

COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA Y AMBIENTE

5° ciclo - año 2011

Bibliografía 5° programa:

Temas:

- 1) Procesos de potabilización del agua
- 2) Energías no renovables

1 – Procesos de potabilización del agua.

Introducción

Vivimos en un planeta cuyas tres cuartas partes de superficie están cubiertas por agua, sin embargo grandes y numerosas regiones del planeta carecen de agua. La mayoría del agua de la Tierra es agua de mar, demasiado salada para el consumo humano. De la pequeña cantidad de agua “dulce” que queda, la mayoría está atrapada en los polos, de donde no se puede arrancar para la población del mundo.

La población mundial está creciendo y el agua disponible debe responder a sus demandas, es por ello que el interés por la calidad del agua va en continuo aumento.

Mucha del agua natural accesible se enfrenta a las necesidades cada vez mayores de la creciente población mundial, que incrementa la demanda de este recurso natural, mientras que la contaminación entorpece su abastecimiento.

Generalmente no le damos valor a algo hasta que está en peligro, no importa lo esencial que sea para nosotros. Somos dependientes, en último término, del aspecto y calidad del agua de bebida.

Muchas personas están expresando ya su preocupación de muchas maneras. Compran e instalan sistemas domésticos de filtración, hacen análisis sobre la calidad de agua de red o de los pozos de agua, compran agua embotellada. Por una amplia variedad de razones deciden no beber el agua que tienen al alcance. Algunas de estas razones pueden parecer triviales para una persona que no tiene un suministro público de agua.

El agua es esencial, pero es un recurso limitado. Algunas personas que nadan en su abundancia puede ser que no reconozcan hasta que punto es un “tesoro”.

Los proveedores de agua potable deben garantizar que el abastecimiento sea fiable para el consumo humano. De hecho la razón principal para el proyecto e instalación de un sistema público de agua es la protección de la salud humana. Un sistema que trabaje correctamente es la línea de defensa entre la enfermedad y el público.

Las aguas naturales raramente son de calidad satisfactoria para el consumo humano o el uso industrial, y casi siempre deben ser tratadas. El nivel de tratamiento necesario dependerá de cuan aceptable o pura sea el agua natural

El agua dulce bruta se extrae de los ríos, lagos u origen subterráneo y se trata hasta los estándares aceptables para el consumo humano o las necesidades industriales. Algunas fuentes de agua subterránea son tan puras que no necesitan tratamiento alguno, aunque cuando se utilizan para abastecimiento público, las autoridades hidráulicas locales (públicas y privadas) tienden a aplicar un proceso de desinfección, aunque esto es prioritariamente para la desinfección de la red de distribución.

Los objetivos del tratamiento de agua son producir:

- Agua que sea segura para el consumo humano
- Agua que sea estéticamente atractiva al consumidor
- Agua a un costo razonable

Importancia de la potabilización

La finalidad fundamental de este procesamiento del agua es proteger al consumidor contra los agentes patógenos y las impurezas que pueden resultarle desagradables o ser perjudiciales para su salud.

La intensidad del tratamiento del agua dependerá del grado de contaminación en la fuente. Si ésta está contaminada, es especialmente importante que el tratamiento oponga múltiples barreras a la difusión de los organismos patógenos, garantizando así un alto grado de protección y evitando la dependencia de un solo proceso.

Se debe tener en cuenta el tipo de fuente y la calidad del agua procedente de ésta, pero, en general, cuando nos referimos al proceso de potabilización éste se integrará por barreras sucesivas que se estudian a continuación través de los diferentes pasos.

El proceso de potabilización de Aysa

El tratamiento de aguas y su potabilización en la Ciudad de Buenos Aires y 17 partidos del primer cordón del conurbano boanerense es realizado por AySA (Aguas y Saneamientos Argentinos), abasteciendo en su área de acción a una población de **8.136.435 habitantes**.

Tanto para la Ciudad de Buenos Aires como para el área del conurbano a su cargo, Agua y Saneamientos Argentinos realiza el abastecimiento de agua potable a partir de agua superficial que proviene del Río de la Plata y, en proporción muy inferior, mediante agua subterránea a través de perforaciones semisurgentes provenientes del Acuífero Puelche.

La producción de agua superficial proviene de dos grandes plantas potabilizadoras que captan el agua del Río de la Plata: el establecimiento General Belgrano, ubicado en el partido de Quilmes; y el Establecimiento General San Martín, que se encuentra en el tradicional barrio de Palermo, en la Ciudad de Buenos Aires. Esta



Vista aérea Planta Gral. San Martín

última es una de las plantas más grandes del mundo por su superficie -28,5 hectáreas- y por su capacidad de producción - próxima a los tres millones de metros cúbicos por día-.

Además, la empresa cuenta con una planta menor, la Dique Luján, que se utiliza para abastecer a una parte de los habitantes de Tigre.

En cuanto a la producción de agua subterránea, ésta se realiza a través de perforaciones, ya sea en forma puntual o en forma de baterías. El recurso subterráneo representa algo menos del 4,5% del total del agua producida.

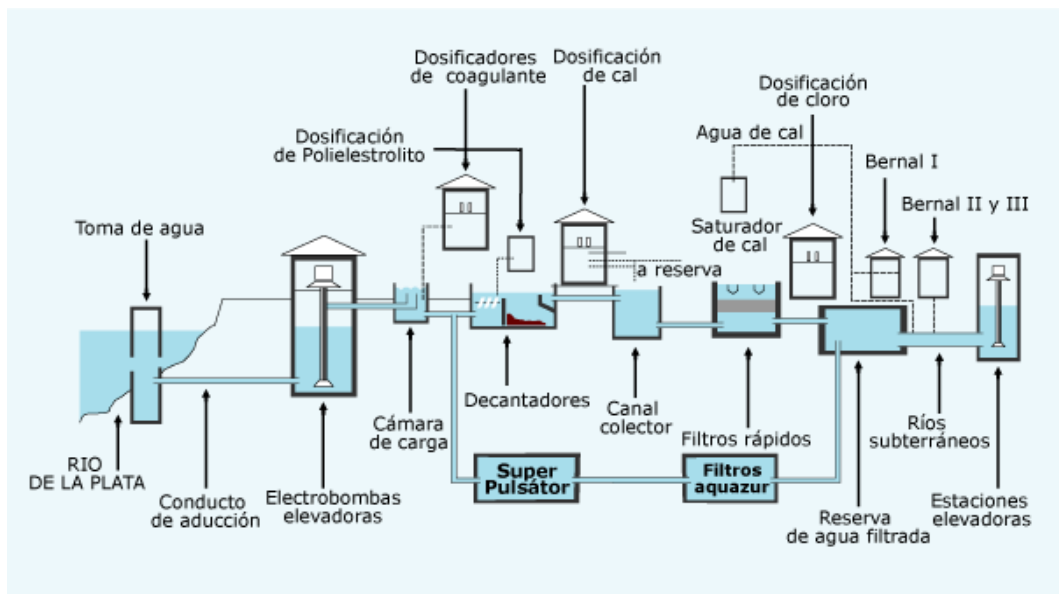
La producción promedio diaria de las plantas potabilizadoras, durante el año 2009, fue de 4.442.065 m³/día. A ello debe adicionarse, para algunas zonas de la concesión, el aporte de 231.416 m³/día que se extraen de las 219 perforaciones en funcionamiento y, eventualmente, de las 32 que se encuentran en reserva en el conurbano bonaerense, dentro del área de acción de la empresa.

A través del proceso que se realiza en estas plantas, la empresa transforma el agua cruda, obtenida del río, en agua apta para el consumo. Este proceso de potabilización consiste en un tratamiento que permite la eliminación de componentes físicos, químicos y biológicos indeseables. Las etapas del tratamiento consisten en: captación, elevación y conducción, dosificación de coagulante, floculación, decantación, filtración, desinfección y alcalinización - corrección de pH-. Luego, el agua potabilizada se almacena en reservas, para su posterior distribución.

El sistema de distribución está integrado por: ríos subterráneos, una red troncal y líneas de impulsión, la red primaria y la red secundaria, compuesta por distribuidoras y subsidiarias. La longitud total de esta enorme red de distribución es de 16.942,63 km.

Las plantas potabilizadoras alimentan los ríos subterráneos, que transportan el agua potable por gravedad hacia cisternas subterráneas periféricas desde donde es elvada e impulsada a las redes de distribución.

Etapas del Proceso de Potabilización



1 - Captación

De acuerdo a la forma en que se encuentra en la naturaleza, las distintas fuentes de provisión de agua, son las siguientes:

- a) Aguas superficiales
- b) Aguas subterráneas
- c) Aguas sub-álveas
- d) Aguas meteóricas o de lluvia

Las aguas provenientes de estas fuentes pueden ser naturalmente potables, mientras que otras necesitan un tratamiento correcto previo a su entrega al consumo.

La selección de la fuente de provisión constituye tarea fundamental de la que ha de depender la seguridad del servicio que se preste. Deben balancearse cuidadosamente dos aspectos: sanitario y económico, de manera de elegir una fuente que nos asegure la provisión de agua en cantidad y calidad necesaria, y al mismo tiempo nos permita la máxima economía de construcción y posterior operación y mantenimiento de servicio.

a) Aguas Superficiales

Se denominan así las aguas provenientes de los ríos, arroyos, lagos, etc. En nuestro país las aguas superficiales proveen a más del 70 % de la población servida. Son en general aguas turbias y con color, y además, por ser superficiales, están sujetas a contaminarse. Por estas causas exigen tratamiento potabilizador, incluido desinfección previa a su entrega al consumo.

La captación de estas aguas superficiales se realiza por medio de **tomas de agua**, que también cuentan con bombas en su interior para poder elevar el agua; la altura a la que se elevará podrá cambiar según la planta potabilizadora en cuestión, pero rondará entre los 10 y 15 metros.

Para realizar la captación se deben tomar las medidas necesarias y establecidas en las distintas normas; en el caso de los ríos, la captación debe hacerse aguas arriba de la población, tomando el agua de la parte central del cauce y próxima a la superficie. En embalses y lagos, la captación se hará lo más alejada posible de la orilla y a 20 cm de la superficie, con objeto de que se tome de una zona de aireación que favorezca la autodepuración.

Toma de aguas

Existen distintos tipos de construcciones que permiten la recolección de agua para redirigirla, por medio de tuberías, a las distintas máquinas utilizadas para la potabilización. Todas las tomas de agua constan de compuertas para regular la entrada de agua que llega y de rejillas para prevenir la llegada de ciertos elementos (entre ellos troncos, ramas y hojas) a las máquinas. También ayuda a prevenir que, a raíz de estos elementos, puedan producirse imperfectos tanto en las maquinarias como en el agua misma. Desde las tomas hacia los estanques el agua puede ser derivada por medio de tuberías, canales o canaletas abiertas.

En las presas existen canales de derivación que permiten la conducción del agua hacia las tomas.

Tomas de agua utilizadas en Buenos Aires

- Toma de agua de la Planta Potabilizadora Gral. San Martín: El agua se capta del Río de la Plata, a la altura del Aeroparque Metropolitano, donde existen dos tomas de agua potable de las cuales se utiliza sólo la de construcción más reciente, que es la torre más alejada y de forma octogonal. Se construyó con el objetivo de captar agua cruda de mejor calidad; se encuentra ubicada a 1.200 metros de la costa y tiene rejas gruesas para interceptar la entrada de sólidos gruesos

existentes en el río. El agua captada llega a la planta potabilizadora a través de un conducto de 5,40 metros de diámetro.



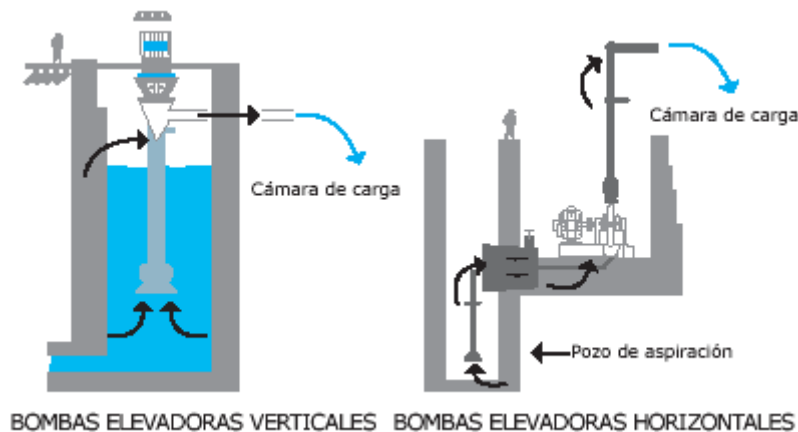
Tomas de agua para la Planta Gral. San Martín. En la fotografía se pueden observar dos tomas de agua cruda la más cercana a la costa será refaccionada y está fuera de funcionamiento y la segunda es la toma utilizada actualmente.

Cabe destacar que la decisión y proyecto para asegurar la captación de agua en el Río fue un problema serio y difícil de resolver debido a las posibles bajantes extraordinarias que pueden ocurrir en un río muy ancho y de escasa profundidad, con preponderancia de los vientos en el nivel del agua y las influencias de bajantes y crecientes ocasionadas por mareas del Océano Atlántico.

- Toma de agua de la Planta Potabilizadora Gral. Belgrano: El otro punto de captación en el Río de la Plata se encuentra a la altura de Bernal. La misma se realiza mediante una torre de toma de hormigón de forma hexagonal, ubicada a 2.400 m de distancia de la costa. Posee aberturas para el ingreso del agua en cada uno de los lados. Tiene protección de rejas gruesas y puede ser cerrada por medio de compuertas. El agua es conducida a la planta para su tratamiento por medio de un conducto de hormigón de 4.60 m de diámetro y 4.000 m de largo, que lleva el agua por gravedad hasta la planta.

- Toma de agua de la Planta Potabilizadora Dique Luján: La tercera toma de agua superficial, de escala significativamente menor que las anteriores, se encuentra localizada en el Partido de Tigre. Usa como fuente el agua del Río Luján y es tratada en la Planta potabilizadora Dique Luján.

Elevación



La elevación del agua captada por medio de bombas permite que el recorrido en la planta se realice por gravedad. La planta potabilizadora Gral. San Martín cuenta

con 13 bombas elevadoras (8 verticales y 5 horizontales) que funcionan según la demanda para elevar hasta 3.100 millones de litros de agua por día, a una altura de 10 m con respecto al nivel del río.

b) Aguas subterráneas

Se refiere a la extracción de agua del subsuelo. Como ya se ha mencionado, sólo el 4 % del agua producida en el área de prestación de AYSA S.A. proviene de fuentes subterráneas que se capta a través de perforaciones.

Aguas subterráneas profundas: Las aguas subterráneas profundas captadas mediante pozos semisurgentes dan por lo general aguas potables y han sido utilizadas exitosamente en muchas zonas del país, ocupando el segundo lugar en número de habitantes servidos y el primero en número de localidades servidas.

Las aguas subterráneas carecen habitualmente de turbiedad y color, pero en algunos casos de aguas subterráneas ferruginosas, éstas se colorean a poco de extraerlas por oxidación de compuestos ferrosos contenidos en las mismas y requieren tratamiento corrector previo a su entrega al consumo. También es necesario tratamiento corrector cuando se trata de aguas con dureza muy elevada.

En otros casos pueden contener exceso de sólidos disueltos (elevada mineralización), cloruros, sulfatos, etc., o bien algunos elementos tóxicos como el arsénico, el vanadio o el flúor en alta concentración, resultando por esta causa inadecuada su utilización como fuente de provisión.

Aguas freáticas o de primera napa: Pueden utilizarse cuando constituyen la única fuente económicamente utilizable. Su nivel oscila bastante y está directamente influenciado por el régimen de lluvias. Su calidad es variable y aunque física y químicamente sea aceptable, existe siempre el peligro de contaminación microbiológica. Por ello, de resolverse su utilización, habrá que hacerlo mediante pozos excavados o perforados a los que se deberá proteger adecuadamente contra la contaminación superficial, manteniendo estricto control bacteriológico del agua de consumo.

En caso que se realizara la captación de agua subterránea y se practicara un corte en un terreno, encontraríamos, inexorablemente, tres elementos definidos: una zona de estratos permeables; una zona de arcillas impermeables y, entre ambas zonas, las llamadas napas.

La naturaleza geológica de los estratos es muy diversa y, a título de orientación, se menciona en orden cronológico y desde la superficie hasta el interior, las características y/o composición de esos estratos. En primer término, una capa de tierra vegetal, seguida por tierra greda, distintos tipos de arcilla permeables, marrón, gris, estratos minerales, arcillas con tosca y luego, y como característica, se encuentran diversos tipos de piedras de canto rodado y por último arena, siendo el lecho arenoso donde se encuentra el manto acuífero.

El lecho arenoso y el manto acuífero se encuentran asentados sobre una sólida capa de arcilla impermeable.

Estas situaciones se repiten a medida que el corte o la perforación se profundiza, con alguna variante en la composición de los distintos estratos, pero repitiéndose en forma cíclica el lecho impermeable y sobre él, el manto arenoso y el manto acuífero.

Las napas de agua se extienden, corren, ascienden o descienden, formando verdaderos ríos subterráneos, cuyo curso está marcado por los estratos impermeables que les sirven de lechos. A veces esos mantos, por razones diversas, se interrumpen, y el agua vuelve a infiltrarse más profundamente, o bien puede hasta llegar a aflorar en la superficie del suelo.

Como consecuencia de la mencionada configuración de los terrenos, cuando se practica una perforación puede obtenerse agua de primera, segunda, o tercera napa, o más según se siga profundizando. La primera napa recibe el nombre de “*napa freática*” y, no obstante ser potable, no es apta para beber, pues su proximidad con la superficie del suelo no le permite lograr el grado de purificación bacteriológica necesario, tornándola por lo tanto peligrosa. Podría decirse, sin lugar a dudas, que de la simple comparación de las aguas subterráneas con las superficiales surge que las primeras poseen una mejor calidad bacteriológica y una menor calidad química que las segundas.

Son, por lo general, más claras, totalmente incoloras y conservan a lo largo de las variaciones estacionales una temperatura más uniforme y más constante. Se las prefiere para abastecimiento de consumo humano, a pesar de que, en algunos casos, el exceso de sales disueltas puede tornarla algo desagradable o poco adecuada para uso doméstico.

Perforaciones, construcción de pozos: La perforación más rudimentaria es la llamada de “*pozos de balde*”, y consiste en una perforación en forma de cilindro, de aproximadamente 1,00 m. de diámetro, que alcanza la altura de la primera napa, efectuándose la extracción en forma manual. La construcción se realiza con ladrillos comunes, para evitar desmoronamientos y no se emplea ningún tipo de cañerías.

c) Aguas meteóricas

Existen vastas zonas rurales, carentes de cursos de agua estables, donde la permeabilidad de los suelos impide la formación de depósitos superficiales, donde el rendimiento de las napas subterráneas libres disminuyen o se anulan en épocas de sequía, o bien donde las napas cautivas no son aptas para el consumo por su elevada salinidad. En esos casos, y descartada la posibilidad de abastecimiento mediante las citadas fuentes de provisión, se recurre a recoger directamente el agua de lluvia. Cuando se proyecten instalaciones para el suministro de agua para poblaciones, deben tenerse en cuenta dos factores primordiales:

- 1) la población a abastecer, sean personas, animales o establecimientos varios, asignando concretamente consumo diario a cada uno;
- 2) los factores climáticos en la periodicidad y cantidad de lluvias.

La determinación de la capacidad de los depósitos de almacenamiento debe estimarse en no menos de 180 litros por día por persona, adicionándose un porcentual para otros usos.

d) Aguas sub-alveas

Son aguas que corren por el subalveo del río. Se captan en general mediante pozos filtrantes o galerías filtrantes. Suelen ser aguas de muy buena calidad, ya que han sufrido un proceso natural de filtración. El costo de las obras para utilización de esta agua es algo elevado.

2- Conducción

Tiene por finalidad transportar el agua captada en las tomas hasta la planta de tratamiento, o desde la planta hasta la ciudad para su distribución. La obra de conducción puede ser un canal abierto o por conducto cerrado. Si se transporta agua sin tratar la conducción puede ser a canal abierto. En cambio, si se conduce agua tratada siempre debe hacerse por conducto cerrado, para de esta forma preservarla de la contaminación.

Aireación

La aireación es un proceso optativo que consiste en la adición de aire al agua. Se incorpora oxígeno al agua y permite que los gases atrapados en ella puedan escapar, también mejora la purificación de las bacterias aeróbicas. Los aireadores lanzan miles de litros de agua al aire, permitiendo a las gotas capturar el oxígeno del aire. Éste entra en el agua cuando las gotas golpean la superficie, rebajan la elevada temperatura del agua superficial y provocan la mezcla y circulación de diferentes profundidades.

Existe la aireación extendida, que consiste en el agregado de aire a través de difusores dispuestos en el fondo del estanque (en el estanque de aireación al agua).

El aire es transferido al agua a través de pequeñas burbujas con lo cual los microorganismos presentes en el agua pueden degradar la materia orgánica. Estas burbujas permiten una mezcla continua del agua y la suspensión del material orgánico, lo que facilita su degradación. El proceso es diseñado de manera tal que la población microbiológica oxide la materia orgánica en la etapa de crecimiento endógeno, resultando una pequeña producción de biomasa. Los sólidos se mantienen en suspensión gracias a la corriente producida por los aireadores, consiguiendo un elevado rendimiento de nitrificación-desnitrificación. Son, pues, los equipos ideales para procesos de homogeneización biológica. La capacidad de circulación del aireador hace que este oxígeno se disperse en toda la masa y evita la sedimentación en el fondo del tanque.

3- Pre-sedimentación

Se realiza en piletas preparadas para decantar sólidos pesados o para aquéllos sedimentables como arena. Estas piletas contienen algunas placas que permiten un mayor contacto con las partículas referidas anteriormente y en su interior pueden tener distintos tipos de materiales que aceleren este proceso o simplemente ayuden al mismo. Se hace antes de que el agua pase por el filtro, en otro tanque, generalmente abierto. Allí el agua fluye tan lento que las partículas sólidas más densas que el agua van cayendo por gravedad al fondo del tanque, aclarando el agua de las partes de arriba.

Este proceso es más rápido cuando las partículas son grandes, pero cuando son pequeñas es considerablemente más lento. Es importante que al entrar el agua al tanque provoque la mínima turbulencia y que al salir no arrastre fuera del tanque el material sedimentado. Para poder limpiar con facilidad los tanques de asentamiento, en el fondo tienen un drenaje con una válvula, que se abre para dejar salir los lodos espesos del sedimento.

Agregado de productos químicos

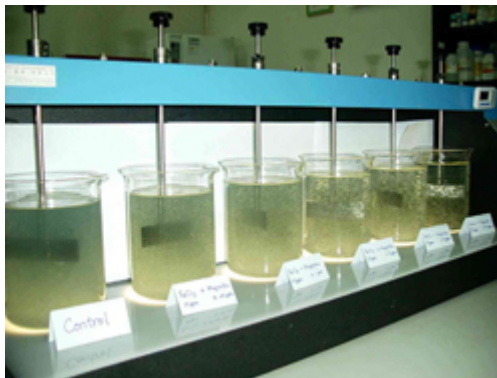
El agregado de productos químicos (coagulantes) se realiza para la desestabilización del coloide o turbiedad del agua. Las impurezas se encuentran en el agua superficial como materia en suspensión y materia coloidal. La coagulación comienza al agregar el coagulante al agua y dura fracciones de segundos, se desestabilizan los coloides y se produce una sedimentación rápida de los mismos, eliminando bacterias y virus que interfieren directamente en el aroma, sabor y color del agua a consumir posteriormente. Las especies coloidales incluyen arcilla, sílice, hierro, otros metales y sólidos orgánicos. La eliminación de una gran proporción de estas impurezas la llevamos a cabo por sedimentación, basada en simple gravedad, pero algunas de estas impurezas son demasiado pequeñas para obtener un proceso de eliminación eficiente por lo tanto, se requeriría invertir mucho tiempo para remover los sólidos suspendidos, por lo que es necesario utilizar procesos de clarificación, que consisten en cualquier proceso o combinación de procesos, cuyo propósito es reducir la concentración de los materiales suspendidos en un líquido.

4- Floculación

En la floculación las partículas suspendidas se agrupan en grupos químicos llamados “**flocs**”. El peso específico de los flocs supera al del agua y por esto mismo precipitan. La coagulación y floculación causan un incremento de tamaño del floculo y su rápida aglomeración, disminuyendo así el tiempo de sedimentación de las partículas. El proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua. Para realizar este tipo de procesos se adicionan sales químicas en su mayoría cargadas positivamente (sales de aluminio, sales de hierro o polielectrolitos) que desplazan los iones negativos y reducen efectivamente el tamaño de carga.

Entre los floculantes más usados se tienen: Sulfato de Aluminio, polielectrolitos, Cloruro férrico, Sulfato ferroso y férrico. En la actualidad los polielectrolitos son los más utilizados debido a su menor impacto ambiental y a la calidad del floculo que producen.

Para poder determinar la cantidad de producto a agregar al agua se tiene que hacer un ensayo conocido como “Jar Test” o Test de Jarras. Este test mide básicamente el efecto de las diferentes combinaciones de dosis de coagulante y pH.



Jar Test ó Test de Jarras

Dosificación del coagulante: A partir de los ensayos permanentes que realiza el Laboratorio de la planta, se determina la dosificación de coagulante. La arcilla que

contiene el río está en estado coloidal con carga negativa; al agregar el coagulante con carga eléctrica positiva, se produce la desestabilización de los coloides, que da como resultado coágulos o "Flocs". La adición de un polielectrolito puede llegar a aumentar la cohesión o resistencia de este floc.

Con el objetivo de aumentar el peso y la cohesión del floc formado, se necesita una agitación suave, generada por medio de un agitador de palas, instalado en cámaras de floculación situadas a la entrada de los decantadores. Esto permite la agrupación de los flocs aumentando su tamaño y la velocidad de sedimentación.

5- Decantación- Sedimentación

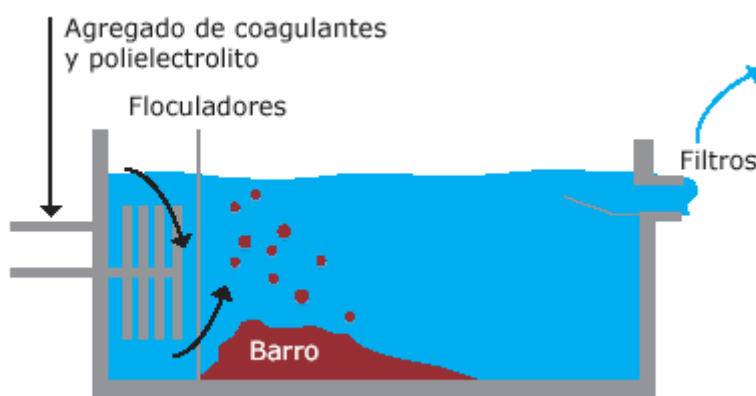
Podemos definir a la decantación como el proceso de separación de un líquido de sólidos o de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior después de que la materia más pesada ha sedimentado. La decantación empieza cuando termina la coagulación; supone la quietud del líquido para el asentamiento de las partículas. La sedimentación se realiza en decantadores o piletas de capacidad variable, según la planta potabilizadora. En ellos se produce la decantación del floc, que precipita al fondo del decantador formando barros.

Estas unidades pueden clasificarse de acuerdo con la dirección predominante del flujo de líquido desde la entrada a la salida, en decantadores de *flujo horizontal* y decantadores de *flujo vertical*.

Decantadores de flujo horizontal: Son los más utilizados a nivel purificación de aguas, la distribución de caudales en tanques rectangulares, se produce por un extremo, existiendo pantallas reflectoras, y atraviesa la longitud del tanque hasta los vertederos de evacuación.

Decantadores de flujo vertical: Se suelen utilizar únicamente en aplicaciones de floculación decantación.

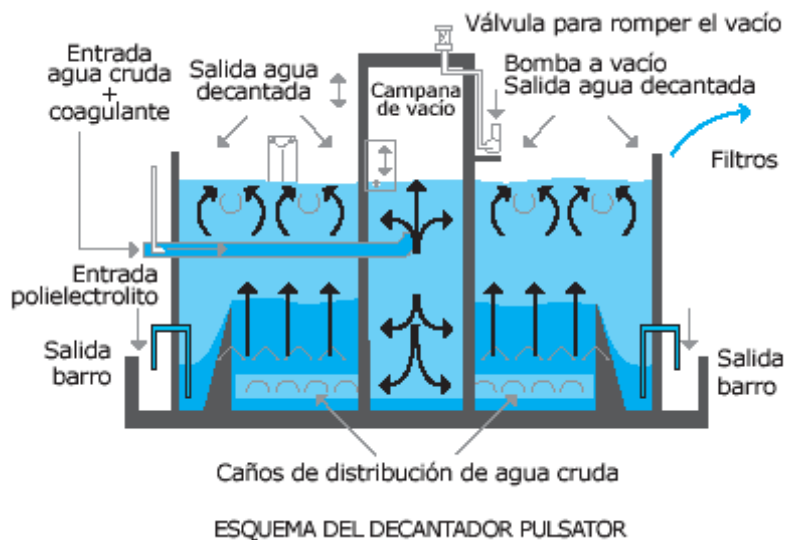
Decantadores estáticos: Son de flujo horizontal. El agua recorre la extensión del decantador saliendo por los vertederos que la conducirán al canal colector, rumbo a los filtros.



ESQUEMA DEL DECANTADOR ESTATICO

Decantadores Pulsátor: Son de flujo vertical. El agua con coagulante y polielectrolito ingresa por el fondo del equipo y entra en contacto con un lecho de barros mantenido en expansión por un sistema de vacío, que ayuda a la captación de las partículas (arcilla, microorganismos) y al crecimiento del floc. Son más rápidos y más compactos que los estáticos.

En ambos tipos de decantadores se elimina aproximadamente un 90% de arcilla y un 95% de bacterias.



6- Filtración

Una vez que se ha decantado el agua para terminar el proceso de clarificación, se hace pasar por una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte.

Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal.

Para evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho filtrante, y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante. Hay dos clases de filtros de arena: los de acción lenta y los de acción rápida, y estos se dividen en filtros de superficie libre y filtros de presión.

Filtración rápida y lenta con arena

Cuando la filtración rápida tiene lugar después de la coagulación, el éxito de la eliminación de los microorganismos y la turbiedad varía durante el intervalo entre dos lavados por corrientes de agua limpia. Inmediatamente después de uno de estos lavados, los resultados no son satisfactorios hasta que el lecho filtrante se compacta.

Los resultados se deterioran también progresivamente cuando hace falta un lavado, ya que la masa flocosa puede escapar a través del lecho filtrante, introduciéndose en el agua tratada. Todo esto pone de relieve la necesidad de supervisar y controlar adecuadamente la filtración en las instalaciones.

La filtración lenta con arena es más fácil de realizar que la rápida, ya que no se necesitan lavados frecuentes por corrientes de agua limpia. Por ello es

especialmente adecuada para los países en desarrollo y los pequeños sistemas rurales, pero sólo puede utilizarse si se dispone de suficiente terreno.

Cuando se pone en marcha por primera vez un filtro lento de arena, en los granos de ésta, en especial en la superficie del lecho filtrante, se desarrollan fangos microbianos, compuestos por bacterias, protozoarios ciliados y amebas en estado libre, crustáceos, y larvas de invertebrados que intervienen en cadenas alimentarias, y tales fangos provocan la oxidación de las sustancias orgánicas contenidas en el agua y del nitrógeno amoniacal para producir nitrato. Las bacterias, los virus patógenos y las fases inactivas de los parásitos se eliminan principalmente por absorción y ulterior predación.

Cuando las cargas son correctas, la filtración lenta con arena mejora más la calidad del agua que cualquier proceso tradicional de tratamiento considerado aisladamente.

Las bacterias se eliminan en un 98 - 99,5% o más, el número de E. coli quedará dividido por 1000 y la destrucción de virus será aún mayor. Los filtros lentos de arena son también muy eficaces para eliminar los parásitos (helmintos y protozoarios), y su eficacia aumenta cuando el agua está caliente. No obstante, el efluente que de ellos procede puede muy bien contener un pequeño número de E. coli y de virus, en particular durante el período inicial de un intervalo entre lavados y cuando la temperatura del agua es baja. En AySA hay 130 filtros. Los mismos son los encargados de retener las partículas que superaron la etapa de decantación.

7- Dosificación de cal

El efecto secundario del coagulante es aumentar la acidez del agua. Se agrega entonces cal para equilibrarla. La cantidad de cal varía según los resultados de los análisis que se realizan en forma permanente en el Laboratorio. Este agregado químico es primordial para bajar la acidez. Se neutraliza la acidez provocada por coagulantes y otros acidificantes con cal hasta pH entre 6,5 y 8,5 para evitar corrosiones.

8- Desinfección

Los agentes químicos desinfectantes más utilizados son el cloro, el dióxido de cloro y el ozono. En nuestro país el cloro en su forma gaseosa o como Hipoclorito de Sodio o Calcio es el más usado.

La aceptación del cloro es debida a diversos factores:

- Su capacidad de oxidar sustancias inorgánicas (hierro, manganeso, nitritos, etc) que causan mal sabor, corrosión y deterioro en las líneas de transmisión del agua.
- La acción microbicida del cloro como algicida, bactericida y en menor medida virucida.
- La capacidad de mejorar los procesos de coagulación y floculación, ya que favorece la formación de flóculos.
- Su uso es de bajo costo y es bastante seguro.
- El equipo que requiere para su dosificación no es sofisticado ni complejo.

El Dióxido de Cloro (ClO_2) es un gas relativamente inestable que se obtiene a partir de la mezcla de cloro con clorito sódico. Es relativamente inestable por lo que normalmente se genera en el lugar de aplicación. Una de sus ventajas es que no se ve afectado por el pH e incluso aumenta su potencialidad frente a amebas y enterovirus.

Cloración

Durante la cloración (adición de cloro o derivados clorados), se eliminan microorganismos patógenos, destruyéndose la pared celular de las bacterias. Estos compuestos tienen propiedades residuales duraderas, impidiendo crecimiento microbiano, controlándose gusto y olores. Se oxida la materia orgánica y reacciona formando cloroaminas, (cloro residual combinado). Si se continúa, aparece cloro residual libre, agente desinfectante muy activo.

El elemento cloro es un gas verdoso, venenoso, sofocante, más pesado que el aire, que rara vez se encuentra puro de la naturaleza. Se usa principalmente para desinfectar el agua y como agente blanqueador en el lavado de la ropa, en la industria del papel y en la industria textil. El cloro tiene la característica química de ser un oxidante, lo cual hace que se libere oxígeno matando los agentes patógenos, por lo general bacterias anaeróbicas. Además de su poder germicida tiene la ventaja de eliminar algunos olores y sabores, evita la formación de algas y ayuda a quitar hierro y manganeso. Otra ventaja del cloro consiste en que es relativamente barato y se vende en muchos lugares.

Como germicida tiene el beneficio de su poder residual, es decir que una vez aplicado al agua queda un remanente de cloro que sigue matando los microbios por muchas horas y días.

Para tratamiento de aguas el cloro se consigue en tres formas diferentes: puro como gas, en tanques; como hipoclorito de calcio en polvo o pastillas, y como hipoclorito de sodio líquido.

El hipoclorito, ya sea sólido o líquido, se aplica antes de que el agua llegue al depósito para que pueda estar en contacto con ella por lo menos 20 minutos. Después de ese tiempo, si la dosis es correcta, se considera que el agua ha perdido sus microbios y es potable.

La cantidad de cloro necesaria para desinfectar agua es pequeña, usualmente 1 a 5 partes de cloro por millón de agua. Cantidades más grandes resultan antieconómicas y pueden dañar la salud. La dosificación correcta se puede comprobar determinando el cloro residual disponible con un pequeño equipo comparador de cloro.

El cloro se introduce en el agua por medio de unos aparatos dosificadores que se conectan a la tubería que conduce el agua al tinaco o depósito.

Otros métodos de desinfección

El uso de Carbón Activo: Una vez que el agua ha sido clarificada, pasa a la adsorción sobre carbón activo, que permitirá la disminución de la materia orgánica, color, olor y sabor presente, por separación, al quedar retenidas en la superficie del adsorbente. El adsorbente utilizado es carbón activo en forma granular que se sitúa formando un lecho fijo en una columna de tratamiento, a través del cual pasa el agua. El Carbón Activo puede fabricarse a partir de todo tipo de material

carbonoso, o bien, a partir de cualquier carbón mineral no grafitico. Hay que recordar que cada materia prima brinda características y calidades distintas.

Una de las principales razones de la aplicación del Carbón Activo es la decoloración o eliminación de cloro libre del agua. También se puede utilizar para controlar olor y sabor, el crecimiento biológico o eliminar amoníaco.

Uso del Yodo: el yodo es un elemento (el número 53 de la tabla periódica) que, debido a su inestabilidad, casi no se encuentra puro en la naturaleza, sino mezclado con otras sustancias. Es sólido, con textura laminosa, color negrozco y brillo metálico. Aunque se usa desde hace casi 200 años como antiséptico y germicida, y, como tintura, diluido en alcohol, se emplea en cirugía y primeros auxilios, como germicida también se emplea para la desinfección del agua potable, aunque en escala mucho menor que el cloro. Esto es debido a su mayor costo, al mayor tiempo de contacto que necesita (treinta minutos), y porque tiñe el agua con un ligero color amarillo y le comunica el olor y sabor característicos. Como desinfectante del agua es útil cuando se trata de pequeñas cantidades en condiciones de emergencia. Se agregan unas cuantas gotas de tintura de yodo en el agua. Si el agua no adquiere un ligero color amarillo es que está muy contaminada y hay que agregar más yodo, hasta que aparezca el color amarillo. El color amarillo en el agua es indicativo de que toda la materia orgánica que contiene el agua se ha oxidado y que ha quedado un exceso de yodo sin reaccionar, que es lo que produce el color amarillo. Se deja pasar media hora para asegurarse que los microbios han muerto y que se realizó la desinfección. Si después se quiere eliminar el color amarillo del agua, se pueden agregar al agua unas gotas de hiposulfito de sodio diluido, en agua al 15% hasta que el color desaparezca, agitando constantemente.

Uso de Plata: Desde hace muchos años se conoce el poder germicida de la plata. En la antigüedad se usaban jarras de este metal para mantener el agua sin descomponerse. Actualmente la plata coloidal se viene usando cada vez más como germicida en la desinfección de agua. La plata coloidal es plata disuelta finamente en un líquido. Se usa en su forma líquida o mezclada en un filtro. En su forma líquida se emplea como desinfectante en pequeñas cantidades de agua o para matar los gérmenes de la verdura cruda, cuando se hacen ensaladas. En los filtros, generalmente de arcilla, la plata coloidal líquida se ha mezclado con las arcillas, que quedan uniformemente impregnadas de plata. Al filtrarse el agua en estos filtros de cerámica y plata, pasa por los pequeños orificios en los que entra en contacto con el metal, matando los microorganismos.

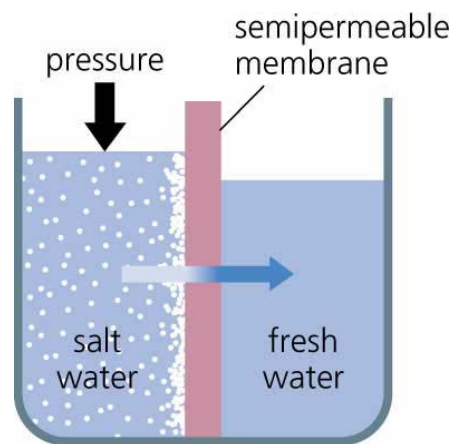
Tiene la ventaja de que no da sabor ni olor al agua y es bastante efectiva su acción germicida. La desinfección final del agua distribuida por tuberías tiene una importancia fundamental y es casi universal, ya que constituye la última barrera contra la transmisión de enfermedades bacterianas y víricas por el agua.

Ósmosis inversa: La ósmosis directa es un proceso natural, que ocurre en todas las células vivas, la ósmosis permite la fuente de vida para todos los seres vivos, al permitir que el agua fluya por difusión a través de una membrana semipermeable desde zonas donde se encuentra pura relativamente (bajo contenido en impurezas) a zonas donde se encuentra con alta concentración de sales. Esto permite extraer agua pura del medio ambiente. La *ósmosis inversa* es un proceso

creado por el hombre que invierte el fenómeno, aplicando una presión elevada del lado de la membrana donde está la concentración mayor, y así poder invertir el sentido natural del flujo. De esta manera el agua concentrada pasa a través de una membrana semipermeable, las impurezas y iones quedan retenidas en la superficie de la membrana y se obtiene agua de baja concentración en sales o contaminantes. Con este mecanismo se logran eliminar el 95-98% de iones inorgánicos, contaminantes no iónicos y moléculas orgánicas de peso molecular mayor que 100.

Desde 1988 la aplicación de este método para desalación y potabilización de agua de mar va en aumento.

El sistema de ósmosis inversa no sólo es el más efectivo para potabilizar el agua de mar sino que nos permite tener la certeza de que el agua que vamos a ingerir es un agua que no contiene bacterias, virus, pirógenos, patógenos, larvas, quistes, algas y muchas otras impurezas que pueden afectar a la salud humana.



La ósmosis inversa también puede ser efectiva para tratar el arsénico, amianto, atracina, flúor, plomo, mercurio, nitrato y radio. Este proceso es muy efectivo pero requiere una demanda energética importante para llevarse a cabo.

Ozono: El ozono (O_3) en estado gaseoso a las temperaturas y presiones normales, es un poderoso desinfectante (desinfecta rompiendo las moléculas en el agua). Es inclusive más efectivo que el cloro contra algunos virus y quistes. Tiene otra ventaja, la de no dejar sabor ni olor, y no le afecta el pH o el contenido de amonio del agua.

Cuando el ozono reacciona con los compuestos inorgánicos reducidos y con la materia orgánica añade un átomo de oxígeno en lugar de uno de cloro y el resultado es un compuesto aceptable ambientalmente. Pero como el ozono es inestable y no se puede almacenar, debe producirse *in situ*. Es un proceso normalmente más costoso que la cloración.

Luz ultravioleta: La luz ultravioleta (UV) es una radiación electromagnética más allá del color morado en el espectro de la luz, fuera del intervalo visible de la luz. Tiene un nivel de energía mucho más alto que la luz visible y en grandes dosis inactiva tanto virus como bacterias. La energía ultravioleta se absorbe por el material genético de los microorganismos, anulando su capacidad para reproducirse y sobrevivir tanto tiempo como la radiación está en contacto con los microorganismos, sin que interfiera la turbidez. La ventaja de este tipo de

desinfección sobre otros métodos es que no implica el uso de productos químicos. Generalmente la luz ultravioleta utilizada en la desinfección del agua se genera mediante series de lámparas de mercurio de baja presión sumergidas.

Aplicación de calor: El hervido o ebullición del agua es el método más simple para aniquilar los organismos patógenos del agua. Para que la ebullición sea efectiva tiene que ser turbulenta, y no confundirse con el simple desprendimiento de burbujas.

Para matar la mayor parte de microorganismos posibles el agua debe hervir de 10 a 12 minutos en los lugares con una altura cerca al nivel del mar. En los lugares más altos debe hervir más: a los 2.500 metros sobre el nivel del mar, 20 minutos, y en sitios todavía más altos, hasta 30 minutos. Conviene hervir el agua en el mismo recipiente en que se va a enfriar, procurando usarlo solamente para ese propósito.

La desinfección del agua por ebullición es un método cómodo y práctico para purificar pequeñas cantidades de agua. Tiene dos inconvenientes: el costo del combustible empleado en hervirla resulta alto en comparación con otros métodos, y que, cuando el agua hierve, se concentran las sales suspendidas, enturbiándola y cambiando su sabor ligeramente. Trabaja con el mismo principio que la pasteurización de la leche, calentando el agua a 70° C para luego enfriarla rápidamente hasta 10° C, con lo que se destruyen los microbios, sin alterar los componentes del agua. Los pasteurizadores son aparatos relativamente complejos y voluminosos comparados con otros sistemas, por lo que se usan poco para la desinfección de agua doméstica.

2 – Energías no renovables

Introducción

La sociedad de los países desarrollados consume cantidades significativas de energía, ésta es un elemento esencial del esquema económico mundial y uno de los condicionantes de su evolución futura, aunque una parte de la energía que demandamos se derroche, bien por falta de eficiencia en los procesos de uso y transformación, bien por que se consuma sin necesidad.

En paralelo, hemos visto que la incidencia ambiental de los usos energéticos se ha ido haciendo más significativa: contaminación urbana, lluvias ácidas, vertidos de productos petrolíferos, accidentes nucleares, etc.

Después del siglo XX, de confianza energética, aunque con grandes tormentas, aparecen dos aspectos críticos que ineludiblemente se han de abordar en el siglo XXI:

- Los límites de disponibilidad de los combustibles fósiles, en especial los hidrocarburos, se ven cercanos, al menos para una parte de la humanidad. Muchos países gastan más de un tercio de sus ingresos por exportaciones en comprar la energía comercial que utilizan.
- Las emisiones crecientes de gases de efecto invernadero, en particular CO₂, están acelerando el cambio climático, que ya se asume que puede tener dramáticas consecuencias para una parte importante de la humanidad. La

respuesta pasa por una reducción del consumo de combustibles fósiles y su sustitución por otros vectores energéticos.



La dependencia energética

Los países desarrollados no son autosuficientes, toman energía, mayoritariamente procedente del petróleo y, de forma creciente, del gas natural, de unos países en los cuales se inducen con frecuencia situaciones de conflicto social y a veces militar. El modelo económico y social de muchos países funciona con esos vectores energéticos y no es factible realizar un cambio drástico en pocos años.

El petróleo es una parte mayoritaria, más del 40%, del abastecimiento total, e introduce cuestiones importantes en este tema. La dependencia energética es crítica en Japón. Es importante en la Unión Europea, donde la mitad de la energía que se consume proviene del exterior. Pero también en Estados Unidos crece la importación de petróleo y de gas natural.

La confianza de una buena parte de los gestores energéticos en la idoneidad de los hidrocarburos como vector energético se siente avalada por los bajos costes de suministro y de inversión para su transformación, comparados con los de otras opciones.

LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA NORTE – SUR



La cuestión de la dependencia energética tiene muchas caras, varias de ellas ligadas al petróleo y sus derivados.

Flujos de crudo y de derivados del petróleo

- El crudo viaja de sur a norte, desde las cuencas petrolíferas, que son pocas y cuya situación sociopolítica es difícil. En los países desarrollados se consumen mayoritariamente derivados ligeros para su uso en movilidad terrestre y aérea.
- El norte tiene exceso de fracciones pesadas, fuel oil y otras, que se envían al sur, donde se utilizan en generación eléctrica y otros usos.

Estos tráficos son origen de numerosos vertidos de materias contaminantes. A veces en forma de grandes catástrofes, como la del *Prestige*, que transportaba fuel oil hacia el sur.

Las discrepancias en los límites de disponibilidad de combustibles fósiles plantean dos posiciones extremas frente al esquema energético del futuro:

- **Confianza.** Las reservas de hidrocarburos se mantienen desde hace décadas, en la medida en que se consumen, se descubren otras nuevas; en cualquier caso, el carbón es un seguro energético, pues permite obtener combustibles líquidos a un coste equivalente a 50\$/bbl. Se tendría así el siglo XXI como periodo disponible para esperar a nuevas opciones energéticas.
- **Preocupación.** El crecimiento de la demanda, y los límites de los recursos potenciales de hidrocarburos harán muy difícil que la mayoría de la humanidad pueda acceder a estas energías en la segunda mitad del siglo XXI. Esto incrementará los conflictos y nos obliga a intensificar las acciones de cambio en el modelo, aunque ello conlleva inversiones muy fuertes en tecnología e infraestructuras.

¿Cuáles son las fuentes de energía no renovables?

Las **Fuentes de energía no renovables** son aquellas que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.

Existen varias fuentes de energía no renovables, como son:

- **Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural)**
- **La energía nuclear (combustibles nucleares)**

Los combustibles fosiles

Los **Combustibles fósiles** (carbón, petróleo y gas natural) son sustancias originadas por la acumulación, hace millones de años, de grandes cantidades de restos de seres vivos en el fondo de lagos y otras cuencas sedimentarias.

El combustible fósil puede utilizarse directamente, quemándolo para obtener calor y movimiento en hornos, estufas, calderas y motores. También pueden usarse para electricidad en las centrales térmicas o termoeléctricas, en las cuales, con el calor generado al quemar estos combustibles se obtiene vapor de agua que, conducido a presión, es capaz de poner en funcionamiento un generador eléctrico, normalmente una turbina.

Carbón

El Carbón es una sustancia ligera, de color negro, que procede de la fosilización de restos orgánicos vegetales. Existen 4 tipos: antracita, hulla, lignito y turba. El carbón se utiliza como combustible en la industria, en las centrales térmicas y en las calefacciones domésticas.

El carbón se compone principalmente de carbono aunque también contiene hidrógeno, oxígeno y una cantidad variable de nitrógeno, azufre y otros elementos.

Como dijimos el carbón es un mineral de origen orgánico, y su formación es el resultado de la condensación de la materia de plantas parcialmente descompuestas a lo largo de millones de años.

La turba está formada por una masa esponjosa y ligera originada por la descomposición de las plantas. Presenta un contenido de humedad muy alto (del 90%) y por ello no se considera carbón.

El lignito se forma cuando se comprime la turba. Contiene también gran porcentaje de agua. Es una sustancia parda y desmenuzable, tiene poco poder calórico aunque mayor que la turba.

La hulla se forma cuando se comprime el lignito. Es dura y quebradiza, de color negro y brillo mate o graso, estratificado y muy frágil. Tiene entre 75 y 80% de carbono y por ello se emplea en las centrales térmicas para obtener energía.

La antracita procede de la transformación de la hulla y es el mejor de los carbones. Muy poco contaminante y de alto poder calórico. Arde con dificultad pero desprende mucho calor y poco humo. Es negro, brillante y muy duro. Contiene hasta un 95% de carbono.

El hombre extrae carbón desde la edad media. En los yacimientos poco profundos la explotación es a cielo abierto. Sin embargo, por lo general las explotaciones de carbón se hacen con minería subterránea ya que la mayoría de las capas se encuentran a cientos de metros de profundidad.



El carbón es un material comparativamente estable y no presenta los problemas de fugas y derrames de los otros combustibles fósiles. Pero por otra parte, el carbón es, de las energías de origen fósil, la de mayor contribución de emisiones de CO₂ respecto de la energía producida.

La Región de Río Turbio conforma la cobertura del yacimiento carbonífero más rico de la República Argentina.

Producir y vender carbón es librar calorías para producir, por lo que esta actividad no puede ser calificada como insignificante. Como ha tenido lugar en países desarrollados, es conveniente consumir el mineral en usinas térmicas y liberar más combustibles pesados, como fuel-oil con el fin de lograr destilados más livianos con un mayor valor agregado.

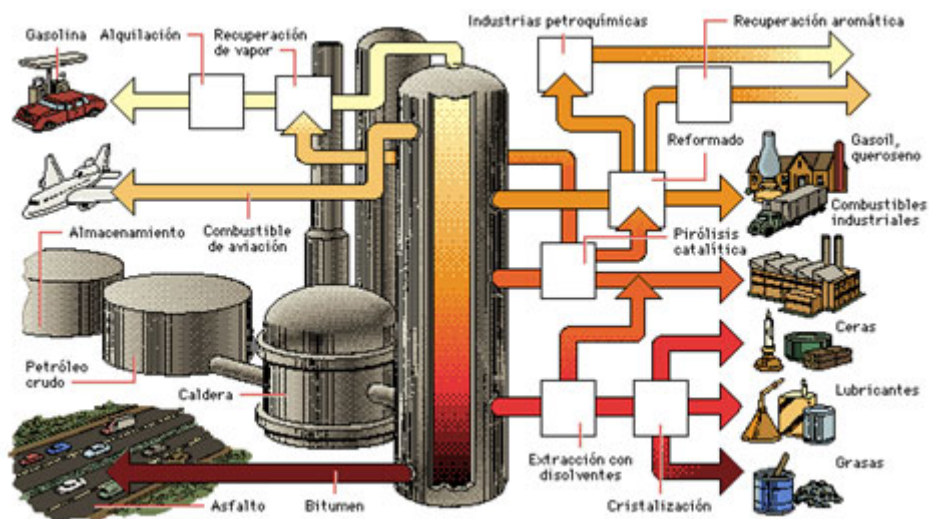
El Petróleo

El Petróleo es el producto de la descomposición de los restos de organismos vivos microscópicos que vivieron hace millones de años en mares, lagos y desembocaduras de ríos. Se trata de una sustancia líquida, menos densa que el

agua, de color oscuro, aspecto aceitoso y olor fuerte, formada por una mezcla de hidrocarburos (compuestos químicos que sólo contienen en sus moléculas carbono e hidrógeno). El petróleo y el gas natural se forman cuando grandes cantidades de microorganismos acuáticos mueren y son enterrados entre los sedimentos del fondo de estuarios y pantanos, en un ambiente muy pobre en oxígeno. Cuando estos sedimentos son cubiertos por otros que van formando estratos rocosos que los recubren, aumenta la presión y la temperatura y, en un proceso poco conocido, se forman el petróleo y el gas natural. Este último se forma en mayor cantidad cuando las temperaturas de formación son más altas. El petróleo y el gas, al ser menos densos que la roca, tienden a ascender hasta quedar atrapados debajo de rocas impermeables, formando grandes depósitos. La mayor parte de estos combustibles se encuentran en rocas de unos 200 millones de años de antigüedad como máximo.

Las sociedades industriales modernas lo utilizan sobre todo para lograr un grado de movilidad por tierra, mar y aire impensable hace sólo 100 años. Además, el petróleo y sus derivados se emplean para fabricar medicinas, fertilizantes, productos alimenticios, objetos de plástico, materiales de construcción, pinturas y textiles, y para generar electricidad.

La palabra crudo es típica para designar al petróleo antes de su refinado. En las refinерías se separan del petróleo distintos componentes como gasolina, gasoil, fueloil y asfaltos, que son usados como combustibles. También se separan otros productos de los que se obtienen plásticos, fertilizantes, pinturas, pesticidas, medicinas y fibras sintéticas.



La composición de los crudos es muy variable dependiendo del lugar en el que se han formado. No solo se distinguen unos crudos de otros por sus diferentes proporciones en las distintas fracciones de hidrocarburos, sino también porque tienen distintas proporciones de azufre, nitrógeno y de las pequeñas cantidades de diversos metales, que tienen mucha importancia desde el punto de vista de la contaminación.

Existen tres grandes categorías de petróleo crudo: de tipo parafínico, de tipo asfáltico y de base mixta. El petróleo parafínico está compuesto por moléculas en las que el número de átomos de hidrógeno es siempre superior en dos unidades al doble del número de átomos de carbono. Las moléculas características del petróleo asfáltico son los naftenos, que contienen exactamente el doble de átomos de hidrógeno que de carbono. El petróleo de base mixta contiene hidrocarburos de ambos tipos.

Paradójicamente, los lugares donde hay petróleo están, por lo general, situados a bastante distancia de las zonas de consumo. Los oleoductos son muy numerosos y el tráfico marítimo muy denso. Las tres zonas con mayor producción mundial son Oriente Medio, la antigua URSS y EE.UU., que producen el 70% del crudo en el mundo.

En 1990 se obtenía del petróleo el 38,6% de la energía comercial del mundo, aunque unos años antes, en 1974 llegó a representar el 47,4%, antes de la crisis planteada por la OPEP (Organización de Países Explotadores de Petróleo). Ese mismo año la proporción de energía comercial suministrada por el gas natural fue de un 21,6% y desde la crisis del petróleo de 1973 ha ido aumentando ligeramente la proporción en la que se consume.

Es muy difícil estimar para cuantos años tenemos petróleo y gas natural, porque este cálculo depende de muchas variables desconocidas. No sabemos cuantos depósitos nuevos se van a descubrir. Tampoco cual va a ser el ritmo de consumo, porque es probable que cuando vayan escaseando y sus precios suban se busque con más empeño otras fuentes alternativas de energía y su ritmo de consumo disminuya. En 1970 había reservas conocidas de petróleo para unos 30 años (hasta el año 2000) y de gas natural para unos 40 años. En cambio en 1990 había suficientes depósitos localizados de petróleo para otros 40 años (hasta el 2030) y de gas natural para unos 60 años; es decir, en estos años se ha descubierto más de lo que se ha consumido.

La principal desventaja del petróleo (y de los demás combustibles de origen fósil: carbón y gas natural) es que su uso genera la emisión de gases que contaminan la atmósfera (gases efecto invernadero) y su carácter de recurso no renovable.

La OPEP

La organización de países exportadores de petróleo fue creada en 1960, con sede en Viena. Nació como producto de unas reuniones en Bagdad entre los países árabes productores y exportadores y Venezuela para intentar hacer frente a las maniobras de baja de precios producidas por los grandes trusts. En su fundación participaron Irán, Kuwait, Arabia Saudí, Qatar, Iraq, Venezuela, Libia e Indonesia. Posteriormente han ingresado Argelia, Nigeria, Emiratos Árabes Unidos, Ecuador y Gabón, con lo que esta organización controla el 90% de la exportación mundial de petróleo. Aunque en sus comienzos no tuvo la fuerza suficiente para hacer frente a la política de las multinacionales, a partir de 1971 decidió nacionalizar las empresas de explotación situadas en su territorio, y en 1973 inició importantes subidas en los precios. A partir de entonces, la OPEP ocupó el primer plano de la actividad económica mundial, porque sus decisiones en materia de precios afectan directamente a las economías occidentales. Así los países de la OPEP incrementaron de forma importante sus recursos financieros, lo que les permitió desarrollar ambiciosos planes de industrialización, entrar en el capital de empresas europeas o americanas e incluso crear un importante fondo de ayuda a países subdesarrollados en dificultades. Sin embargo, en los últimos años, esta organización a ido perdiendo progresivamente el poder de decisión que tenía antaño.

El recurso en nuestro país

Sobresaltado, Humberto Beghin, auxiliar de perforación del gobierno de José Figueroa Alcorta, se inclinó y recogió con las manos, a las 7.32 de esa mañana patagónica, el líquido que las máquinas acababan de encontrar a 535 metros de profundidad, bastante más viscoso que el agua potable que pretendía. Olfateó

unos segundos y soltó una frase que ya forma parte de la historia argentina: "¡Gran Dios! ¡Encontramos kerosene! Es del Estado. Vamos a comunicarlo". Fue el 13 de diciembre de 1907, en Comodoro Rivadavia.

Las cuencas sedimentarias son los lugares donde se dieron las condiciones geológicas para la formación de hidrocarburos. En la Argentina se identificaron 19 cuencas sedimentarias, de las cuales cinco se encuentran en explotación: Noroeste, Cuyana, Neuquina, Golfo San Jorge y Austral o Magallanes.

Se denomina yacimientos o reservas comprobadas de petróleo y gas a aquellas cuencas donde se ha comprobado la existencia de hidrocarburos.

La explotación de los yacimientos petrolíferos para la obtención de petróleo crudo comenzó a principios del siglo XX, con el descubrimiento del primer yacimiento en Comodoro Rivadavia. A partir de ahí se han identificado las otras cuencas sedimentarias.

La explotación a gran escala del gas natural, extraído de los yacimientos gasíferos y petrolíferos, es más reciente. A partir de la década de 1960 se destacó la producción obtenida de los yacimientos Campo Durán y Madrejones en Salta. Pero la explotación de gas tomó mayor impulso con el descubrimiento y la explotación del yacimiento gasífero Loma de la Lata en Neuquén.

Las reservas son aquellas cantidades de hidrocarburos que se espera recuperar a partir de acumulaciones conocidas a una fecha determinada.

De las cinco cuencas en explotación, cuatro producen desde principios del siglo XX y la restante desde la década de 1940. Por eso, algunos de los yacimientos de estas cuencas han alcanzado un grado de madurez elevado en términos de producción y han comenzado su declinación. La cuenca Neuquina es la más importante dado que concentra el 43% de las reservas de petróleo y el 50% de las de gas natural; le siguen la cuenca Golfo San Jorge, que concentra el 36% de las reservas de petróleo y la del Noroeste, que concentra el 25% de las reservas de gas.

Circuito Económico de los Hidrocarburos

Las industrias del petróleo y del gas involucran una serie de etapas desde los yacimientos hasta la utilización de los productos energéticos en los domicilios. Estas etapas son: la exploración y la extracción, el transporte de las materias primas, su procesamiento, y la distribución y comercialización.

Exploración y extracción: La exploración permite localizar nuevos yacimientos de petróleo y gas natural. Una vez identificados se realizan perforaciones en el subsuelo para confirmar la presencia de petróleo o gas y estimar si las reservas existentes justifican la explotación. La extracción se produce a través de pozos perforados, equipos de bombeo y equipos para separar petróleo del agua.

Transporte de materias primas: Desde las zonas de extracción el petróleo y el gas deben ser transportados hasta las refinerías y plantas de tratamiento del gas a través de redes de oleoductos, gasoductos y buques petroleros.

Procesamiento: El tratamiento del petróleo y el gas permite la obtención de productos secundarios. En las refinerías de petróleo se obtiene una amplia gama de productos como naftas, gasoil, fuel oil, querosene, etc. Una parte del petróleo se utiliza en las industrias químicas y petroquímicas que producen plásticos, cosméticos, lubricantes, etc. El procesamiento del gas se realiza en plantas separadoras donde se obtiene gas de red (para el consumo en viviendas e

industrias), gas licuado para garrafas y Otros destinados a la industria petroquímica.

Distribución y comercialización: Los productos derivados del petróleo llegan al mercado a través de poliductos, camiones cisterna, tanques petroleros, barcazas, hasta los distribuidores (estaciones de servicio) o grandes consumidores (centrales térmicas, industrias, etc.). El gas se distribuye a través de redes administradas por medio de varias empresas privadas.



Gas natural

El gas natural es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se saca, está compuesto principalmente por metano (CH_4) en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 ó 95%, y suele contener otros gases como nitrógeno, CO_2 , H_2S , helio y mercaptanos.

Puede obtenerse también con procesos de descomposición de restos orgánicos en las plantas de tratamiento de estos restos (depuradoras de aguas residuales urbanas, plantas de procesado de basuras, de desechos orgánicos animales, etc.). El gas obtenido así se llama biogás.

El gas natural produce mucho menos CO_2 (dióxido de carbono) que otros combustibles como los derivados del petróleo, y sobre todo el carbón. Además es un combustible que se quema más limpia y eficazmente. La razón por la cual produce poco CO_2 es que el principal componente, metano, contiene cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono, produciendo 2 moléculas de agua por cada una de CO_2 , mientras que los hidrocarburos de cadena larga (líquidos) producen sólo 1 molécula de agua por cada 1 de CO_2 (recordemos que el calor de formación del agua es muy alto).

Como ventaja añadida es un combustible más versátil, que puede utilizar en sistemas de generación más eficientes como el ciclo combinado o la pila de combustible y su obtención es más sencilla en comparación con otros combustibles. Sin embargo, su contenido energético por unidad de volumen es bajo en comparación con otros combustibles.

Los combustibles nucleares (Energía nuclear)

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. 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.

¿Qué es una Central Nuclear?

Al igual que los otros dos tipos de energía de base, el principio de producción de electricidad de una central nuclear es 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 térmica 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 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 aprox. 3.700 m/s, 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 esta 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 mas 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.

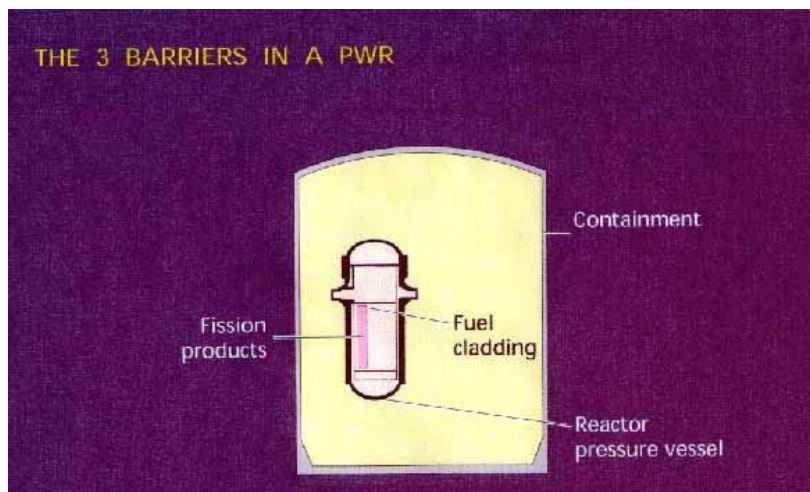
Dentro del núcleo se insertan, con el fin de controlar la potencia de la fisión, las denominadas 'barras de control'. Estas barras son generalmente de cadmio, un material que absorbe los neutrones que chocan contra ellas durante el proceso de fisión evitando que progrese la reacción en cadena.

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.

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)



Centrales nucleares en Argentina

Actualmente la Argentina cuenta con dos centrales nucleares en funcionamiento: Atucha 1 (CNA 1) ubicada sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas, en el partido de Zárate (*conectada al sistema interconectado nacional de distribución eléctrica, en la red de 220 Kv., en el año 1974*) y Embalse (CNE) que se levanta en la costa sur del Embalse de Río Tercero, Provincia de Córdoba (*entró en servicio el 20 de enero de 1984 y genera una potencia de 600 Mw eléctricos*).

Ambas centrales proporcionan el 8% de la energía distribuida por el sistema interconectado nacional. Una tercera central nuclear, situada junto a CNA 1, Atucha 2 (CNA 2), se encuentra casi finalizada, y se prevee que entre en funcionamiento en 2012.



Centrales nucleares
Atucha 1 y 2

BIBLIOGRAFÍA

- *Aysa. Servicio de información www.aysa.com.ar*
- *Ing. Químico Romero García Mynor, Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar, Boletín Electrónico No. 08*
- *Manual del agua potable (Frank R. Spellman- Joanne Drinan) – Editorial Acribia 2004*
- *Fuentes de Energía. Proyecto Newton, materiales didácticos. Ministerio de Educación- Gobierno de España.*
- *SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN: Contenidos didácticos.*
- *“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.*