le conoce con el nombre de chaparrón o aguacero.</p>

	Nieve granulada	Meteoro formado por gránulos de hielo, blancos y opacos, esféricos la mayoría de las veces, con un diámetro comprendido entre 2 y 5 milímetros. Se produce en situaciones en que las capas medias de la troposfera están especialmente frías, pero con poco contenido de vapor de agua. Podemos considerarla como una precipitación que se encuentra entre la nieve y el granizo, de ahí su nombre.
	Cinarra	Precipitación en forma sólida, con el tamaño de los gránulos de hielo que no sobrepasa el milímetro y con una forma alargada. Meteoro muy parecido al anterior pero que se produce en condiciones de menor temperatura y mayor sequedad ambiental.
	Prismas de hielo	Esta precipitación es difícil de observar, ya que se produce en muy pocas ocasiones. Es una caída de cristales de hielo en forma de agujas o de columnas, normalmente muy tenues y que dan la sensación de estar en suspensión en la atmósfera. Este fenómeno se da cuando en toda la troposfera la temperatura es muy baja, provocando que el vapor de agua se congele directamente con mucha facilidad y comience su caída. Debido a esta formación, este meteoro tiene la peculiaridad de poderse producir con el cielo despejado.
	Lluvia o llovizna helada	Se produce cuando cualquiera de estos dos tipos de precipitación se congela cuando entra en contacto con la superficie del suelo. La congelación de la gota o gotita, debe ser instantánea, con lo que se forma una película uniforme de hielo sobre la superficie de contacto, lo que concede a este tipo de precipitación un peligro muy grande, provocando caídas a las personas, accidentes de tráfico y roturas generalizadas de los cables del tendido eléctrico.

La **lluvia** (del latín *pluvia*) es un fenómeno atmosférico iniciado con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.

Según la definición oficial de la [Organización Meteorológica Mundial](#) la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm o de gotas menores pero muy dispersas.

Que llueva depende de tres factores: la presión, la temperatura y especialmente la radiación solar.

En las últimas décadas se ha producido un fenómeno que causa lluvias con mayor frecuencia cuando la radiación solar es menor, es decir, por la noche.

Variación temporal y espacial de las precipitaciones

La precipitación es el aporte primario al ciclo hidrológico, medirla con precisión resulta indispensable para el diseño de proyectos exitosos destinados a manejar recursos hidrológicos, en particular los correspondientes al control de inundaciones.

La variación estacional de las precipitaciones, en especial de la lluvia, define el año hidrológico. Éste da inicio en el mes siguiente al de menor precipitación media de largo periodo.

La precipitación presenta también variaciones plurianuales. En efecto, fenómenos naturales como el llamado Fenómeno de El Niño produce variaciones importantes en la costa del norte de Perú y Ecuador. Por otro lado, fenómenos como los ciclones tropicales contribuyen a generar precipitaciones pluviales en diversas regiones del mundo.

La precipitación pluvial varía mucho en el ámbito regional. Las diferencias de precipitación pueden ser significativas, inclusive a distancia de unos cuantos cientos de kilómetros. La precipitación tiende a disminuir con la latitud creciente, ya que las temperaturas decrecientes reducen la humedad atmosférica. Sin embargo, existen salvedades. Además, la lluvia suele disminuir conforme aumenta la distancia con respecto de un cuerpo de agua, como es evidente en la concentración de la precipitación en las costas, y hasta cierto punto, a sotavento de los grandes lagos. Las cadenas montañosas son otro factor importante en la precipitación pluvial: es habitual que ésta sea más intensa en la ladera de barlovento de las montañas, mientras que la de sotavento usualmente está en la sombra de la lluvia. La latitud, la temperatura anual y el contenido máximo de agua contribuyen al volumen de precipitación. Sin embargo, otros factores importantes son las corrientes oceánicas y el comportamiento atmosférico global. La precipitación no sólo varía en forma regional, sino también en el tiempo. Estos cambios temporales pueden ser muy significativos y determinan la importancia de diseñar depósitos que sean adecuados durante años de poca lluvia y presas que tengan la capacidad de garantizar el control adecuado de inundaciones.

La precipitación puede medirse con pluviómetros, que permiten obtener datos puntuales para un área muy limitada, (frecuentemente menor de unos 20 cm de diámetro) u obtenerse datos de áreas mediante radar (en cuyo caso es mucho mayor el área respecto de la cual se promedian las tasas, por lo general de unos 2,5 km²). Cada método tiene sus ventajas y desventajas. Si bien los pluviómetros pueden generar datos muy precisos para una región muy pequeña, luego se los debe extrapolar a regiones mucho mayores. Los datos de un solo pluviómetro suelen ser suficientemente representativos para emplearlos en el diseño de proyectos pequeños. El análisis de los datos de un solo pluviómetro se llama **análisis de precipitación en un punto**.

La utilización del radar tiende a permitir estimaciones razonables de la tasa de precipitación si la duración e intensidad de la tormenta es relativamente constante en el área donde se toman las mediciones. Sin embargo, las montañas pueden interferir en la recuperación de datos críticos. En regiones donde las tormentas abarcan un área muy pequeña, como el suroeste de Estados Unidos, el radar podría pasar completamente por alto estos datos importantes.

Como mencionamos anteriormente, la cantidad de precipitación varía a lo largo del mundo, de los países, incluso dentro de una misma ciudad. Por ejemplo, en Atlanta, Georgia, EE.UU., las tormentas de verano pueden producir una pulgada o más de lluvia en una calle, y dejar otras áreas no muy lejanas secas. Sin embargo, la cantidad de lluvia que cae en el estado de Georgia durante un mes, es más de lo que cae en la ciudad de Las Vegas, Nevada, a lo largo de un año. El record mundial promedio de lluvia anual, pertenece a Mt. Waialeale, Hawai, donde el promedio es 1,140 cm (450 pulgadas) por año. Como algo excepcional se registró en este lugar, 1,630 cm. de lluvia durante un período de 12 meses, lo que corresponde a casi 5 cm. por día. En contraste a esa precipitación excesiva, en Arica, Chile, no llovió en 14 años.

Gotas de agua

Las gotas no tienen forma de lágrima como suelen dibujarse (redondas por abajo y puntiagudas por arriba). Las gotas pequeñas son casi esféricas, mientras que las mayores están achatadas. Su tamaño oscila entre los 0,5 y los 6,35 mm, mientras que su velocidad de caída varía entre los 8 y los 32 km/h, dependiendo de su volumen.



Intensidad de las lluvias.

La cantidad de precipitación se mide en milímetros de agua caída, es decir, la altura de agua caída recogida en una superficie plana y medida en milímetros. Un milímetro de agua de lluvia equivale a 1 litro de agua por m², que es otra forma de medir la cantidad de agua de lluvia.

La lluvia se adjetiviza respecto a la cantidad de precipitación por hora (milímetros por hora):

- **Débiles:** cuando su intensidad es menor o igual a 2 mm/h.
- **Moderadas:** mayor de 2 mm/h, hasta 15 mm/h.
- **Fuertes:** mayor de 15 mm/h hasta 30 mm/h.
- **Muy fuertes:** más de 30 mm/h hasta 60 mm/h.

Cuando el agua condensada alcanza una masa crítica, se hace más pesada que el aire que la circunda y "precipita". Según el mecanismo por el cual dichas masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones según sean: **frontales, convectivas u orográficas.**

Precipitación frontal: ocurre cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría (más pesada) y la cálida (más liviana) chocan una con la otra.

Precipitación convectiva: se produce, generalmente, en regiones cálidas y húmedas cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.

Precipitación orográfica. Efecto Foëhn: cuando una masa de aire húmedo circula hacia una masa montañosa se eleva hasta llegar a la cima de la montaña. Al ascender se enfría y el agua que contiene se condensa, por lo que se producen las precipitaciones y la masa de aire pierde humedad. Al pasar a la otra ladera de la montaña, el aire seco desciende y se calienta; se genera un viento seco y cálido que puede producir deshielo.

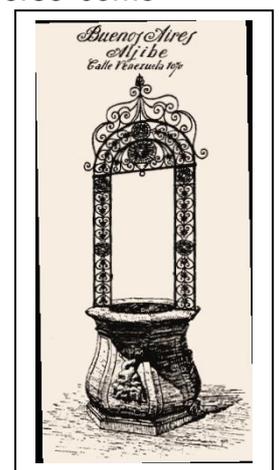
APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

El aprovechamiento eficiente del agua de lluvia es una tradición milenaria que se practica desde hace 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando. Ahora ante el reto que supone el aumento de la población y la escasez del suministro, tanto en las zonas urbanas como rurales, la captación de agua de lluvia y nuevos sistemas para su correcta gestión, vuelven a verse como una solución para ahorrar y aumentar las reservas de agua.

Los aljibes en la Buenos Aires colonial

La ciudad, desde su misma fundación, tuvo problemas de agua, ya que la proveniente del río no era bebible directamente.

Fueron los jesuitas quienes en el siglo XVII comenzaron a construir aljibes, es decir cámaras o cisternas subterráneas con un brocal superior, adonde llegaba el agua desde las terrazas o patios mediante cañerías de hojalata o cerámica y desde 1860 también por caños de hierro o plomo.



Estos aljibes estaban totalmente aislados de la tierra con paredes, piso y la parte superior abovedada; algunos tenían escaleras para bajar y limpiarlos; otros tenían un pozo de decantación más pequeño en el medio del piso.

Hay evidencias de cámaras subterráneas de 10 metros de alto, con formas rectangulares y circulares. Actualmente, al ser reabiertas, sus dimensiones impresionan por la envergadura del trabajo que debieron significar. Muchas de estas cámaras sirvieron para alimentar algunos mitos porteños, asignándoles funciones que nunca tuvieron o confundiéndo las con túneles u otro tipo de obras subterráneas.

El aprovechamiento hoy

La sequía y la escasez de agua son problemas importantes de algunos países. Por ello, los sistemas que aprovechan el agua de la lluvia comienzan a ser vistos con buenos ojos. Los defensores de estos sistemas subrayan que el agua de lluvia, aunque no es potable, es idónea para su aprovechamiento doméstico. El consumo de agua en una vivienda supone una media de 150 litros diarios por persona, si bien la mitad se destina al inodoro, la lavadora, la limpieza general o el riego, actividades para las que no se necesita agua destinada al consumo humano.

No obstante, si el usuario lo requiere, estos sistemas también pueden incorporar depuradoras de agua que permitan beberla. Por otra parte, recuerdan que la cantidad de agua gratuita que se puede lograr es también importante. Por ejemplo, con un chubasco de 30 litros/m² y una superficie de recogida de 150 m², se puede obtener una reserva de 4.500 litros de agua. Además, al no contener cal, evita problemas de tuberías o lavarropas, y supone un riego más natural.

En países como Inglaterra, Alemania, Japón o Singapur, el agua de la lluvia se aprovecha en edificios que cuentan con el sistema de recolección, para después utilizarla en los baños o en el combate a incendios, lo cual representa un ahorro del 15% del recurso.

En la India se utiliza principalmente para regadío, pero cada vez se desarrollan más políticas encaminadas a la captación en ciudades como Bangalore o Delhi.

En la República Popular de China se resolvió el problema de abastecimiento de agua a cinco millones de personas con la aplicación de tecnologías de captación de agua de lluvia en 15 provincias después del proyecto piloto "121" aplicado en la región de Gainsu.

En Bangladesh se detuvo la intoxicación por arsénico con la utilización de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico.

Brasil tiene un programa para la construcción de un millón de cisternas rurales para aumentar el suministro en la zona semiárida del noreste.

En las Islas del Caribe (Vírgenes, Islas Caicos y Turcas), Tailandia, Singapur, Inglaterra, EUA y Japón entre otros, existe un marco legal y normativo que obliga a la captación de agua de lluvia de los techos.

En Israel se realiza microcaptación de agua de lluvia para árboles frutales como almendros y pistachos.

En los Estados Unidos y Australia, la captación de agua de lluvia se aplica principalmente para abastecer de agua a la ganadería y al consumo doméstico. En algunos estados de ambos países se ha desarrollado regulaciones e incentivos que invitan a implementar estos sistemas.

La captación y el aprovechamiento de la lluvia representan una de las estrategias en el uso racional del agua. Para lograr éxito en cualquier acción o proyecto, es

necesario considerar diversos aspectos, como educación, concientización y capacitación de los usuarios, que permitan desarrollar en la comunidad la cultura del uso eficiente del agua.

La adopción de una práctica aislada, aunque sea eficaz individualmente, no es suficiente. Es necesario desarrollar un proceso educativo para que la población conozca y comprenda el ciclo hidrológico característico de la zona donde vive y establecer estrategias y tecnologías que posibiliten la mejoría de la disponibilidad de agua de manera sistemática y constante para lograr mejoras en su calidad de vida.

Cosecha de lluvia

Es la práctica de recolectar y utilizar el agua de lluvia que se descarga de las superficies duras, como los techos o el escurrimiento de suelos.

Muchas áreas rurales dependen de la cosecha de agua de lluvia, pero las zonas urbanas que son atendidas por servicios municipales, tienden a olvidar este recurso. La cosecha de lluvia es una solución muy importante para las grandes urbes en donde se está gastando más agua de la que se dispone.

Ventajas de Colectar o cosechar agua de lluvia

- La cosecha de agua de lluvia ayuda al ahorrar agua de red.
- El agua de lluvia es gratis. Nunca recibirá una cuenta municipal por el agua de lluvia que se cosecha.
- Cosechar agua de lluvia ahorra energía. El agua del sistema municipal centralizado tiene que ser sacada por una extensa red de servicio antes de llegar a la casa y esto requiere una gran cantidad de energía.
- El agua de lluvia contiene menos sales y minerales y las plantas la aprovechan con mucho beneficio.
- La cosecha de agua de lluvia ayuda a reducir inundaciones y erosión al reducir o eliminar la corriente del agua suelta.
- Colectar agua pluvial es muy fácil, y existen muchos métodos (algunos complejos pero más eficientes) para poder aprovecharla.

Componentes del Sistema de Captación en Techos (SCAPT)

Un sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos: a) captación; b) recolección y conducción; c) interceptor; y d) almacenamiento.

Captación.

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

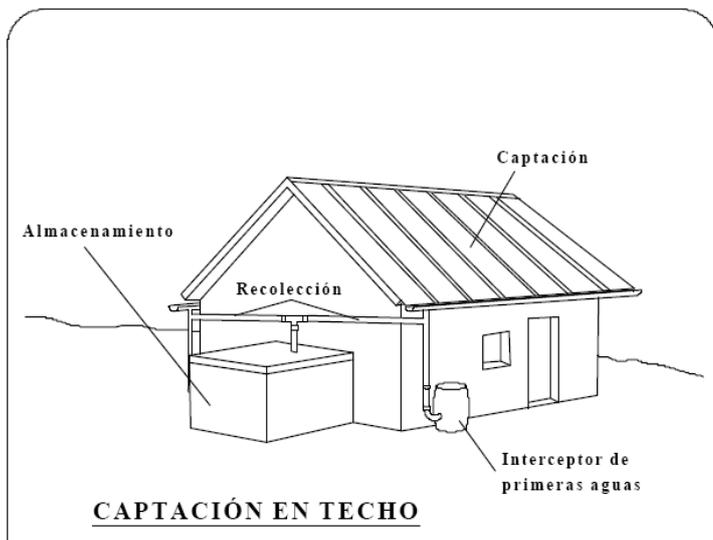
Recolección y Conducción.

Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (ver Figura 2).

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como

el bambú, madera, metal o PVC. Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesitan, sin embargo son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

El sistema debe tener mallas que retengan materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, etc., para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.



Interceptor.

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (ver Figura 3).

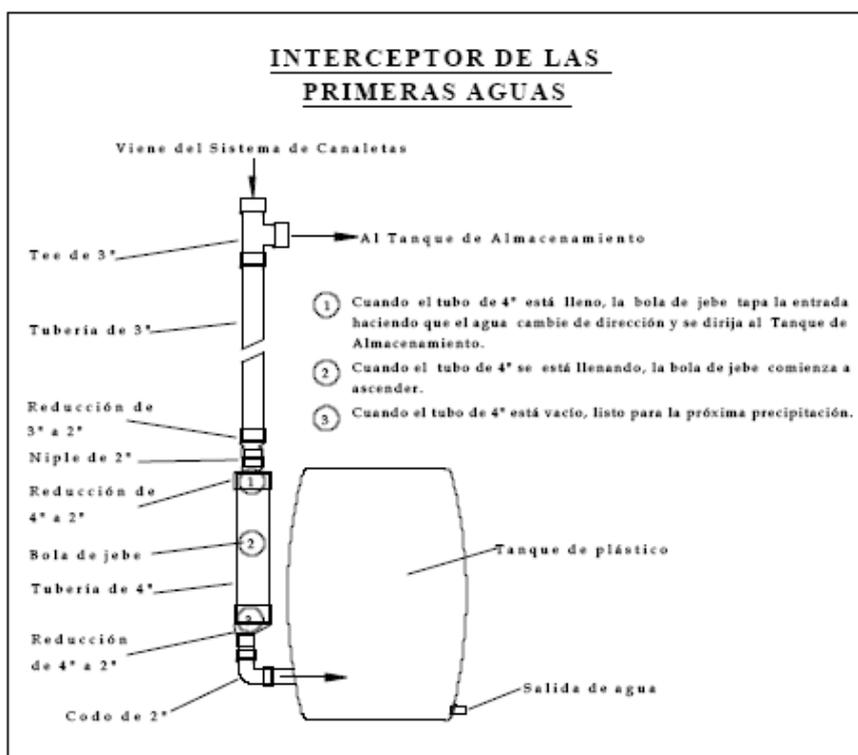


Figura 3. Interceptor de Primeras Aguas

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m² de techo.

El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen.

Almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones,
- Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.



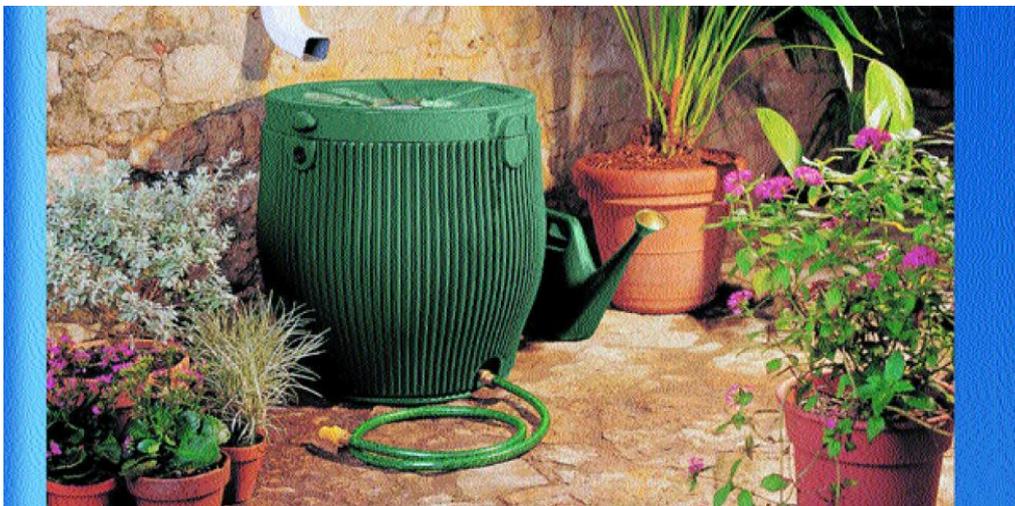
Tratamiento

Es necesario que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta. El tratamiento debe estar dirigido a la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico. El tratamiento puede efectuarse por medio de un filtro de mesa de arena seguido de la desinfección con cloro.

Barriles de Lluvia, Tanques y Cisternas

Cualquier recipiente grande y limpio como un barril o bote de basura puede utilizarse para coleccionar agua del techo o de la canaleta.

Tanques y cisternas se pueden instalar o construir para coleccionar y guardar grandes cantidades de agua de lluvia. Los tanques de almacenamiento subterráneo son más caros ya que la excavación y construcción aumenta los costos.



Las aperturas de los barriles recolectores se deben cubrir con telas de alambre o tapas ajustadas para proteger de mosquitos.

Cómo aprovechar la cosecha fluvial

Los planes más efectivos toman en cuenta los elementos naturales del terreno y las obras humanas que afectan el flujo y la cosecha del agua. Para un buen aprovechamiento en principio se deben tener en cuenta varios aspectos:

- Observar cómo corre el agua en la propiedad: examinar cuidadosamente hacia dónde se dirige el agua, si el agua de lluvia va hacia lugares donde hay plantas o paisajes, o bien hacia donde ya no tiene uso, dónde se junta el agua en forma natural, si hay flujo de agua desde otros terrenos hacia éste.
- Efectuar un plano de cómo cosechar agua para la propiedad. Tener en cuenta los lugares mejores para plantas de alto consumo de agua, cómo detener el flujo de agua para prevenir la erosión, dónde se puede trabajar el terreno para aplanarlo y formar bordos, pozos. Observar detenidamente si hay inclinaciones abruptas del terreno para convertirlas en terrazas y prevenir el flujo excesivo del agua, si podrán colocarse barriles de lluvia u otros recipientes de almacenamiento.
- Implementar un Diseño: excavar haciendo los cambios físicos necesarios en el terreno: pozos, hoyos, presillas, zanjas para desviar el agua. Si fuera necesario hacer terrazas; reemplace superficies impermeables como banquetes de cemento y patios por superficies que permitan infiltración del agua (ladrillos o lajas). A veces, usar pasillos de grava es preferible al cemento sólido. Trate de sembrar árboles y plantas que requieren más agua en lugares donde se junta el agua naturalmente o en lugares donde la dirijan presillas, depresiones o pozos. Coloque canales, tanques de almacenamiento, sistemas de distribución del agua según lo planificó.

Contornos o Vueltas del Paisaje

Áreas levantadas del suelo, como los bordos en forma decreciente, cuesta abajo de los árboles pueden atrapar y detener el agua pluvial para que las plantas cercanas la aprovechen. Canales y zanjas pueden excavar para desviar el agua a plantas que necesitan más agua.

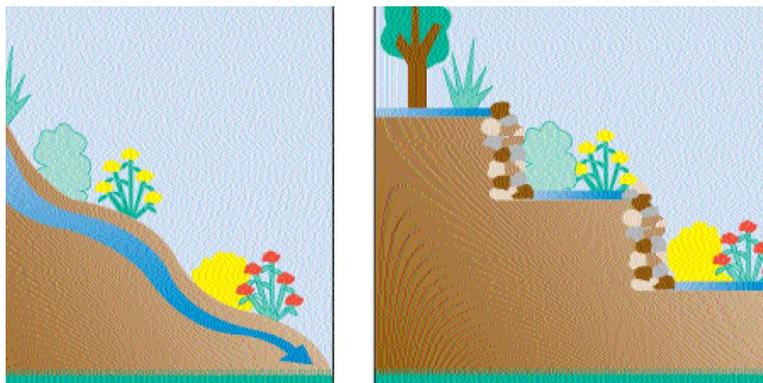
Depresiones y Áreas Bajas

Se pueden excavar áreas bajas o presillas para coleccionar el agua que corre. Estas excavaciones superficiales pueden detener la corriente del agua para que pueda ser absorbida por la tierra. Las depresiones también pueden desviar el agua por el

paisaje hacia el tipo de plantas que requieren más agua. Sembrar este tipo de plantas cerca de áreas bajas o depresiones ayuda a estas plantas a obtener el agua extra que necesitan. Una depresión o presa puede dirigir y detener el flujo del agua para hacer charcos que riegan profundamente a los árboles y arbustos.

Terrazas

Hacer terrazas puede suavizar una ladera a una serie de áreas planas. En vez de correr por una ladera, el agua de lluvia se detiene en cada uno de los niveles planos de las terrazas.



Área de Colección

Es la superficie donde se puede juntar el agua pluvial, como ser una área pavimentada, un techo, o cualquier superficie. Las cuencas más eficientes son superficies impermeables y lisas. La cantidad de agua de lluvia que se puede juntar depende del área, inclinación, textura de la superficie, y la cantidad de lluvia que cae sobre la superficie del área de colección.

Filtros

Si el agua de lluvia va a ser almacenada, tiene que ser filtrada para quitarle basura y sedimentos. Según la cantidad de basura en el agua, un sencillo filtro para hojas a veces es toda la filtración necesaria. Si el agua almacenada se usará en un sistema de riego por goteo, es necesaria más filtración para evitar que los tubos de riego y los emisores se obstruyan.

Sistema de Conducción

Los componentes de conducción llevan el agua a un lugar específico del paisaje (en un sistema sencillo) o hacia un recipiente de almacenamiento (en un sistema complejo). Las canales de desagüe de los techos es la forma más común de conducción. En un sistema sencillo la gravedad mueve el agua del alto del techo a un lugar más bajo del paisaje. Hasta en un sistema complejo, la gravedad provee la fuerza necesaria para dirigir el agua por canales hacia tanques de almacenamiento.

Sistema de Distribución

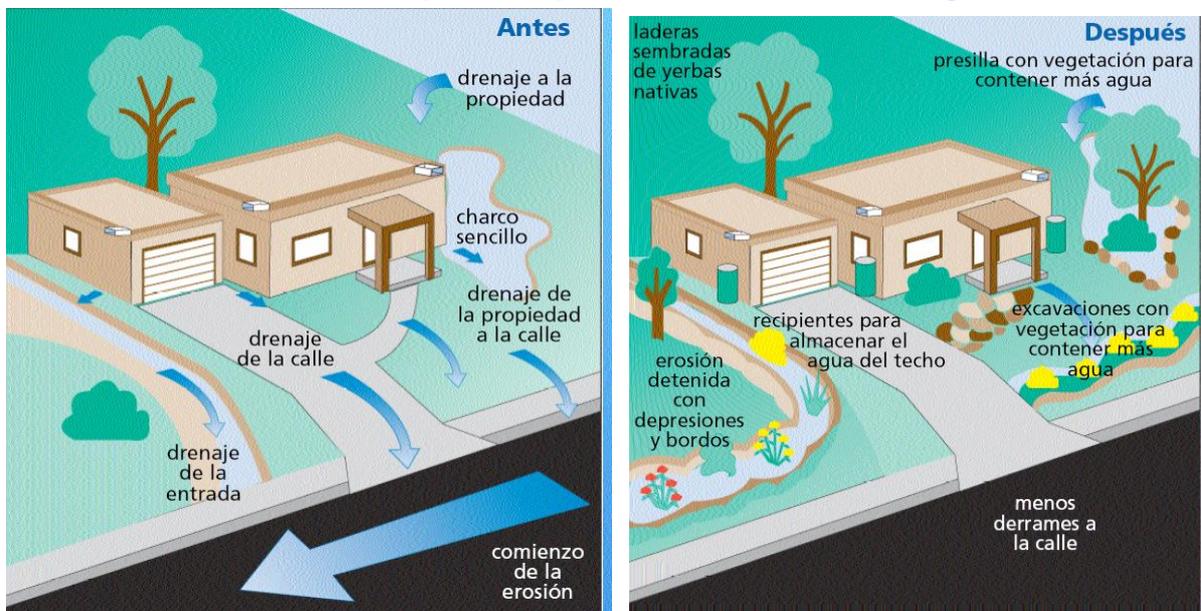
El sistema de distribución lleva el agua almacenada de los tanques a las plantas. Según la ubicación de la cisterna y las plantas regadas, el sistema de distribución de agua puede ser tan sencillo como una llave de agua y una manguera de jardín. Los sistemas más complejos pueden incluir tubos de agua y emisores de goteo. Una bomba (o pompa) eléctrica puede ser necesaria para llevar agua a áreas que no están cuesta abajo de la cisterna.



Áreas Sembradas

Finalmente, agua pluvial se lleva al área del jardín o paisaje donde las plantas la utilizarán. La modificación del área que recibe esta agua puede ser tan fácil como crear un bordo de tierra alrededor de las plantas para contener el agua o excavar un pozo para que se junte.

Variaciones por el aprovechamiento del agua



La niebla como fuente de agua

La niebla, según Cruzat-Gallardo (2004), es una nube que se desplaza cercana al suelo y se forma cuando una masa de aire húmedo y cálido entra en contacto con aire más frío. Como el aire caliente puede contener más vapor de agua que el aire frío, cuando ambos se encuentran, hay condensación formando nieblas, con gotitas muy pequeñas, las cuales pueden ser captadas y aprovechadas.

En áreas con nieblas persistentes y rasantes, es posible que las gotitas suspendidas (< 40 micrones) sean captadas por medio de paneles ensamblados con malla atrapanieblas y su volumen aprovechado para diferentes finalidades de consumo

La captación de niebla con fines de cosecha de agua es una modalidad que requiere condiciones climáticas y orográficas muy particulares. Básicamente, debe existir niebla densa, constante y desplazándose al ras de la superficie del terreno para que pueda ser captada con eficiencia. Un aspecto importante es la persistencia de la niebla. Para la factibilidad de un proyecto, debe estar presente, en condiciones de producción de agua, por un tiempo razonable durante el año.

En América Latina, estas condiciones ocurren en el norte de Chile, Perú y algunas partes de Ecuador. En estos sitios, la precipitación media anual es menor a 100 mm y la niebla representa una fuente de agua importante.

También se conocen estructuras de captación de nieblas, en diferentes niveles de desarrollo, en República Dominicana, Nepal, Norte de África, Sudáfrica, Islas Canarias e Israel.

En el norte de Chile, en una zona árida llamada Chungungo, se ha implementado un proyecto que es considerado como uno de los más exitosos en la utilización de esta tecnología.

La captación del agua de la niebla es realizada por medio de paneles atrapaniebla que consisten en dos postes de madera fuertemente fijados en el suelo, a los cuales se sujetan cables que soportan una cortina de malla, generalmente doble.

El agua en suspensión, al chocar con la malla, queda atrapada. Una gotita se une a otras formando gotas más grandes que se desplazan hacia la base del panel donde precipitan a una canaleta ubicada debajo de la malla. Desde allí es conducida por una tubería al estanque de almacenamiento y distribuida para diferentes usos.

La ubicación exacta y orientación del panel en el terreno, así como su altura de la superficie del suelo, dependen del comportamiento de la niebla en el área. El atrapaniebla debe quedar en posición perpendicular a la dirección dominante de desplazamiento de la niebla para una absorción máxima.



2 – Energía nuclear

Introducción

La **energía nuclear** es la energía que se libera en las **reacciones nucleares**. Sin embargo, también nos referimos a la **energía nuclear** como el aprovechamiento de dicha energía para otros fines como la obtención de energía eléctrica, térmica y/o mecánica partir de **reacciones nucleares**.

Entre las principales ventajas de la opción nuclear podemos mencionar la abundancia y bajo costo del combustible (Uranio).

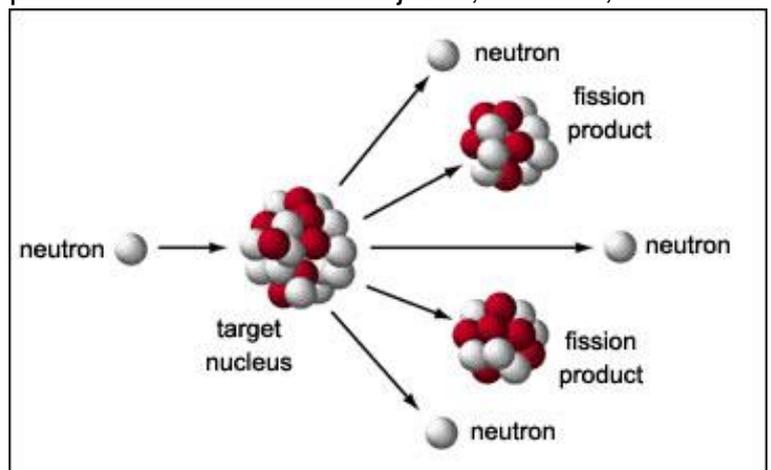
Existe una gran controversia sobre los beneficios y amenazas de la energía nuclear. Tres son las principales objeciones que generalmente se le encuentran: la asociación de tecnología nuclear con el armamento nuclear, el temor a los posibles accidentes y la eliminación de los residuos.

¿Cómo se obtiene la energía nuclear? Los combustibles nucleares

La Energía nuclear es la energía almacenada en el núcleo de los átomos, que se libera como resultado de una reacción nuclear. Se puede obtener por el proceso de **Fisión Nuclear** (división de núcleos atómicos pesados) o bien por **Fusión Nuclear** (unión de núcleos atómicos muy livianos). En las reacciones nucleares se libera una gran cantidad de energía debido a que parte de la masa de las partículas involucradas en el proceso, se transforma directamente en energía.

La **Energía nuclear de fisión** se obtiene al bombardear con neutrones a gran velocidad, los átomos de ciertas sustancias; algunos de estos neutrones alcanzan el núcleo atómico y lo rompen en dos partes. Se libera una gran cantidad de energía y algunos neutrones. Estos neutrones pueden chocar contra otros núcleos, que se romperán produciendo más energía y más neutrones que chocarán contra otros núcleos: esto es una **reacción en cadena**. Para que esta reacción en cadena se produzca, es necesario usar sustancias que se desintegren fácilmente, es decir, sustancias radiactivas. Estas sustancias son muy peligrosas para el hombre si no se manejan con las precauciones adecuadas. La sustancia más usada es el uranio-235, aunque también se usan el uranio-233 y el plutonio-239. En todas estas reacciones, una pequeña parte de masa se transforma en energía según la ecuación $E = mc^2$. Por eso se obtienen cantidades tan grandes de energía. Si 1 kg de carbón produce 30000000 julios, 1 kg de uranio-235 produce 80000000000000 julios; es decir, unos dos millones de veces más energía.

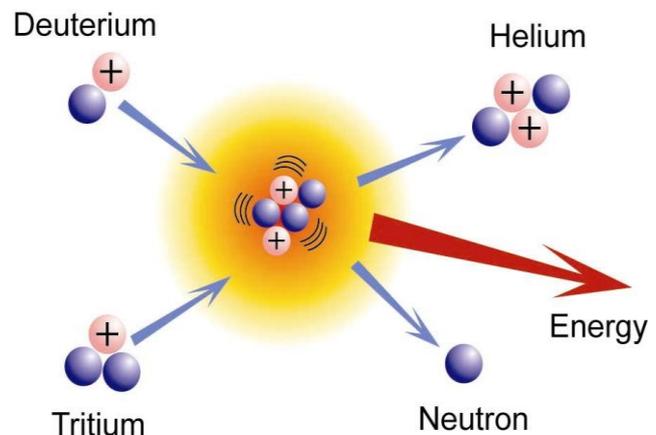
De todo el uranio que se puede encontrar en la naturaleza, sólo un 0,7% está formado por el isótopo Uranio-235. Pero como la presencia en el uranio natural es tan pequeña, es necesario someterlo, primero, a una serie de procesos que se denominan de enriquecimiento, y que consiguen que la presencia de este isótopo de Uranio-235 en el combustible nuclear sea alrededor del 3 al 5%.



La **Energía nuclear de fusión** será, probablemente, la fuente de energía del futuro. Es la misma reacción que produce la energía en las estrellas. El calor y la luz que nos llegan del Sol se producen en reacciones de fusión nuclear.

En la fusión nuclear se unen átomos pequeños para formar otros de mayor tamaño. En el proceso se liberan grandes cantidades de energía, mucho mayores que en la fisión.

La sustancia más adecuada para fusionarse es el hidrógeno o alguno de sus isótopos para dar lugar a helio. La más adecuada es la fusión entre deuterio (hidrógeno-2) y tritio (hidrógeno-3).



¿Qué es una Central Nuclear?

El principio de producción de electricidad de una central nuclear es similar al que utilizan otras energías de base, se impulsa el movimiento de turbinas a partir de una fuerza externa.

Tanto en el caso de los reactores nucleares como en el de las plantas de energía térmicas convencionales, la fuerza del vapor es la que mueve esas turbinas, en las del tipo hidroeléctrica es la fuerza de las aguas la que lo hace.

La forma de generar el vapor es la principal diferencia entre los reactores nucleares y las centrales térmicas convencionales. Mientras que éstas últimas utilizan carbón, fuel-oil, gas o petróleo para calentar las enormes calderas de agua que producen el vapor, los primeros se valen de la fisión nuclear generada en el 'núcleo' del reactor para calentar el agua que pasa por un circuito secundario independiente, lo cual permite su posterior recuperación.

¿Cómo funciona una central nuclear?

Una central de este tipo utiliza combustible "nuclear", esto es, material que contiene núcleos fisionables (es decir que se pueden 'partir'); en lugar del combustible "convencional".

El Uranio 235 es un material fisionable, como así también el plutonio, pero del uranio natural que se extrae de las canteras sólo una parte en 140 es uranio 235, el resto es inutilizable. Un reactor puede funcionar tanto con uranio natural (escaso material fisionable) como con uranio enriquecido, -al cual se lo ha tratado especialmente para aumentar su rendimiento (mayor proporción de U.235).

El calor para generar vapor proviene del proceso de fisión. La fisión comienza cuando un neutrón a gran velocidad choca contra un núcleo, el núcleo no puede albergar el neutrón extra y se parte formando dos núcleos más pequeños. Al mismo tiempo se liberan varios neutrones que van a chocar contra otros núcleos, que a su vez se rompen y liberan más neutrones, y así sucesivamente. Dado que el primer neutrón desencadena una serie de fisiones, este procedimiento se denomina

reacción en cadena. Así, se puede generar una enorme cantidad de energía y de calor en una fracción de segundo.

Este proceso se lleva a cabo en el **núcleo** del reactor, formado por los '**elementos combustibles**'.

El combustible nuclear contiene pastillas de uranio que permiten obtener grandes cantidades de energía. Su volumen es muy reducido en relación a otros combustibles convencionales.

El núcleo del reactor se encuentra rodeado de una sustancia llamada **moderador** que se utiliza para frenar la velocidad de los neutrones hasta llevarlos a la energía térmica (una velocidad aproximada 3.700 metros por segundo, a una temperatura de 290 grados C) y aumentar la probabilidad de choque con otros núcleos. En los reactores que utilizan uranio enriquecido como elemento combustible se utiliza **agua común o grafito** como moderador, en cambio en los reactores que utilizan uranio natural, (menos cantidad de núcleos fisionables) se utiliza **agua pesada**, tal es el caso de las centrales nucleares argentinas de Atucha y Embalse.

El agua pesada está formada por dos átomos de deuterio y uno de oxígeno (el deuterio es un isótopo del hidrógeno que posee un neutrón más en su núcleo, por lo tanto es más denso). Los neutrones provenientes de la fisión tienen una gran velocidad, con la cual es más difícil hacerlos chocar contra otros núcleos, por lo tanto es necesario frenarlos mediante choques con otras sustancias capaces de extraerles energía sin absorberlos. Esta función es, en parte, cumplida por el agua pesada que es aproximadamente 100 veces más absorbente que el agua normal, por eso se la emplea con uranio natural, deficiente en uranio-235. En cambio, con uranio enriquecido, con el cual se generan más neutrones, se puede usar agua común. El uso del agua como moderador, en lugar del grafito utilizado en algunos modelos de reactores soviéticos como el de Chernobyl, reduce el riesgo de incendio.

Dentro del núcleo se insertan, con el fin de controlar la potencia de la fisión, las denominadas 'barras de control'. Estas barras son generalmente de cadmio, un material que absorbe los neutrones que chocan contra ellas durante el proceso de fisión evitando que progrese la reacción en cadena.

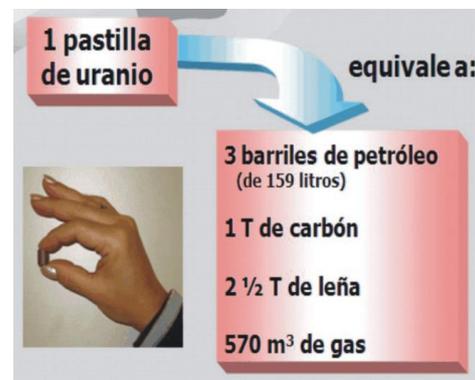
El núcleo del reactor de Atucha I, por ejemplo, cuenta con 29 barras de control y son necesarias solo 3 para detener el proceso en el acto. En caso de producirse un recalentamiento, y de ser necesario detener el reactor en forma inmediata, también se puede introducir dentro del núcleo ácido bórico que actúa de una forma similar a las barras de control.

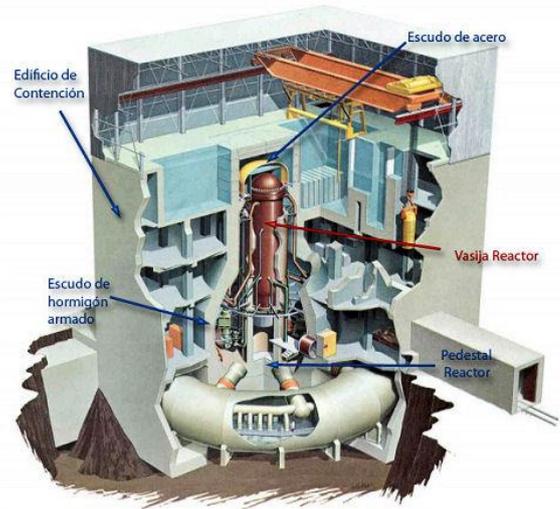
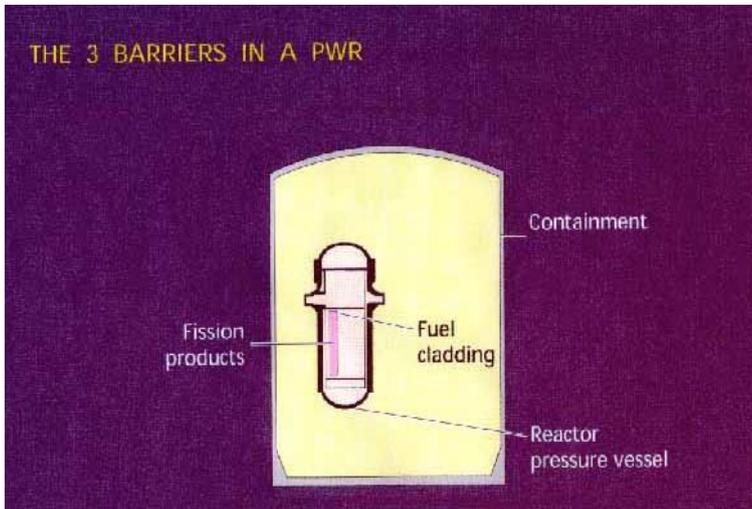
Seguridad

Un principio básico en el diseño de centrales nucleares es su seguridad redundante. Para disminuir la probabilidad de que la radioactividad de los productos de fisión se libere al medio ambiente y llegue al público, se aplica el concepto de **barreras múltiples**.

El material radioactivo (pastillas de dióxido de uranio) se encuentra aislado del medio ambiente por **3 barreras**:

1. Las vainas de zircaloy que componen los elementos combustibles. (Fuel cladding)
2. El recipiente del reactor. (Reactor pressure vessel)
3. El edificio de contención. (Containment)





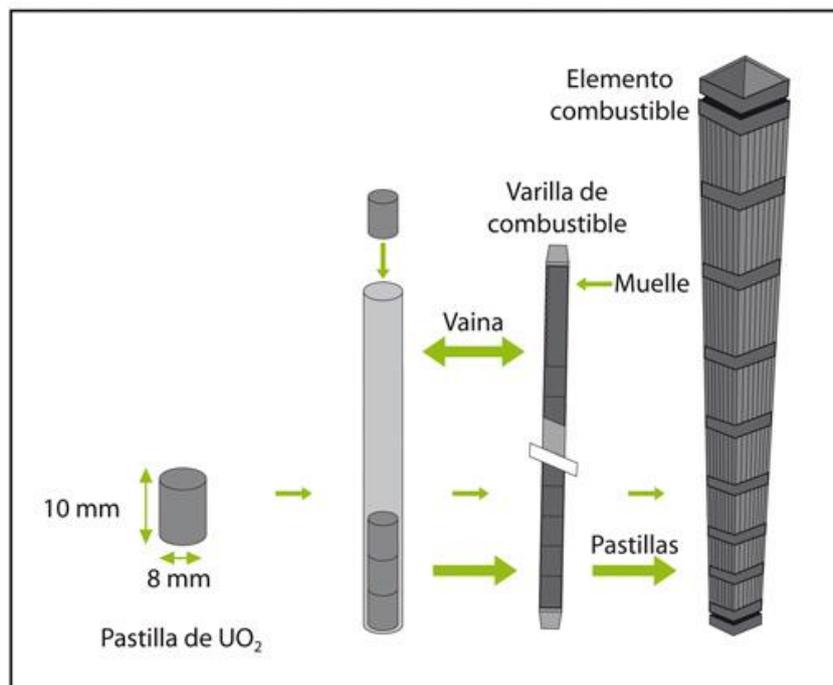
Elementos combustibles:

Están formados por tubos de zircaloy que contienen en su interior pastillas de dióxido de uranio. Estas pastillas, de alrededor de un centímetro de alto y uno de diámetro, se depositan dentro de los tubos sellados herméticamente para impedir que el uranio produzca reacciones químicas indeseables al ponerse en contacto con el agua y para impedir escapes del material fisionable al exterior.

Los tubos de zircaloy están unidos en forma de manojo por otros elementos estructurales fabricados con una aleación de circonio, material que no interfiere - al igual que el antes mencionado zircaloy- en el proceso de fisión.

Este manojo constituye el llamado “elemento combustible”. Para optimizar el consumo de elementos combustibles, las centrales nucleares tienen organizado un complejo sistema de rotación de los mismos, que garantiza una producción de calor y un quemado parejos.

Composición de un elemento combustible



El recipiente del reactor:

Este recipiente construido en aceros especiales de alta resistencia a la radiación y a las grandes presiones, contiene dentro de sí los elementos combustibles, el moderador, el refrigerante y la estructura de soporte en la cual se insertan los elementos combustibles. La forma y tamaño, varía según el tipo de reactor.

Edificio de contención:

Un principio básico en la construcción de una central nuclear es su alta seguridad, para reducir las probabilidades de una liberación del producto de fisión al medio ambiente, el reactor, los generadores de vapor y el resto de los circuitos primarios, se encuentran contenidos dentro de un edificio de contención.

El edificio de contención es una gran estructura de acero estanca, normalmente esférica o cilíndrica con una cúpula semiesférica. Por lo general este edificio no se encuentra a la vista, sino que a su vez está contenido dentro de un edificio de hormigón que provee una barrera de seguridad adicional. El edificio de contención puede soportar altas presiones internas que pueden llegar a las 100 libras por pulgada cuadrada.

Dentro del edificio existen sistemas de ventilación y refrigeración para disminuir la temperatura del reactor en condiciones normales de operación y ante la eventualidad de un accidente. En este caso las cañerías instaladas en la parte superior del edificio permiten rociar todos los elementos internos con agua borada para reducir la presión y temperatura interna del edificio, en la parte inferior del edificio hay sumideros que recolectan estos líquidos permitiendo así, su posterior reutilización.

Desechos radioactivos

Como todo proceso industrial, la generación eléctrica produce residuos. En el caso de las centrales nucleares estos se dividen en dos grandes categorías según la actividad que posean y el tiempo que tarde ésta en decaer:

- 1. Residuos de actividad media y baja:** Estos se producen mayoritariamente como consecuencia de procesos de limpieza internos de la central, filtros de aire descartables, líquidos utilizados en distintas partes de la planta, y resinas empleadas en procesos de purificación química. La evacuación de estos desechos se produce mediante un proceso de compactado y cementación en barriles de 200 litros. Estos son almacenados en repositorios o depósitos especialmente diseñados hasta que la actividad de los mismos disminuya a un nivel que permita su liberación como residuos convencionales.
- 2. Residuos de alta actividad:** Son, principalmente, los resultantes del procesamiento de los elementos combustibles quemados en el núcleo del reactor. Después de permanecer de 2 a 5 años (dependiendo del tipo de central nuclear) en el reactor, los elementos combustibles se extraen del mismo mediante un sistema de telemanipulación remota y son colocados en piletas de almacenamiento donde se enfrían y pierden parte de su radioactividad.

Estas piletas llenas de agua contienen en el fondo soportes especiales donde se colocan los elementos combustibles, que quedan almacenados bajo agua por un periodo no menor de 10 años.

El agua cumple 2 propósitos: sirve como blindaje para reducir los niveles de radiación a la cual podrían estar expuestos los operarios de la central y para

refrigerar los elementos combustibles que continúan produciendo calor por algún tiempo luego de su extracción del núcleo.

Luego de 10 ó más años de permanecer en las piletas, y en caso de que las mismas agoten su capacidad de almacenamiento, los elementos combustibles pueden ser almacenados en seco dentro de silos de hormigón reforzado o contenedores de acero especialmente contruidos. Estos contenedores almacenan de 20 a 80 elementos combustibles (dependiendo del tipo de central), y están herméticamente sellados para asegurar que no se libere material radioactivo al medio ambiente.

Distintos tipos de Reactores Nucleares

Si bien el principio de funcionamiento de una Central nuclear que se explicó anteriormente es válido en general, existen algunas diferencias de una a otra planta según el tipo de Reactor que posean.

Los reactores se clasifican de acuerdo a la sustancia que utilicen como moderador y refrigerante, los más comunes son:

- **PWR (Pressurized Water Reactor)** reactores con agua liviana a presión como refrigerante y moderador.
- **PHWR (Pressurized Heavy Water Reactor)** reactores con agua pesada a presión como refrigerante y moderador
- **BWR (Boiling Water Reactor)** reactores de agua liviana en ebullición como refrigerante y moderador
- **GCR (Gas Cooled Reactor)** reactores refrigerados por gas y moderados con grafito.
- **LWGR (Light Water Graphite Reactor)** reactor refrigerado con agua liviana y moderado con grafito.

La controversia acerca de la energía nuclear

Entre todas las **fuentes de energía** con las que contamos, la energía nuclear es una de las más discutidas. Como se mencionara anteriormente tres son las principales objeciones que generalmente se le encuentran: la asociación de tecnología nuclear con el armamento nuclear, el temor a los posibles accidentes y la eliminación de los residuos.

Los especialistas que defienden esta tecnología opinan:

Con relación a los armamentos nucleares debe quedar en claro que todos los países que poseen este tipo de armas las desarrollaron antes de construir reactores nucleares para generación eléctrica, por lo tanto el riesgo de proliferación de armamento nuclear persistirá independientemente de la cantidad de plantas nucleares que se construyan para generación eléctrica. Por otro lado se están llevando a cabo grandes esfuerzos, a nivel mundial, para fortalecer las salvaguardias, incluyendo nuevos tipos de control y métodos de verificación para detectar cualquier posibilidad de actividades nucleares bélicas no declaradas. Afortunadamente existe, en casi todos los países, una tendencia generalizada a disminuir el arsenal nuclear.

El temor a la emisión de radioactividad al ambiente como consecuencia de un accidente nuclear es quizás uno de los principales temores del público. La seguridad en la generación nucleoelectrica se vio fuertemente cuestionada, con razón, a raíz del accidente de Chernobyl en 1986, donde murieron 32

personas y alrededor de 500 sufren cáncer de tiroides. Además la reciente catástrofe en Japón como consecuencia del terremoto y tsunami que afectó seriamente las Centrales nucleares -en especial la de Fukushima 1-, es muy preocupante y pone de manifiesto que deben revisarse los sistemas de seguridad.

La industria nuclear es una de las actividades donde mayores inversiones se realizan en seguridad. Las nuevas plantas nucleares, a diferencia de las obsoletas tipo Chernobyl, se construyen con mecanismos de seguridad redundantes y barreras de contención múltiples para minimizar el riesgo de accidentes catastróficos. Por otra parte, y al solo efecto comparativo, podemos mencionar que los mayores accidentes, en términos de víctimas fatales, en el campo de la generación eléctrica están vinculados con la rotura de diques de centrales hidroeléctricas. A esto deberíamos agregarles los accidentes fatales producidos en las explosiones de gasoductos, derrumbes en minas de carbón, derrames e incendios en la industria del petróleo, etc.

La tercera objeción que se suele escuchar en contra de la generación nucleoelectrica es la relativa al manejo de los residuos radiactivos. Sin embargo no existe otra industria en donde el problema de los residuos sea considerado con más responsabilidad que en el caso de los desechos nucleares de origen civil. Si los residuos resultantes de la quema de combustibles fósiles, producción de herbicidas, insecticidas y productos químicos se manejaran con tanto cuidado como en el caso de los residuos nucleares, el problema ambiental generado por ellos dejaría de ser una preocupación mundial.

El volumen de residuos nucleares es extremadamente limitado, por lo tanto puede ser completamente aislado de la atmósfera. Una planta nuclear de 1.000 MW no emite virtualmente CO₂ y produce aproximadamente 35 toneladas por año de residuos de alta actividad en forma de elementos combustibles quemados. Si este combustible usado se reprocesara, el volumen sería de aproximadamente 2.5 m³ por año. Esta cantidad puede ser gestionada y almacenada de manera segura en depósitos geológicos profundos, protegidos por múltiples barreras que los aíslan completamente del medio ambiente. Las fuentes de energía renovables (solar, eólica, geotérmica, biomasa) sugeridas para reemplazar a las fuentes no renovables (entre ellas la energía nuclear), si bien se están en evidente crecimiento todavía no han logrado un desarrollo y competitividad que pueda abastecer la creciente demanda de energía. El consumo mundial de energía aumenta un 2% anual de media y, en algunos países emergentes, este crecimiento supera el 6%.

Por otro lado la organización ecologista **Greenpeace** propone un rápido abandono de la opción nuclear ya que considera que la energía nucleoelectrica representa una enorme amenaza para la salud humana y los ecosistemas. Afirma que sus riesgos e impactos se extienden desde la minería de uranio, la fabricación de los combustibles nucleares, la propia operación de las plantas atómicas y la incesante generación de residuos altamente radiactivos.

Manifiestan que “La energía nuclear iba a ser barata, segura y confiable; en cambio, ha demostrado ser cada vez más costosa, peligrosa e impredecible. Nadie sabe todavía que hacer con la generación de residuos radiactivos que producen las centrales nucleares, ni con las centrales mismas cuando son cerradas.”

Centrales Nucleares en el mundo - año 2013

País	UNIDADES	MW (net)
1. Estados Unidos	104	102.136
2. Francia	58	63.130
3. Japón	44	44.215
4. Rusia	33	23.643
5. Alemania	9	12.068
6. R. Corea	23	20.739
7. Ucrania	15	13.107
8. Canadá	20	14.135
9. China	17	12.860
10. Reino Unido	18	9.938
11. Suecia	10	9.395
12. España	8	7.560
13. Bélgica	7	5.927
14. India	20	4.391
15. R. Checa	6	3.804
16. Suiza	5	3.278
17. Finlandia	4	2.752
18. Bulgaria	2	1.906
19. Hungría	4	1.889
20. Brasil	2	1.884
21. Sudáfrica	2	1.860
22. Eslovaquia	4	1.816
23. México	2	1.530
24. Rumanía	2	1.300
25. Argentina	2	935
26. Irán	1	915
27. Pakistan	3	725
28. Eslovenia	1	688
29. Países Bajos	1	482
30. Armenia	1	375

Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)-Agosto 2013

Centrales Nucleares en el Mundo:

Participación de la energía nucleoelectrica en la generación de electricidad en el mundo

País	Porcentaje
Francia	74,8%
Eslovaquia	53,8%
Bélgica	51,0%
Ucrania	46,2%
Hungría	45,9%
Suecia	38,1%
Eslovenia	36,0%
Suiza	35,9%
R. Checa	35,3%
Finlandia	32,6%
Bulgaria	31,6%
R. Corea	30,4%
Armenia	26,6%
España	20,5%
Estados Unidos	19,0%
Rumania	19,4%
Japón	18,1%
Reino Unido	18,1%
Rusia	17,8%
Alemania	16,1%
Canadá	15,3%
Pakistan	5,3%
Argentina	4,7%
Mexico	4,7%
Paises Bajos	4,4%
India	3,6%
Brasil	3,1%
China	2,0%

Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Agosto de 2013

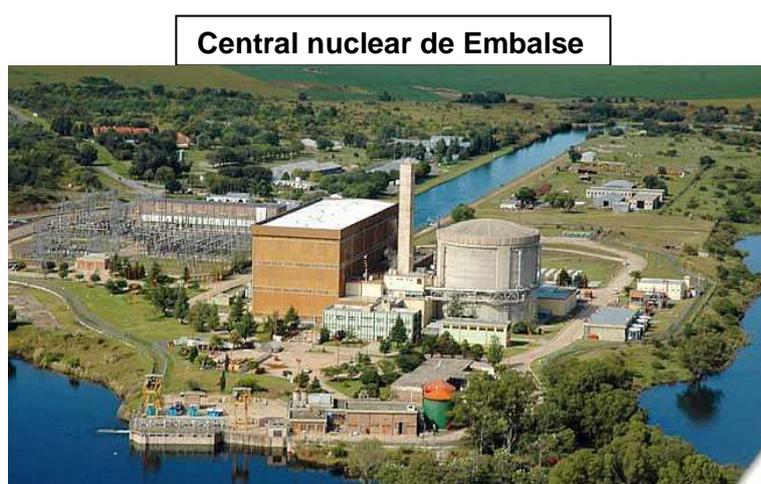
Centrales nucleares en Argentina

Atucha 1 (CNA 1) ubicada sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas, en la localidad de Lima, partido de Zárate, Provincia de Buenos Aires, a 100 km de la Ciudad de Buenos Aires. *Conectada al sistema interconectado nacional en el año 1974.* Su reactor es del tipo **PHWR**, cuyo combustible es uranio natural y uranio levemente enriquecido al 0.85%, y es refrigerado y moderado por agua pesada, la potencia térmica es de 1179 MW, obteniéndose una potencia eléctrica bruta de 357 megavatios.

Embalse (CNE) que se encuentra situada en la costa sur del Embalse del Río Tercero, provincia de Córdoba, a 665 mts. sobre el nivel del mar. Dista aproximadamente 100 Kms. de la ciudad de Córdoba, y a 700 kms. de la Ciudad de Buenos Aires. Entró en servicio el 20 de enero de 1984 y genera una potencia eléctrica neta de 600 megavatios (potencia eléctrica bruta 648 megavatios). Posee un reactor tipo PHWR, de desarrollo canadiense, denominado CANDU (**Canadian Deuterium Uranium**), siglas que se refieren al uso de uranio natural como combustible y agua pesada como refrigerante. La Central también produce el **isótopo cobalto 60**, para aplicaciones en medicina, la investigación y la industria, constituyéndose en uno de los principales abastecedores del mercado local y mundial.

Atucha 2 (CNA II) está ubicada adyacente a la central nuclear Atucha I, aprovechando gran parte de su infraestructura. Es una central nucleoelectrónica de una potencia de 745 MW que va a aportar 692 MW eléctricos netos al sistema interconectado nacional. Atucha II se integra al parque de generación nuclear del sistema eléctrico argentino, en adición a Atucha I (357 MWe) y Embalse (648 MWe). **Atucha II fue inaugurada oficialmente a finales de Mayo de 2014**, y alcanzó con éxito el 3 de junio de 2014 la primera criticidad, logrando una reacción nuclear controlada. Desde esa fecha progresivamente fue incrementando su potencia y ya está aportando energía al Sistema interconectado Nacional. El turbogruppo de Atucha II pasa a ser la máquina de mayor potencia unitaria del sistema interconectado nacional, posición que ocupaba la Central Nuclear de Embalse.

Atucha II es una central nuclear moderna, similar a las últimas centrales construidas en Alemania, así como a las de Trillo en España y Angra II en Brasil. Desde el punto de vista del diseño y construcción cuenta con sistemas de seguridad actualizados, que incluyen el concepto de defensa en profundidad con barreras sucesivas, esfera de contención, separación física entre sistemas de seguridad y programa de vigilancia en servicio, entre otros conceptos. Utiliza como combustible uranio natural y como moderador y refrigerante agua pesada. *Es importante destacar que tanto el combustible como el agua pesada se producirán en el País.*



Otros usos pacíficos de la energía nuclear

Desde el descubrimiento de la tecnología nuclear, muchas han sido y siguen siendo sus posibles aplicaciones. La más conocida es la producción de electricidad. Sin embargo, existen otras muchas aplicaciones en otros campos, muchas veces desconocidas para el público: industria, hidrología, agricultura y alimentación, medicina, arte, aplicaciones científicas, exploración espacial y cosmología.

Las diversas aplicaciones de la energía nuclear son fundamentales en la vida cotidiana. Además, en el futuro, serán más importantes gracias a las investigaciones que aumentan sus posibilidades de aplicación y justifican su utilización.

En la industria: La utilización de los isótopos y radiaciones en la industria moderna es de gran importancia para el desarrollo y mejora de los procesos, para las mediciones, la automatización y el control de calidad. En la actualidad, casi todas las ramas de la industria utilizan radioisótopos y radiaciones de diversas formas:

- **Trazadores:** Sustancias radiactivas que se introducen en un determinado proceso industrial, para luego detectar la trayectoria de los mismos gracias a su emisión radiactiva. Esto permite investigar diversas variables del proceso (caudales, filtraciones, fugas, etc).
- **Radiografías de la estructura interna de las piezas:** Es una aplicación de control de calidad. Se realizan con rayos gamma o neutrones por lo que reciben el nombre de gammagrafías o neutrografías, respectivamente. Se trata de un método no destructivo que permite comprobar la calidad en soldaduras, piezas metálicas o cerámicas, etc, sin dañar o alterar la composición del material.
- **Mejorar la calidad de determinados productos:** Consiste en irradiar con fuentes intensas para mejorar la calidad de determinados productos. Ejemplo: Polimerización por radiación se utiliza para la fabricación de plásticos y para la esterilización de productos de "un sólo uso".

En hidrología: La hidrología isotópica es una técnica nuclear que utiliza tanto isótopos estables como radiactivos para seguir los movimientos del agua en el ciclo hidrológico. Los isótopos pueden utilizarse para investigar las fuentes de agua subterráneas y determinar su origen, su forma de recarga, si existe riesgo de intrusión o contaminación por agua salada. Los isótopos de oxígeno e hidrógeno, los isótopos contaminantes, como trazas metálicas o compuestos químicos, son tan singulares como una huella dactilar por lo que ofrecen pistas sobre sus orígenes.

En la minería: A través de la utilización de sondas nucleares se puede determinar la física y la química de los suelos, lo que permite conocer si un estrato reúne las condiciones favorables para albergar minerales o combustibles. La diagrafía de pozos de sondeo y la datación isotópica son algunas de sus aplicaciones.

En agricultura y alimentación: Tiene múltiples aplicaciones, a continuación algunos ejemplos.

- **Mejorar la calidad de los alimentos:** Por ejemplo, para reducir las pérdidas posteriores a la recolección y aumentar el período de conservación, se expone a los alimentos a una dosis de radiación gamma predeterminada y controlada aprovechando la energía de las radiaciones para la eliminación de insectos, gérmenes patógenos y que también retrasa la maduración de frutas. Esta técnica, aceptada y recomendada por FAO, OMS y OIEA, consume menos energía que los métodos convencionales y puede reemplazar o reducir radicalmente el uso de aditivos y fumigantes en alimentos. A los alimentos irradiados también se los conoce como alimentos ionizados o tratados con

radiación ionizante y no se han de confundir con los alimentos radiactivos, pues no emiten radiactividad.

- **Control de plagas:** La técnica es la esterilización de insectos (considerados una plaga) criados en ciertas instalaciones, mediante la irradiación antes de la incubación y la posterior diseminación de estos insectos estériles en zonas infectadas. Al no producir descendencia, la población de la plaga va reduciéndose hasta llegar a la erradicación.
- **Sondas neutrónicas:** Se utilizan para medir la humedad y son ideales para el máximo aprovechamiento de recursos hídricos que son limitados. En algunos casos se ha podido ahorrar hasta un 40% de agua.

En medicina: Las técnicas en medicina nuclear son quizá, junto con la producción de energía nuclear, las más conocidas y ampliamente aceptadas. Las técnicas de diagnóstico y tratamiento se han vuelto tan corrientes, fiables y precisas que aproximadamente uno de cada tres pacientes es sometido a alguna forma de procedimiento radiológico terapéutico o de diagnóstico.

- **Radiofármacos:** Compuesto químico, en su mayoría orgánicos, radiactivo que se administra al paciente para investigar en el cuerpo humano un proceso biológico o el funcionamiento de un órgano. Actualmente, se usan más de 300 radiofármacos diferentes para el diagnóstico. Algunos se deben producir en el mismo hospital pues su vida media es muy corta, pero la mayoría se producen en centros nucleares o laboratorios nucleares específicos.
- **Gammagrafía:** Una vez administrado al paciente el radiofármaco, por su especial afinidad, se fija en el órgano que se desea estudiar, emitiendo radiación gamma que es detectada por un equipo denominado gammacámara cuyo detector se sitúa sobre el órgano a explorar.
- **Radioterapia:** Es la especialidad médica que utiliza la aplicación de radiaciones ionizantes con fines curativos para la destrucción de tejidos malignos y tumores. Esta terapia puede utilizarse sola o asociada a otros medios terapéuticos como la cirugía o la quimioterapia. Ejemplo: Cobaltoterapia, es la forma de terapia que usa fuentes de Cobalto-60.
- **Diagnóstico mediante radioisótopos:** Se utilizan radioisótopos, como por ejemplo, Carbono-11, Circonio-89 y Flúor-18 para el escaneo PET, Cripton-81m para obtener imágenes de funcionamiento del pulmón, Estroncio-89 para la terapia contra el cáncer óseo, yodo-131 para la terapia contra el cáncer de tiroides, etc.
- **Esterilización de equipos médicos:** Mediante la irradiación de los mismos. Es un proceso altamente eficaz y de bajo costo.
- **Conocimiento de procesos biológicos mediante trazadores:** La información proporcionada por las moléculas marcadas en las distintas etapas del ciclo celular y el auxilio prestado por las técnicas de separación analítica han hecho que se puedan determinar pequeñísimas concentraciones de enzimas, hormonas, drogas, venenos, etc, mediante la técnica de radioinmunoanálisis (RIA).
- **Estudio de los caracteres de las células tumorales, su localización y extensión tumoral:** Permite planificar el tipo de irradiación, el cálculo de la dosis total, la forma de administración y su posible fraccionamiento con intervalos de descanso para facilitar la reducción progresiva del tumor, favoreciendo así la eliminación de células muertas y permitiendo la mejor reparación de los tejidos circundantes.

Arte: Como ejemplos de la aplicación de la tecnología nuclear al arte tenemos:

- **Conservación del patrimonio:** El problema que presenta una obra artística en deterioro es doble, por un lado, la progresiva pérdida de fijación que sufre la obra al estar expuesta al medio ambiente y, por otro, la contaminación con insectos xilófagos (se alimentan de madera), hongos, etc. Mediante la impregnación con un monómero (molécula pequeña) y su posterior irradiación gamma, es posible producir la consolidación de la pieza por polimerización (agrupación química de compuestos), a la vez que se eliminan los insectos contaminantes de la obra por esterilización.
- **Determinación de la antigüedad:** Para la datación de obras de arte, de igual manera que para la determinación de la edad en formaciones geológicas y arqueológicas, se utiliza la técnica del carbono-14, que consiste en determinar la cantidad de dicho isótopos contenida en un cuerpo orgánico. La radiactividad existente, debida a la presencia de carbono-14, disminuye a la mitad cada 5.730 años, por lo que, al medir con precisión su actividad (y su cantidad), se puede inferir la edad de la muestra.
- **Autenticidad de las obras de arte:** Mediante análisis no destructivos puede obtenerse información sobre "huellas digitales" de las obras, esto es, elementos micro-constituyentes de la materia prima que varían según el autor y las épocas.

Medio Ambiente: Se utiliza para la detección y el análisis de diversos contaminantes. Una de las técnicas más conocidas recibe el nombre de Análisis por Activación Neutrónica y consiste en la irradiación de una muestra de tal forma que, a posteriori, se obtienen los espectros gamma que ella emite. El procesamiento con ayuda computacional de esta información permite identificar los elementos presentes en la muestra y la concentración de los mismos. Técnicas nucleares se han aplicado con éxito a diversos problemas de contaminación como los causados por el dióxido de azufre, las descargas gaseosas a nivel del suelo, en derrames de petróleo, en desechos agrícolas, en contaminación de aguas y en la contaminación generada por las ciudades.

Exploración Espacial: Una de las principales aplicaciones es la navegación espacial en la que se utilizan pilas nucleares. Consiste en que los generadores isotópicos de electricidad son instrumentos que contienen un radionucleido encapsulado herméticamente cuyas radiaciones son absorbidas en las paredes de la cápsula. Ésta es el equivalente a una fuente de calor, ya que la cápsula transforma la energía de las radiaciones. A esta fuente se acopla un circuito eléctrico para generar una corriente eléctrica que alimenta los instrumentos. La fuente será de larga duración si el periodo de semi-desintegración del radioisótopo es largo.

Cosmología: La cosmología moderna abraza desde el comienzo de la formación de las rocas hasta la época actual. En el caso de las rocas el método más seguido de datación es el basado en la comparación uranio-plomo. Los zircones son silicatos que se presentan en rocas ígneas que a veces incorporan pequeñas cantidades de uranio en sus estructuras cristalinas. Este uranio contiene uranio-238 (periodo 4.500 millones de años) y uranio-235 (periodo 704 millones de años). Ambos decaen hasta una forma estable de plomo. Para rocas más jóvenes y objetos de origen humano, se emplean otros radioisótopos. Uno de ellos se basa en la desintegración del potasio a argón. La parte más importante de la historia humana, unos 60.000 años, está escrita en los isótopos de carbono, el carbono-12 estable y el carbono-14 (periodo 5.730 años).

3 - La minería y los metales

Introducción

El hombre ha sido minero desde los albores de la humanidad. Primero a través de las industrias líticas: fragmentos de rocas o minerales más o menos trabajados para su uso como herramientas o armas (Paleolítico, Neolítico); luego continuó con los metales, extrayéndolos desde los minerales (Era del Cobre, Era del bronce, Era del Hierro), refinándolos y combinándolos en aleaciones a medida que progresaba, inventando la metalurgia.

La actividad minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan. Estas cuestiones, que hace algunos años no se percibían como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contemplan con gran preocupación, que no siempre está justificada.

Pero ciertamente, los abusos anteriormente cometidos en este campo han hecho que crezca la conciencia de la necesidad de regular los impactos ambientales originados por la minería. De cualquier manera también debe quedar claro que el hombre necesita los recursos mineros hoy, y los seguirá necesitando en el futuro. Otro punto a destacar es que la actividad minera es infinitamente menos impactante (por su escasa extensión) que otras actividades industriales, como el desarrollo de grandes obras civiles (impacto visual, modificación del medio original) y la agricultura (modificación del medio original, uso masivo de productos químicos: pesticidas, fertilizantes). Así, en el momento actual existen normativas muy estrictas sobre el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen una reglamentación de la composición de los vertidos líquidos, de las emisiones de polvo, de gases, de ruidos, de restitución del paisaje, etc., que ciertamente a menudo resultan muy problemáticos de cumplir por el alto costo económico que representan, pero que indudablemente han de ser asumidos para llevar a cabo la explotación.

Regresando al tema histórico, si escribiéramos una pequeña lista con los principales hitos minero-metalúrgicos (y tecnológicos asociados) de la humanidad ésta incluiría las siguientes eras: Era de Piedra (Paleolítico, Mesolítico, Neolítico), Era del Cobre, Era del Bronce, Era del Hierro, Era del Carbón (a partir del 1600), Revolución Industrial (1750-1850), Era del Petróleo (a partir de 1850), Era Eléctrica (a partir de 1875), Era Atómica (a partir de 1945).

Desde la Edad de Cobre hasta la era de las comunicaciones, como respuesta a la demanda de la Sociedad y en pos del progreso de la civilización, la minería se ha ocupado de proveer metales, minerales y rocas, utilizando las herramientas y métodos disponibles de acuerdo con los tiempos históricos.

Desde el punto de vista del desarrollo colectivo la nuestra fue denominada “la civilización basada en los metales”. La minería es el primer escalón para convertir un recurso que provee la Naturaleza en un objeto utilizable, a la que siguen otras etapas que comienzan con las industrias básicas y continúan con las industrias de transformación. Su objetivo final es satisfacer la necesidad del hombre, expresada a través de su demanda de metales, minerales industriales y rocas.

El descubrimiento de los metales

En algún momento, el hombre observó que algunas piedras, cercanas al fuego de la hoguera, dejaban caer un extraño jugo de color plateado que, al enfriarse, era sin

embargo sólido y frío, pero distinto de la piedra. Descubrió así probablemente el estaño o el plomo, a partir de piedras en las que se encontraba en estado nativo y de las cuales, al fundirse por efecto de las altas temperaturas, se separaba. Esas bolitas llamaron mucho su atención y las conservó. Las llevó, pasadas en un hilo y colgadas de su cuello, como un lujoso adorno.

Encontró, de una manera u otra, otros metales, y así pasó de una cultura en la que la piedra era arma y herramienta de todo uso, a otra en la que la incorporación del cobre, más útil para muchas tareas, marcó el final de la Edad de piedra y el comienzo de la Edad del cobre, que muy rápidamente es, a su vez, reemplazada por la Edad del bronce. Este último material es una aleación de cobre y estaño, dos metales que la humanidad ya conocía con anterioridad, y cuya mezcla produjo mejores herramientas y armas.

El paso siguiente fue la incorporación del hierro, que el hombre conoció con seguridad a partir de los sideritos (meteoritos de composición férrica), ya que en la época en que este material hace su aparición no existían aún hornos capaces de extraer el metal de los minerales que lo contienen, es decir, no existía una verdadera industria siderúrgica.

También en algún momento alguien observó que el “jugo” que surgía de algunas piedras junto a la hoguera formaba atractivas bolitas doradas, pero estas eran muy blandas, y no servían para mucho. Sin embargo podrían adquirir gran brillo, y curiosamente lo conservaban por mucho tiempo, más que los otros metales. Como consecuencia de ello, ese metal blando e inútil para hacer armas o herramientas, empezó a ser mirado con interés ya que no se alteraba. Apareció así en escena el oro, que muy pronto adquirió el papel de actor principal en el proceso de intercambio de bienes que, vario milenios después, aún conserva.

La Metalogenia

La **Metalogenia** es la rama de la geología que estudia la formación y distribución en espacio y tiempo de los depósitos minerales, con el objeto de definir los factores que han contribuido a la distribución de los metales en la corteza terrestre. Define de esta manera los modelos geológicos que permiten explicar la existencia de zonas donde se concentran metales y otras en las que éstos están ausentes.

Por ejemplo, los principales recursos de cobre se localizan en los Andes; los de boratos en los altiplanos o en cuencas evaporíticas en cuyo entorno hubo actividad volcánica, que aportó el boro; en tanto los grandes yacimientos de níquel se ubican en los cratones o escudos (del Báltico, de África del Sur, de Australia).

La Metalogenia estudia las concentraciones naturales de metales y otras sustancias minerales. Analiza sus mecanismos de formación, su distribución geográfica y su edad. A partir de ese conocimiento define las guías para la búsqueda de nuevos yacimientos. Los resultados de la investigación se presentan como **mapas metalogénicos**, que son mapas a escala regional en los que se muestra la distribución de los depósitos minerales (metálicos o no metálicos) sobre una base geológica adecuada con el fin de destacar las características relevantes de las mineralizaciones y su relación con las rocas del entorno. El propósito es proveer una base científica para orientar las exploraciones mineras regionales.

Cómo se obtienen los metales

Los metales como el hierro, el cobre o el oro se encuentran en la naturaleza en forma más o menos pura, y en ese caso se los denomina “metales nativos”. Pero cuando se requieren cantidades importantes de ellos o cuando no existen en forma natural, deben ser obtenidos por tratamiento de los minerales que los contienen. Es

así que el hierro se obtiene de sus óxidos, el zinc, el cobre y el estaño tanto a partir de sus óxidos como de sus sulfuros, etc.

Los procesos de separación del metal son diferentes para los distintos minerales y han variado mucho a lo largo de la historia. Los metales cuyos minerales se descomponen más fácilmente con el aumento de la temperatura fueron los primeros en obtenerse. La metalurgia del cobre y del estaño tiene varios milenios, mientras que por el contrario, la obtención de la bauxita, una arcilla muy pura, se remonta a apenas 100 años, y fue necesario contar con energía eléctrica para lograr su extracción en forma económica y eficiente.

Conviene aquí definir a la **metalurgia**: es la ciencia y técnica de la obtención y tratamiento de los metales desde minerales metálicos hasta los no metálicos. También estudia la producción de aleaciones, el control de calidad de los procesos vinculados así como su control contra la corrosión.

Por otro lado, la **siderurgia** es la metalurgia del hierro, el acero y las fundiciones. Dicho de otro modo, es la técnica del tratamiento del mineral de hierro para obtener diferentes tipos de éste o de sus aleaciones.

Minerales metalíferos son los que se procesan para obtener un determinado **metal** (hierro, aluminio, cobre, etc.) destinado a la industria. Esta definición se refiere al uso mayoritario del mineral, ya que es común que una sustancia tenga varios usos o destinos. Por ejemplo, la hematita (Fe_2O_3) es la **mena**¹ para obtener el hierro metálico pero, además se usa en menor medida como pigmento y en la industria del cemento.

Propiedades de los metales

Se llama **metales** a los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad. Poseen **alta densidad y son sólidos a temperatura normal (excepto el mercurio)**; sus sales forman iones electropositivos (cationes) en disolución.

El concepto de metal se refiere tanto a elementos puros, así como aleaciones con características metálicas, como el acero y el bronce. Los metales comprenden la mayor parte de la tabla periódica de los elementos. En comparación con los no metales tienen baja electronegatividad y baja energía de ionización, por lo que es más fácil que los metales cedan electrones y más difícil que los ganen.

Los metales poseen ciertas propiedades físicas características, entre ellas **son conductores de la electricidad y el calor** (como ya se dijo). La mayoría de ellos son de color grisáceo, pero algunos presentan colores distintos; el bismuto (Bi) es rosáceo, el cobre (Cu) rojizo y el oro (Au) amarillo. En otros metales aparece más de un color; este fenómeno se denomina policromismo.

Otras propiedades serían:

- **Maleabilidad**: capacidad de los metales de hacerse láminas al ser sometidos a esfuerzos de compresión.
- **Ductilidad**: propiedad de los metales de moldearse en alambre e hilos al ser sometidos a esfuerzos de tracción.
- **Tenacidad**: resistencia que presentan los metales al romperse o al recibir fuerzas bruscas (golpes, etc.)
- **Resistencia mecánica**: capacidad para resistir esfuerzo de tracción, compresión, torsión y flexión sin deformarse ni romperse.

¹ El término *mena* se utiliza para definir la sustancia mineral de interés económico. Sus componentes útiles se llaman *minerales de mena* y los que acompañan sin valor económico, *ganga*.

Suelen ser opacos o de brillo metálico, tienen alta densidad, son dúctiles y maleables, y tienen un punto de fusión alto.

La ciencia de materiales define un metal como un material en el que existe un traslape entre la banda de valencia y la banda de conducción en su estructura electrónica (enlace metálico). Esto le da la capacidad de conducir fácilmente calor y electricidad, y generalmente la capacidad de reflejar la luz, lo cual le da su peculiar brillo.

Los metales más usuales

El hierro es un metal de color gris oscuro y poco brillo. Fue inicialmente conocido por el hombre a partir de los meteoritos (sideritos).

El hierro, como elemento químico, compone un 5% de la corteza terrestre. En orden de abundancia ocupa el cuarto lugar después del oxígeno, el silicio y el aluminio.

Si bien interviene en la composición de una gran cantidad de minerales, las menas que normalmente se utilizan para obtener el metal son pocas:

Mineral	Composición	% de hierro (Fe)
Magnetita	Fe_3O_4	72
Hematita	Fe_2O_3	70
“Limonita”	$\text{Fe}_2\text{O}_3, n\text{H}_2\text{O}$	60 a 63
Siderita	FeCO_3	48

La producción mundial de minerales de hierro supera los mil millones de toneladas. China, Brasil, Australia y Ucrania son los productores más importantes.

En Argentina hay varios yacimientos de mineral de hierro, algunos de los cuales tuvieron importantes ciclos productivos tiempo atrás, como por ejemplo Sierra Grande (Río Negro), Minas 9 de Octubre y Puesto Viejo-Sierra de Zapla (Jujuy), Unchimé (Salta), y Santa Bárbara (Jujuy).

La denominada “fundición” del hierro se realiza mezclando el mineral con carbón y llevando la temperatura hasta 1.500 °C. La reacción produce dióxido y monóxido de carbono y hierro metálico. En la superficie del hormo se acumula la escoria. El reemplazo del carbón vegetal por coke (Inglaterra 1709) revolucionó la industria siderúrgica al abaratar la producción de hierro (el carbón vegetal comenzaba a escasear) y generó nuevos valores al encontrar una aplicación para el carbón mineral y sus subproductos. Téngase en cuenta que para producir el coke a partir de carbones naturales (hulla-antracita) se liberaban enormes cantidades de gas (que se usaron para alumbrado, denominado “gas ciudad”) y de alquitrán, que fue materia prima para innumerables iniciativas en la industria química.

El hierro obtenido en los altos hornos es enfriado en lingotes, que son la materia prima para la obtención de hierro colado, por refundición de lingotes y vertido en moldes (generalmente de arena) y para la preparación de chapas. Al hierro se lo trabaja también en forma artesanal por forjado o “batido”. Mientras el hierro fundido es blando y puede fracturarse con facilidad, el proceso de “batido” o forjado le otorga al hierro una gran dureza.



Algunos productos fabricados con hierro

El manganeso es el metal que más se usa para elaborar ferroaleaciones. Esto es así porque, además de participar en la composición de algunos aceros, se usa para la eliminación de impurezas en el proceso de conversión. Las principales menas son:

Mineral	Composición	% de manganeso (Mn)
Pirolusita	MnO ₂	63,2
Psilomelano	nMnO.MnO ₂ .nH ₂ O	45 a 60
Manganita	MnO ₂ .Mn(HO) ₂	62,7
Braunita	Mn ₂ O ₃	60 a 69
Hausmanita	Mn ₃ O ₄	72

Los minerales más comunes son la pirolusita, psilomelano y manganita. Mundialmente se producen unas 25.000.000 toneladas anuales. Chica, Ucrania, Sudáfrica y Brasil son importantes productores.

Casi todo el manganeso que se explota se destina a la industria siderúrgica. En el proceso de fabricación de acero se consumen, aproximadamente, 6 kg de manganeso por tonelada de acero producido.

También se fabrican aceros al manganeso, de gran dureza y tenacidad, aptos para proyectiles, blindajes, trituradoras, etc.

El cobre (Cu) fue el primer metal que el hombre usó para sus necesidades, probablemente por el hecho frecuente de que se encuentra en estado nativo en la corteza terrestre, aunque en pequeñas cantidades. La industria metalúrgica lo obtiene a partir de minerales como la malaquita y la azurita (carbonatos) y de la bornita, la calcopirita y la piritita (sulfuros). Es de color castaño rojizo, muy brillante al pulido, pero se oxida superficialmente tomando color castaño oscuro (pátina muy apreciada en los objetos de cobre antiguos). Dada la alta toxicidad de los productos de alteración del cobre, los recipientes de uso doméstico se recubrían con una capa de estaño. La historia del uso del cobre comienza hace más de 5.000 años, probablemente en el Asia Menor, primero como metal puro y luego como aleación. Menos de mil años después la producción de objetos de bronce fundido ya era amplia. Hace 2.700 años se acuñaron las primeras monedas de bronce y se masificó su uso en reemplazo del trueque. Un siglo antes del comienzo de la Era Cristiana ya se conocía el latón, que los romanos utilizaban como metal suntuario. En el año 850 ya se usaba en China para colorear los fuegos artificiales.

En la actualidad es el metal más utilizado después del hierro y el aluminio. La producción mundial de cobre metálico es de más de 10 millones de toneladas. Chile es el mayor productor. El cobre metálico se usa para la fabricación de materiales eléctricos, y en menor medida, para aleaciones como el bronce y el latón. También se elabora sulfato de cobre, de amplio uso como plaguicida, especialmente en viñedos. La producción argentina de cobre proviene casi exclusivamente de un solo yacimiento: el de Bajo de la Alumbrera, ubicado en el departamento Belén, provincia de Catamarca. Es la mina metalífera más grande del país.



El oro (Au), de elevado peso específico (casi veinte veces mayor que el agua y el doble que el plomo), es un metal poco abundante en relación con otros como el hierro o el cobre. Aparece frecuentemente como oro nativo, en forma de escamas o

pequeñas partículas del tamaño de la arena y como pepitas que pueden alcanzar excepcionalmente hasta algunos kilos de peso. El récord mundial para el oro nativo corresponde a una pepita de 69,9 kilogramos hallada en Australia en 1869. También se encuentran mezclas isomorfas con plata, llamada eléctrum, y teluro. Menos comunes son los teluros de oro, y de oro y plata.

De color amarillo y alto brillo, fue muy apreciado desde la antigüedad en todas las culturas para la confección de joyas y como valor de cambio. La alta resistencia química del oro hace que sólo se disuelva en agua regia (mezcla de los ácidos clorhídrico y nítrico) y en soluciones alcalinas de ácido cianhídrico.

Tradicionalmente el oro se emplea con fines monetarios para lo cual se atesora en lingotes estandarizados, en concepto de “reservas” o respaldo de billetes emitidos. Últimamente está creciendo su uso en electrónica.

Como el oro puro es muy blando, en joyería se lo utiliza generalmente mezclado con algo de cobre, que le otorga dureza, aunque puede modificar su color. La identificación de la pureza del oro se hace sobre la base de la proporción entre este metal y el cobre y plata que puedan agregársele, tomando como referencia el número 24. El oro 24 quilates es 100% oro, el oro 18 quilates es 75% oro, y el oro 12 quilates es 50% oro.

Puede variarse el color del oro mezclándolo con otros metales. Cobre y plata para los oros rojos, amarillos y verdes; níquel, zinc, cobre o paladio para el oro blanco.

Aunque se supone que el hombre conocía el oro desde mucho antes, su empleo como material de uso suntuario se inicia hace unos 7.000 años. Las piezas de oro más antiguas que se conocen están hechas con pepitas y arenas auríferas con muy poca manufactura. Es posible que, dada su baja dureza, el oro no fuera apreciado hasta que, al advertir sus características de durabilidad y facilidad para hacer delicados trabajos artísticos, se generaliza su uso para objetos de culto y adorno. Pero una vez reconocido su valor, su búsqueda y explotación no merman jamás en intensidad, siendo aún hoy la minería del oro una de las principales actividades económicas de muchas regiones.

La extracción del oro de yacimientos en los que aparece asociado al cuarzo habría comenzado hacia el 3000 a.C. Egipto preparó buscadores y mineros y reconoció y explotó todos los yacimientos presentes en sus territorios. El mapa geológico más antiguo que se conoce se encuentra en un papiro egipcio conservado en Turín, y en él aparece la geología de una región del este de Egipto y se marca la localización de canteras de piedra y de una mina de oro. Los ejércitos romanos iban siempre acompañados de un “propector” y puede decirse que casi todos los yacimientos de oro de Europa fueron explotados ya en tiempos del Imperio. Diversas técnicas fueron utilizadas para recoger las pepitas y granos de oro del cauce de los ríos. El lavado de las arenas con pieles de oveja, que retenían las tenues pajuelas de oro que se habían depositado en el fondo, dio origen a la leyenda del Vellochino de Oro. Las pieles debían calcinarse para recuperar este metal en el fondo de los recipientes en los que esto se hacía. En el 685 a.C. se acuñaron las primeras monedas de oro, que eran en realidad de eléctrum, una aleación que contiene algo más del 25% de plata. La primera moneda de oro puro se acuñó en la misma área, con mineral de idéntico origen: los placeres² del río Pactolo, y se trata de la que acuñó el famoso Cresos.



Anualmente se producen 2400 toneladas de oro en el mundo. Sudáfrica, EUA y

² *Placeres: El vocablo “placer”, es un término que utilizaron los mineros españoles en América para caracterizar los depósitos auríferos acumulados en arenas, gravas y en el lecho vivo de los ríos. Luego se le dio a ese término una acepción más amplia.*

Australia son los principales productores. En Argentina hay un gran número de yacimientos de oro. El más importante en producción es el de Bajo de la Alumbrera, en Catamarca con unas 19 toneladas anuales. Le siguen en importancia la mina Veladero (San Juan), Cerro Vanguardia (Santa Cruz), Farallón Negro (Catamarca).

La plata (Ag) suele presentarse en forma nativa pero más comunmente se encuentra combinada, formando sulfuros, cloruros o sulfosales. Casi siempre está asociada a otros minerales como los de plomo, zinc, estaño, y oro. Es de color gris y adquiere muy alto brillo por pulido, aunque en contacto con el aire se ennegrece por formación de sulfuros. Desde la antigüedad se la utiliza para la acuñación de moneda y para la realización de joyas y objetos suntuarios. En la industria de los materiales fotográficos se están usando en forma creciente compuestos de plata.



La producción mundial es de 16.000 toneladas. Los principales productores son México y EUA. En Argentina hay numerosos yacimientos: Mina Aguilar, Farallón Negro, Cerro Vanguardia, Manantial Espejo y Veladero, son algunos que se encuentran en producción.

El estaño (Sn) es de color blanco. Se obtiene a partir de la casiterita (óxido de estaño, SnO_2 , con 70 a 78% del metal). En algunos casos se aprovecha la estannita ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$, con 27,6 de Sn) y otros minerales complejos. Se lo utiliza generalmente para aleaciones. Su principal uso es la fabricación de hojalata (lámina de acero estañada). Es poco alterable, por lo que se aplica sobre el cobre para evitar la toxicidad de los compuestos que surgen del ataque de los ácidos sobre el mismo, o sobre la chapa de hierro para evitar que se oxide. Parece que casi todo el estaño que se usó en la Antigüedad en la cuenca mediterránea provenía de Cornwall (SE de Inglaterra), y se transportaba a lo largo de la denominada "Ruta del Estaño" por medios fluviales, marítimos y terrestres. Los más grandes productores a nivel mundial son China, Indonesia, Perú, Brasil, Bolivia y Australia. La producción total es de 200.000 toneladas de metal contenido en concentrados.

El zinc (Zn) es de color gris azulado. Su uso más común es el galvanizado del hierro y el acero (cobertura electrolítica desarrollada por el italiano Galvani) que evita su oxidación. Se lo obtiene a partir de la blenda, que es la principal mena de zinc, y de la esfalerita. Los principales usos del zinc son la producción de galvanizados, piezas de moldeo y latón. La producción mundial es de 8 millones de toneladas de metal. Los principales productores de minerales de zinc son China, Australia, Canadá, Perú y EUA.

El plomo (Pb) es de color gris. En corte fresco aparece brillante, pero rápidamente se cubre de una pátina opaca. Es uno de los metales con mayor peso específico. Es muy abundante en la naturaleza (como sales diversas de plomo). Se encuentra generalmente asociado al zinc y a la plata; por esa razón, aunque cada uno de estos metales se trate por separado, la gran mayoría de los yacimientos de plomo también lo son de zinc y plata. La única mena importante de plomo es la galena (PbS , con hasta 86,6% de Pb).

Si bien es probable que las gotas de plomo que accidentalmente primero, y a propósito luego, se formaban en el fondo de los fogones y hornos por fusión del mineral hayan sido los primeros adornos metálicos usados por el hombre hace unos 7.000 años, su uso en joyería no pudo competir con el cobre, el bronce y, por supuesto, el oro y la plata. Se dice que fue utilizado para recubrir los pisos de los Jardines Colgantes de Babilonia y para acuñar monedas de escaso valor y pesas. Su uso para instalaciones sanitarias (caños, etc.) se remonta a la época romana.

El plomo tiene varias formas de aprovechamiento industrial. Se usa en la fabricación de placas de baterías, caños, recubrimiento de cables, municiones, material de soldadura, y elaboración de óxido de plomo, que es una sustancia base de preparados que se destinan a la elaboración de pinturas.

Anualmente se producen unos 6 millones de toneladas de plomo metálico en el mundo, pero se estima que la mitad de esa cifra se obtiene de minerales y la otra parte es chatarra reciclada. Australia, China, EUA, Perú y Canadá son los principales productores de minerales de plomo.

En Argentina hay numerosos yacimientos de plomo y muchos de ellos fueron explotados en diferentes épocas y circunstancias. Actualmente la casi totalidad de la producción proviene de la Mina Aguilar, ubicada 47 km al sur-suroeste de la localidad de Tres Cruces, en la provincia de Jujuy.

El cromo (Cr) es de color blanco, brillante y muy resistente al ataque químico, por lo que se utilizó como revestimiento del hierro, mediante un proceso de depósito electrolítico (cromado), en la producción de objetos que debieran resistir la oxidación (como los cubiertos de mesa). Los muebles y objetos de acero cromado han sido muy utilizados en hospitales y consultorios por su fortaleza y resistencia a la alteración química. El cromo agregado al acero le proporciona elevada dureza. Además es el principal constituyente del acero inoxidable, de uso creciente, y de otros aceros resistentes a la corrosión. La única mena de cromo es la cromita (FeCr_2O_4) cuyo contenido metálico varía entre 47% y 60% de cromo. La producción mundial es de unas 13 millones de toneladas y la mitad proviene de Sudáfrica. La cromita es un excelente material refractario. Se la utiliza sola o mezclada con magnesita (MgCO_3) para fabricar refractarios básicos como los que se usan, por ejemplo, en los hornos o convertidores para fabricar acero.

El níquel (Ni) es de color y brillo parecidos a los de la plata. Su uso es poco frecuente como metal puro, pero interviene en numerosas aleaciones. Se ha usado en aleaciones para acuñar monedas de escaso valor. La pentlandita $[(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8]$ es la principal mena de níquel. En pocos casos se aprovecha el níquel contenido en silicatos como la garnierita. En general, los minerales aprovechables de níquel contienen alrededor de 1% de metal. En la gran mayoría de los casos, el níquel está asociado a otros metales como cobre zinc y oro, de manera que la explotación depende del contenido total de metales útiles y no exclusivamente del níquel. El uso del níquel metálico tiene un gran parecido con el del cromo, ya que también se lo utiliza en la fabricación de aceros inoxidables y resistentes a la corrosión, y como recubrimiento de otros metales (níquelado). La industria adquiere níquel electrolítico para su utilización en metalurgia, de manera que el mineral debe pasar previamente por procesos de concentración, fundición y electrólisis.

La producción mundial es de poco más de un millón de toneladas por año y los principales productores son Rusia y Canadá.

El mercurio (Hg) es el único mineral líquido a temperatura ambiente y se encuentra en estado nativo casi exclusivamente en las minas de Almadén (España), que desde la Antigüedad han suministrado este material para los más diversos usos, aunque en la actualidad –debido a su toxicidad y bajo precio– la explotación de la mayoría de las minas ha dejado de ser rentable. Las minas de Huancavelica, en el Perú, fueron explotadas durante el período colonial. Durante mucho tiempo el mercurio fue usado para purificar el oro, por la propiedad que tiene de amalgamarse (mezclarse formando una aleación) con él. La separación se realizaba luego por tostado y evaporación del mercurio, que es una operación costosa, ya que el mercurio no se recupera, y por esta razón resulta sumamente contaminante.

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre, luego del oxígeno y el silicio. Es por lo tanto el metal más abundante. Como tal interviene en forma significativa en la composición de una gran cantidad de minerales. En su forma natural, sólo existe en una combinación estable con otros materiales (particularmente en sales y óxidos), sin embargo, toda la producción actual se obtiene de la **bauxita**, que no es una especie mineral propiamente dicha sino una mezcla de óxidos de aluminio con distinto grado de hidratación. El aluminio fue descubierto en 1808. A partir de entonces, demandó muchos años de investigación y ensayos el poder aislar el aluminio puro del mineral en su estado original, para poder hacer viable su producción, comercialización y procesamiento.

De esta manera, el aluminio sólo se produjo para ser comercializado durante el último siglo y medio y es todavía un material muy joven. La humanidad ha utilizado cobre, plomo y estaño por miles de años; sin embargo en la actualidad se produce más aluminio que la suma del resto de la producción de los otros metales no ferrosos.

La producción de aluminio primario durante el año 2004 fue de 38 millones de toneladas y se prevé crezca a tasas superiores al 5% durante los próximos años.

El aluminio es un material sustentable. Dados los actuales niveles de producción, las reservas conocidas de bauxita –de las cuales se obtiene el mineral de aluminio- durarán por cientos de años. Más del 50% de la producción mundial de aluminio (se excluye la producción rusa y china) se realiza utilizando energía hidroeléctrica renovable.

Casi la totalidad de los productos de aluminio pueden desde un punto de vista técnico (factibilidad) y económico (rentabilidad) ser reciclados repetidamente para producir nuevos productos, sin perder el metal su calidad y propiedades. La utilización de metales reciclados ahorra energía y preserva las fuentes de recursos naturales. Es por eso que el creciente uso del aluminio reciclado en diversas aplicaciones le da el reconocimiento de metal verde.



Las aleaciones metálicas

Las aleaciones son mezclas de metales. El hombre prehistórico obtuvo aleaciones mezclando los metales nativos que fundían a temperaturas no muy elevadas (cobre, oro, plata). Con el desarrollo de la metalurgia, y debido a la mezcla natural de ciertos minerales metalíferos que aparecen íntimamente asociados, se desarrollaron otras aleaciones.

El **bronce** es, como ya se ha comentado anteriormente, una aleación de cobre y estaño. Ambos metales se habrían obtenido ya en épocas remotas por procesos metalúrgicos simples a partir de sus minerales portadores (malaquita y casiterita). De gran resistencia mecánica y química, y de color amarillo brillante, cuando el bronce se oxida es de color castaño oscuro. Puede adquirir pátinas de diversos colores con tratamientos químicos adecuados, que los escultores aplican con criterios estéticos. Ha sido y es muy utilizado para la realización de esculturas y ornamentos (cincelado o fundido), en la fabricación de utensilios domésticos varios y en la industria de la construcción para revestimientos de techos, para caños, canillas, herrajes, cables de conducción eléctrica, etc.

El **latón** es una aleación de cobre y zinc, de brillante color dorado. Cuando se oxida toma color castaño o verde oscuros.

El **peltre** es una aleación de cantidades variables de zinc, plomo y estaño. Desde la antigüedad fue muy utilizado para la fabricación de vajillas de bajo precio. De

aspecto blando y poco brillo, adquiere rápidamente una pátina de color gris claro.

El acero es una aleación de hierro con carbono (0,2 a 1,5% de carbono). Es la aleación metálica más usada en toda clase de industrias y actividades. Desarrollado hasta el nivel de excelencia por los talleres árabes durante la Edad Media, tiene gran dureza y capacidad para retener el corte o “filo”. Para aumentar su flexibilidad debe templarse, es decir, ser recalentado hasta unos 250°C y enfriado rápidamente a temperatura ambiente. Los aceros inoxidable contienen hasta un 14% de cromo y a veces níquel. El agregado de manganeso le otorga una gran dureza al material.

Para elaborar acero, en los procesos siderúrgicos tradicionales se funde el mineral de hierro mezclado con carbono y se obtiene un producto que se llama **arrabio**, que es una aleación frágil con más de 2,5% de carbono. Este primer producto es tratado posteriormente en convertidores que lo transforman en **acero**. En el proceso de conversión de arrabio en acero se usan las **ferroaleaciones**, productos intermedios preparados con minerales de manganeso, silicio, cromo, vanadio, etc.

El mineral de hierro (natural o concentrado) que se utiliza en la siderurgia debe contener más de un 35% de hierro. El azufre es una impureza nociva, especialmente porque su presencia en el acero lo vuelve quebradizo. En ningún caso se usan minerales o concentrados con más de 0,1% de azufre. El fósforo es una impureza relativa ya que para fabricar aceros en convertidores u hornos de revestimiento ácido se imponen límites muy estrictos; no superiores al 0,1%. En cambio, se usan hornos o convertidores de revestimiento básico, cierta cantidad de fósforo es necesaria para el proceso. Otros elementos indeseables en minerales de hierro son el arsénico, el plomo y el zinc.

La producción mundial de acero crudo oscila entre 700 y 800 millones de toneladas por año.

Otras aleaciones

El denominado “oro de los pobres”, *similoro ó pacotilla* es una variedad de latón con un mayor contenido de cobre y fue desarrollado en el siglo XVIII por Christopher Pinchbeck para joyas y artículos de adorno. La *plata alemana* es una aleación de cobre, níquel y zinc utilizada como base para la realización de objetos que luego se plateaban electrolíticamente. La *alpaca* es una aleación de cobre, zinc y níquel muy utilizada para la fabricación de cubiertos y fuentes de mesa. Se llamó *metal inglés* a la aleación producida en Inglaterra desde mediados del siglo XVIII, que contiene cobre, zinc y antimonio; más brillante y duro que el peltre, reemplazó a éste en la producción de objetos domésticos económicos.

Placados, plateados, dorados y estañados

El *metal Sheffield* fue desarrollado en Inglaterra desde mediados del siglo XVIII hasta la popularización del plateado electrolítico. Consistía en la cobertura de una base de cobre con láminas (*plates*) de plata. Los bordes se cubrían con otra lámina que se soldaba a las anteriores. Es muy difícil de distinguir de la plata maciza, salvo que pueda identificarse la línea gris que marca la traza de la soldadura.

El *ormolú* es una chapa de bronce o de latón dorada. Su uso fue muy frecuente en muebles, lámparas y objetos durante los siglos XVIII y XIX, ya que su aspecto es idéntico al del oro y su costo muy inferior. La *plata sobredorada*, también denominada *vermeil*, es semejante al ormolú, y permite la combinación de ambos colores sobre la misma pieza.

La tecnología de aplicación del oro sobre otros metales varió profundamente desde las primeras obras del siglo XVIII, en que se aplicaba mediante una amalgama de mercurio (dorado al mercurio) que por calcinación liberaba los vapores de mercurio

(altamente tóxicos) y dejaba una fina película de oro adherida al bronce. Esta técnica dejó de usarse en 1830 por razones sanitarias y fue reemplazada por otras, como la aplicación de pinturas cuyo pigmento es oro finamente molido, que no alcanzan los mismos resultados.

La *hojalata* consiste en una plancha de hierro recubierta en ambas superficies con estaño para evitar su oxidación. Este material, de muy bajo costo y aceptables resistencias mecánica y química, tuvo y aún tiene una enorme cantidad de aplicaciones, ya que permite ser doblado, estampado, grabado y policromado, aceptando incluso la pintura al óleo. Muchos envases para infinidad de cosas, incluso alimentos, siguen fabricándose aún en hojalata y los envases y utensilios de hojalata pintada de los siglos XVIII y XIX pueden alcanzar muy altos precios entre los coleccionistas.



CLASIFICACIÓN DE METALES SEGÚN SUS PRINCIPALES APLICACIONES

Categorías	Metales	Principales usos
Metales ferrosos	Hierro, manganeso, cromo.	Máquinas y herramientas. Transporte, construcción.
Metales ligeros	Aluminio, magnesio, titanio	Máquinas y herramientas. Transporte, construcción.
Metales base	Cobre, zinc, plomo, níquel, cobalto, antimonio.	Comunicaciones, máquinas y herramientas.
Metales raros	Estaño, wolframio, molibdeno, vanadio, niobio, tierras raras (lantánidos La-Lu, e Y)	Máquinas y herramientas. Transporte, construcción, industria química
Metales muy raros	Berilio, gadolinio, germanio, indio	Medicina, electrónica, telecomunicaciones.
Metales radioactivos	Uranio, torio, actínidos y transuránidos.	Medicina, energía.
Metales preciosos	Oro, plata, elementos del grupo del platino.	Electrónica, joyería.
Metaloides	Arsénico, antimonio, selenio, telurio.	Industrias varias.
Metales alcalinos y alcalino térreos	Litio, rubidio, cesio.	Baterías, electrónica.

BIBLIOGRAFÍA

- **Ingeniería y Ciencias Ambientales** (Mackenzie L. Davis - Susan J. Masten) Mc Graw Hill Interamericana 2005.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. www.imta.gob.mx
- **GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACION DEL AGUA DE LLUVIA.** Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) . Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- **CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA.** Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)
- Water Use And Conservation Bureau
- **Los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia:** un panorama general. CIDECALLI
- **Introducción a la Meteorología,** de Fernando Llorente Martínez, publicado en la revista de internet RAM.
- **Manual del Observador de Meteorología,** de J. M. Jansá Guardiola, publicado por el Ministerio de Trasponte, Turismo y Comunicaciones, 2ª edición, INM 1968.
- Secretaría de Energía. **Contenidos didácticos.** www.energía.gov.ar
- “Energía”: Emilio Menéndez Pérez. Dr. Ingeniero de Minas. Comisión de Medio Ambiente del Colegio Oficial de Físicos
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA: Temas nucleares, Energía Nucleoeléctrica.
- <http://www.na-sa.com.ar/centrales>
- www.greenpeace.org – campañas
- www.foronuclear.org- Cuántas aplicaciones tiene la energía nuclear
- **Minerales y rocas en el arte, la ciencia y la tecnología** (José Sellés – Martínez; Liliana N. Castro) Colección Ciencia Joven - Eudeba
- **Lavandaio,** Eddy Omar Luis, 2008. Elementos de geología, mineralogía y materias primas minerales, 2ª edición. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.
- **Recursos Minerales, Minería y Medio Ambiente** (Carlos Herrmann y Eduardo O. Zappettini) Serie Publicaciones N°173 Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino). 2014
- Eduardo O. Zappettini. **Minería, Geología y Sociedad.** Publicación FUNDAMIN (Fundación Para el Desarrollo de la Minería Argentina).
- Roberto Oyarzún, 2011. **Introducción a la Geología de Minas**
- Aluar Online: El aluminio (www.aluar.com.ar)