

EL URANIO

- ESTADO NATURAL
- EXPLOTACIÓN
- PROCESAMIENTO
- UTILIZACIÓN

En este trabajo se ha tratado de exponer en forma breve y concisa, qué es, cómo se obtiene, cómo se procesa y cómo se utiliza el Uranio.

Ing. CELESTE O. D'INCA profesor titular de la Universidad de Mendoza
JUAN CARLOS GOMEZ Nuclear
Mendoza - Sociedad del Estado.

CAPITULO I ESTADO NATURAL

Desde el comienzo de formación del planeta, o sea desde hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, ha comenzado a generarse el elemento denominado URANIO.

Su denominación se debe al químico M. E. KLAPROTH, que lo descubrió en el año 1789, proveniente de la mitología griega, según la cual URANO es el más antiguo de los dioses, hijo del Día y del Caos y el primero que alcanzó el dominio absoluto del Universo.

El URANIO es un elemento metálico, de color blanco, encontrándose entre los más pesados conocidos. Posee un peso atómico de 238,14, y un peso específico de 18,68; por lo tanto solamente es superado en este aspecto por el Oro y el Tungsteno.

Su importancia radica en la natural tendencia a la FISIÓN, término que proviene del Latín FISIO-ONIS, cuyo significado es ESCISIÓN, y se aplica a la rotura del núcleo de un átomo con liberación de energía.

Los científicos alemanes HAHN, STRASSMAN, MEITNER y FRISCH, en el año 1939 descubrieron que al bombardear un núcleo del ISÓTOPO (*) URANIO-235 con NEUTRONES (**) se produce la fisión del mismo en dos partes con pesos atómicos distintos, liberando una gran cantidad de energía.

En los comienzos de la formación del Universo, se supone que el Uranio natural contenía aproximadamente un 17%, del Isótopo U-235; desde entonces ha venido decayendo, y en este momento contiene solamente el 0.7%.

Para su aprovechamiento es conveniente aumentar la proporción anterior. El medio por el cual se realiza esta operación es conocido con el nombre de ENRIQUECIMIENTO, elevando la proporción a valores que varían de acuerdo a su utilización, desde el más del 90% para la construcción de una bomba atómica, a aproximadamente un 3% para combustible de reactores nucleares.

Actualmente, los únicos países con capacidad para enriquecer industrialmente el Uranio, son los Estados Unidos de Norteamérica y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

Puede estimarse que el Uranio contenido en la superficie de la corteza terrestre, hasta una profundidad de unos veinte kilómetros, es de cuatro millonésimas de gramo por gramo de roca, lo que permite calcular la existencia de trece mil millones de toneladas de Uranio natural en la parte sólida del Planeta.

Afortunadamente en masas rocosas graníticas, ígneas, granodioríticas y dioríticas, el contenido de Uranio aumenta a valores que van de cuatro a nueve gramos por tonelada, o sea un promedio de siete partes por millón.

De cualquier manera, para poder realizar una explotación económicamente redituable, es necesario hallar depósitos de mineral, cuyo contenido medio de Oxido de Uranio sea superior a un kilogramo por tonelada de roca. En este caso se puede considerar que se tiene un yacimiento de Uranio.

También existe una cantidad considerable de este elemento en el agua de los mares, aunque en una concentración quinientas veces menor que en igual peso en roca. Esto representa aproximadamente cuatro mil millones de toneladas.

Como se infiere de lo anteriormente dicho, el Uranio es un componente normal de la corteza terrestre, aunque nunca se lo encuentra en forma libre o elemental, suele aparecer formando complejos salinos combinado con vanadio, torio y cobre.

(*) ISÓTOPO, proviene del griego: ISOS que significa igual y TOPOS lugar, indicándose así a elementos que ocupan el mismo lugar en la tabla periódica, pero que se diferencian en la conformación y peso de sus átomos.

(**) NEUTRON, es una partícula elemental sin carga eléctrica que forma parte del núcleo atómico.

También existe en forma de silicatos, fosfatos, carbonatos, molibdatos, vanadatos, sulfates, selenitas, teluridos y arseniatos, con diversas combinaciones entre los mismos que reciben nombres propios tales como METAYUYA-MITA, SCHOEKINGERITA o CERFOSFORHUTONITA.

Existen también yacimientos de URANINITA, que es un óxido de Uranio de color negro, con elevado contenido de Uranio elemental. Esta fuente es considerada como la principal en la actualidad, apareciendo normalmente bajo el nivel alcanzado por las aguas en lechos sedimentarios, en granitos y en pragmatitas.

Otro mineral uranífero importante es la PETCHBLENDA, cuya composición es variable, pero se aproxima a la de las Uraninitas. Se presenta en venas asociada con sulfitos, fluorita y barita. También es de color negro y no forma cristales. La principal diferencia con la Uraninita es que carece de torio.

En estos últimos dos compuestos, el tenor de Uranio puede variar de un 40% a un 75%.

Hasta el presente, el mineral de Uranio es extraído de yacimientos relativamente poco profundos, de no más de 450 metros por debajo de la superficie, sin embargo, hay explotaciones de otros minerales en yacimientos que alcanzan los 2.500 metros de profundidad, de los cuales se obtiene Uranio como subproducto, por ejemplo el yacimientos de oro de WITWATERSTRAND en Sud África.

Los yacimientos de Uranio más conocidos en el orden mundial son: los de Petchblenda de GREAT BEAR LAKE en Canadá; BOHEMIA, SAXONY y KATANGA en el Zaire; los de Uraninita de WITWATERSRAND en Sud África y BLIND RIVER en Canadá.

En los Estados Unidos de Norteamérica, existen yacimientos de Uranio en los estados de NEW MEXICO, WYOMING, COLORADO, WASHINGTON, TEXAS, ARIZONA y SOUTH DAKOTA.

Existen también explotaciones importantes en FRANCIA, GABON, NIGERIA, y AUSTRALIA.

En nuestro país, hay importantes yacimientos, el más extenso de los cuales es el de SIERRA PINTADA en la Provincia de Mendoza; también hay explotaciones en las provincias de SALTA, CHUBUT y CORDOBA. Existen asimismo reservas importantes en LA RIOJA, CATAMARCA, SAN JUAN, SAN LUIS, NEUQUEN, RIO NEGRO, y BUENOS AIRES.

En el Planisferio dado en la figura N° 1, se indica con sombreado las zonas con una conformación geológica tal que permite suponer la presencia de Uranio en concentraciones tales como Dará poder realizar su explotación. En estas zonas se encuentran los principales yacimientos mundiales.

En el mapa indicado en la figura N° 2, se detalla en sombreado las principales zonas de interés uranífero en la República Argentina, según publicaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica. En la figura N° 3 se han ubicado los principales yacimientos explotados o en explotación en la actualidad.

CAPITULO 2 EXPLOTACIÓN

Una vez ubicado un yacimiento mediante prospección aérea y terrestre, realizada con instrumentos tales como CONTADORES GEIGER-MULLER (*), SCINTILOMETROS (*) y otros de tecnología avanzada denominados ESPECTRÓMETROS DE RAYOS GAMMA (*), medición del contenido de Radón en suelos y aguas, análisis de Helio, determinaciones isotópicas mediante sondas RADIOGENICAS (*) y detección del calor radiogénico, se procede a realizar perforaciones exploratorias que permiten delimitar, ubicar y evaluar la magnitud del yacimiento.

Las mediciones efectuadas permitirán analizar la conveniencia de efectuar la explotación, y en caso afirmativo, se deberá determinar el método a emplear.

Existen dos formas básicas de realizar la explotación: a cielo abierto, o sea mediante socavones, o subterránea con excavación de túneles y galerías.

En el país se realizan ambos tipos de explotación, por ejemplo, en Sierra Pintada, provincia de Mendoza, hasta el presente se empleó el método a cielo abierto, mientras en Mina Huemul, departamento de Malargüe, provincia de Mendoza, se empleó hasta su agotamiento la explotación subterránea.

El mineral uranífero se presenta formando cordones, vetas o lentes de gran irregularidad, siendo generalmente muy difícil determinar, sin uso de instrumental altamente sofisticado, donde comienza el mineral y donde termina la roca estéril.

Debe hacerse notar que si se extrae mineral de baja ley, o sea con bajo contenido de Uranio, ya sea porque la veta es de baja concentración, o porque se incluye gran cantidad de roca estéril, aumenta el costo de producción, tornando antieconómica la explotación, por cuanto aumenta la cantidad de mineral a tratar para una misma cantidad de producto.

Las técnicas mineras actuales y el instrumental de control en mina, conjuntamente con nuevas técnicas analíticas permiten realizar la explotación en forma tal que se extrae solamente el mineral de interés.

Una de las formas de extracción del mineral a cielo abierto, dado que el mismo se presenta siempre en conformaciones rocosas, consiste en el DESTAPE del yacimiento, o sea en el retiro de la capa de roca que cubre el estrato de mineral, para lo cual se deben realizar perforaciones de sondeo, voladuras en espesores controlados con precisiones del orden de algunos centímetros, y remoción de grandes volúmenes de roca fragmentada.

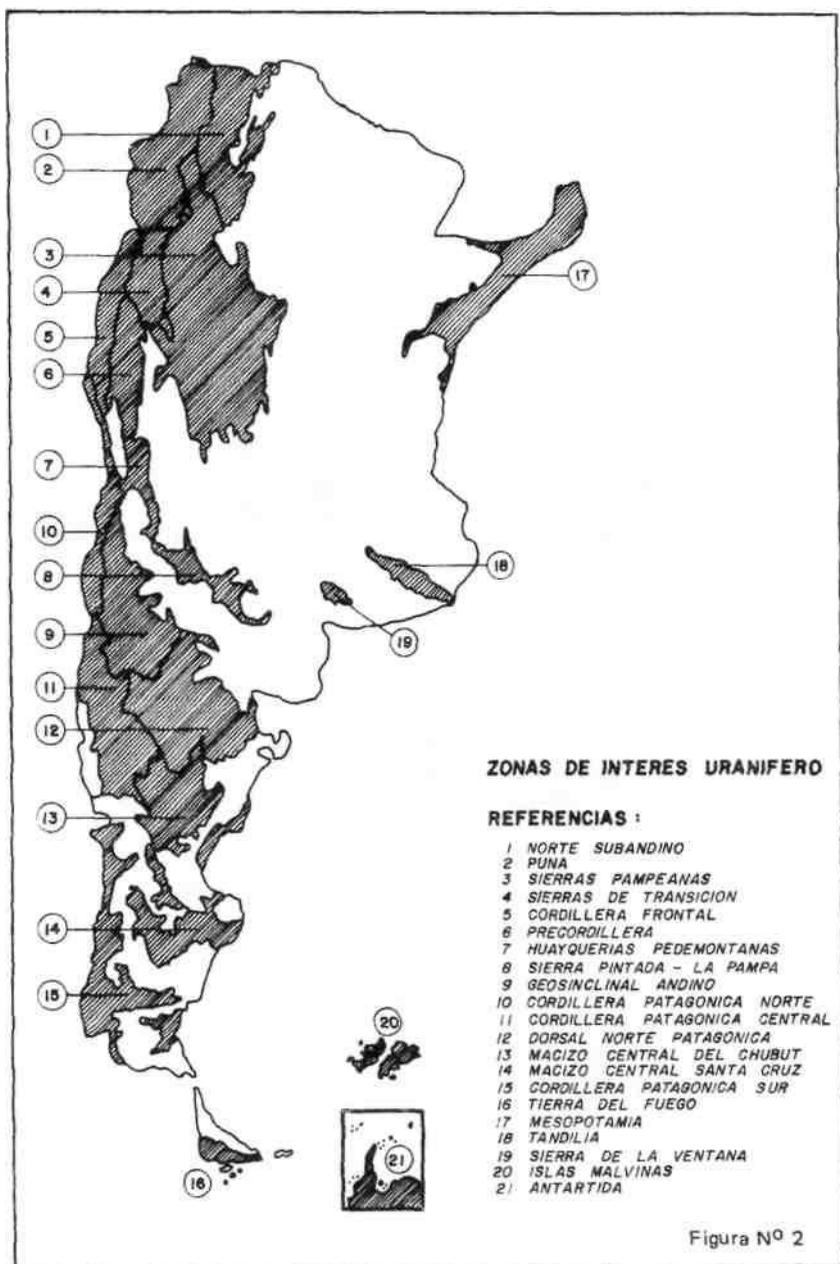
Esto requiere equipos especiales de gran capacidad a fin de disminuir los costos.

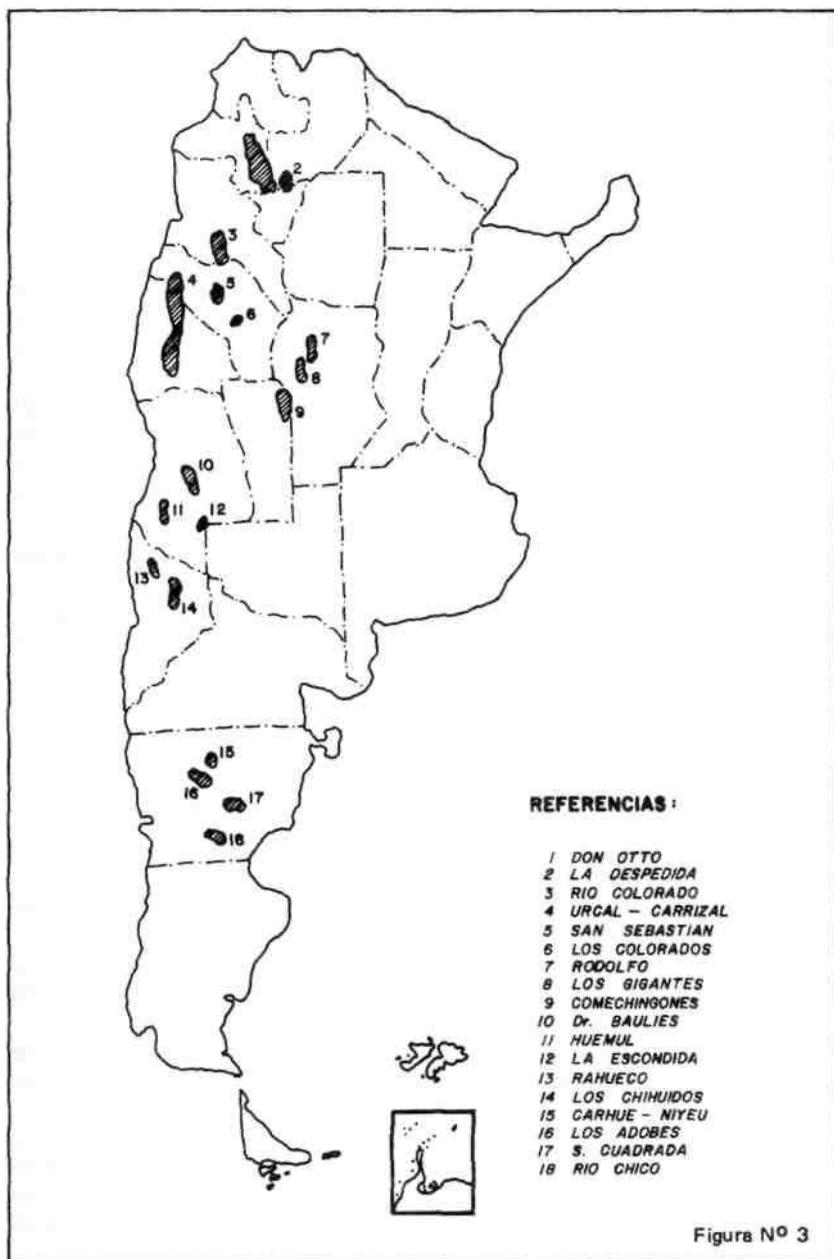
* Ver apéndice

Una vez destapado el yacimiento, se procede a la extracción del mineral siguiendo una técnica similar a la anteriormente detallada, extremando los cuidados para no degradar la ley.

El compuesto de Uranio aparece recubriendo los fragmentos de roca, lo cual significa que durante su manipuleo y su exposición a los agentes atmosféricos se produce una notable pérdida en la concentración.







ANEXO AL CAPITULO N° 2

CONTADOR GEIGER-MÜLLER

Este instrumento es derivado de las cámaras de ionización, las que están formadas por dos placas o electrodos contenidos en el interior de una ampolla rellena de un gas, que a la presión sometida actúa como un buen aislante. Los gases empleados están formados por una combinación, en diferentes proporciones, de Argón y Nitrógeno, o de Argón y Anhídrido Carbónico.

La radiación incidente provoca la ionización del Gas, por lo que al aplicar una diferencia de potencial entre las placas se produce la circulación de una corriente, cuya magnitud es proporcional a la intensidad de la radiación.

Dado que las corrientes originadas son muy débiles, se recurre a las cámaras de impulsos, en las cuales no solo se mide la intensidad de la radiación, sino que puede deducirse la distribución energética de las partículas emitidas. En estas cámaras se aprovecha la capacidad existente entre las placas, la cual modifica su carga cuando se ioniza el gas, originando una corriente impulsiva. La amplitud del impulso de corriente es proporcional a la energía de la partícula incidente.

El CONTADOR GEIGER-MÜLLER es una variante de las cámaras de ionización en la cual los electrodos adoptan la disposición indicada en la figura N° 4, donde uno de los electrodos está formado directamente por una cubierta metálica, generalmente de aluminio o latón, con una ventana de mica, y el otro electrodo es un alambre de Tungsteno centrado en el mismo. El tubo descrito, corresponde a un detector de radiación "BETA", mientras que si es para radiación "GAMMA", los electrodos están contenidos en una ampolla de vidrio, pudiendo ser el exterior un cilindro de metal o un depósito de grafito, efectuado al vacío, sobre el vidrio en su parte interior. Esta variante se indica en la figura N° 5.

Cuando la tensión aplicada entre los electrodos es suficientemente elevada, la ionización produce una descarga disruptiva de gran intensidad, cuya amplitud no depende de la energía de la partícula detectada. La corriente generada tiene forma impulsiva, siendo a cuenta de los impulsos una indicación de la cantidad de partículas incidente en cada unidad de tiempo.

Variando la tensión aplicada es posible controlar la energía de las partículas que provocan la descarga, y por tanto, contar solamente partículas que superen un cierto nivel.

El relleno de los tubos es de una mezcla de gases a baja presión, generalmente Helio, Neón y/o Argón, con el agregado de un vapor orgánico tal como Formiato de Etilo, Alcohol Etilico o Éter, o un vapor halógeno de Cloro o Bromo. La finalidad de estos últimos es producir una rápida extinción del arco eléctrico.

En la figura N° 6 se tiene un diagrama de bloques de un Contador Geiger-Müller, como puede observarse posee un amplificador de pulsos, un conformador y un contador o integrador de pulsos. En el primer caso se dispone un contador decimal como indicador, mientras que en el segundo se dispone directamente un instrumento de aguja. En la figura no se ha incluido el sistema de tiempos.

CONTADOR DE CENTELLEO (SCINTILOMETRO)

Tal como se indica en la figura N° 7, el detector de un scintilómetro consiste en un cristal de Yoduro de Sodio con inclusiones de Talio el que se agrega durante el crecimiento del mismo.

Cada vez que incide una partícula Gamma, el cristal emite radiación luminosa, o sea uno o más Fotones. Mediante un fotocátodo de níquel, recubierto con cesio y antimonio se convierten los fotones en electrones. La corriente así obtenida puede ser amplificada mediante un tubo fotomultiplicador.

La salida del fotomultiplicador es un impulso que se amplifica, conforma, cuenta, etc., en un dispositivo completamente análogo al descrito anteriormente. La diferencia fundamental radica en la fuente de alimentación que ahora deberá poseer varias salidas de alta tensión distinto valor para alimentar los dínodos del multiplicador electrónico.

ESPECTRÓMETRO DE RAYOS GAMMA

Si en vez de contar los impulsos de salida de un scintilómetro, se los discrimina de acuerdo a su amplitud, se obtendrá, por ejemplo en un instrumento registrador, un espectro de amplitudes, que permite determinar inclusive el elemento del cual provienen las partículas Gamma detectadas.

DETERMINACIONES ISOTÓPICAS

Consisten en la determinación de la cantidad de un cierto isótopo contenido en un dado mineral.

En la naturaleza existen dos tipos de isótopos, los estables, que son aquellos que tienen muy poca probabilidad de desestabilización de sus núcleos atómicos, y los inestables, que son los radiactivos.

En estos últimos, un radionuclídeo original, denominado padre, decae de acuerdo a las leyes de la desintegración radiactiva dando origen a otro producto, denominado hijo, que puede o no resultar estable.

Esta propiedad es la que permite, por ejemplo, la determinación de edades de materiales naturales, la prospección de yacimientos de minerales nucleares y de algunos no nucleares, además de otras aplicaciones similares.

Una sonda radiogénica está formada generalmente por un tubo Geiger-Müller o un Scintilómetro, ubicados en contenedores tales que les permite ser introducidos en perforaciones de sondeo. Parte del instrumento, detector y amplificador o preamplificador, se ubican en la sonda y el resto se mantiene en la superficie para control y lectura por parte del operador.

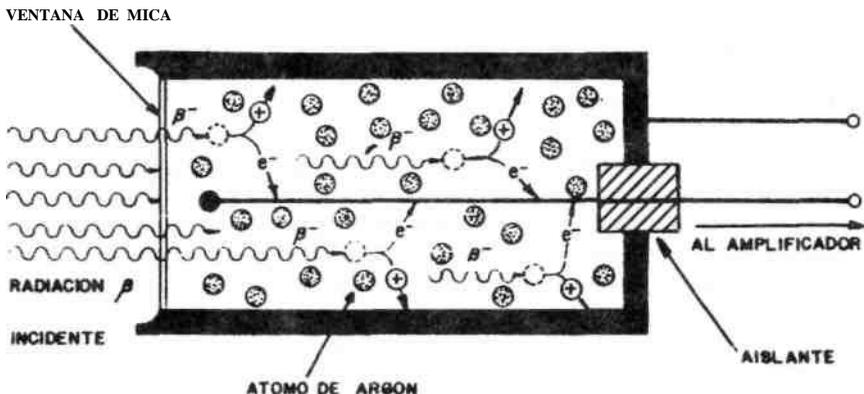
CALOR RADIOGEIMICO

Al haber actividad, o sea emisión de partículas, el choque de las mismas con otros átomos genera calor. La detección mediante teletermometría permiten evaluar la magnitud de la radiación de partículas y en consecuencia determinan la ubicación y magnitud de un yacimiento. En la actualidad éste método es utilizado en satélites artificiales, y ha dado muy buenos resultados.

Lamentablemente, el retraso tecnológico de nuestro país no nos permite contar con estaciones receptoras de estos satélites, lo que redunda en perjuicio de las investigaciones sobre el tema.

TUBO DE GEIGER MULLER PARA DETECCIÓN DE RADIACIÓN β

Fig. N° 4



TUBO DE GEIGER MULLER PARA DETECTOR DE RADIACIÓN γ

Fig. N° 5

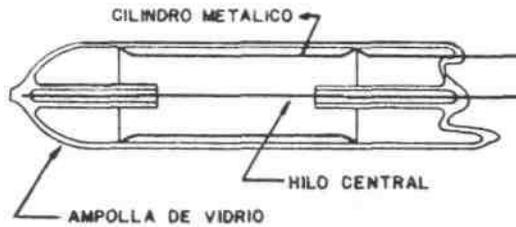
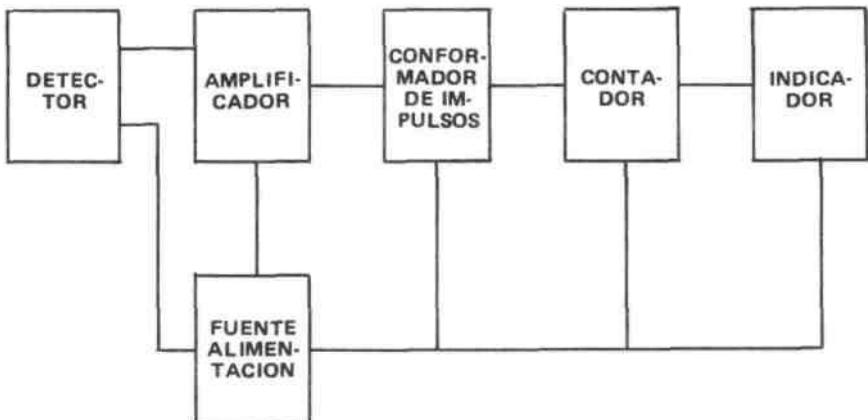


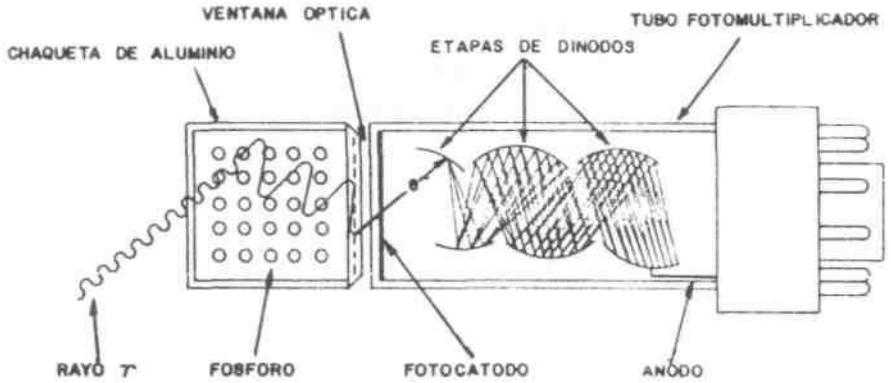
DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN CONTADOR GEIGER MULLER

Fig. N° 6



DETECTOR POR CENTELLEO CON TUBO FOTOMULTIPLICADOR

Fig. N° 7



CAPITULO 3 PROCESAMIENTO

El procesamiento de los minerales de URANIO consiste en la extracción de concentrados con elevado contenido de este elemento. Dichos concentrados son normalmente conocidos con el nombre de "Torta amarilla" (**YELLOW CAKE**).

De acuerdo a la posterior utilización, se aplican distintos métodos de refinación, que llegan inclusive a la obtención de uranio metálico.

Existen diversos métodos de procesamiento que dependen en cuanto a su aplicación de disímiles factores, tales como medio ambiente, contaminación del aire o del agua, tipo de mineral, método de explotación, etc.

Al proceso por el cual se obtiene el concentrado de Uranio, se lo denomina "concentración", que puede ser física y/o química.

La concentración física consiste en la eliminación de los constituyentes indeseables del mineral. Los métodos utilizados incluyen la trituración y molienda de la roca, y posterior separación por tamizado, o mediante campos magnéticos, electrostáticos o por flotación. El índice de recuperación de cualquiera de estos métodos es bajo.

Los métodos químicos en cambio, consisten en la disolución del URANIO contenido en las rocas, en un líquido, y posterior precipitación, permiten una mayor eficiencia y, por lo tanto, son los preferidos en la actualidad.

Los líquidos empleados para la disolución pueden ser ácidos o alcalinos. Son preferidos los primeros en caso de minerales de bajo contenido de carbonatos, mientras que ocurre a la inversa con los segundos.

Previamente a la disolución es necesario triturar la roca. Posteriormente, de acuerdo al método a emplear, puede o no ser molida.

En el proceso de trituración se reduce el tamaño de las rocas a un máximo de 50 mm aproximadamente, y luego en la molienda, se llega a partículas de un tamaño máximo de aproximadamente 1 mm.

La trituración se realiza, generalmente, mediante trituradoras de mandíbulas, y la molienda con molinos de barras por vía húmeda, o molinos autógenos.

Si el mineral contiene asfaltos, se deberá proceder a su tostación para eliminarlos.

La disolución de los compuestos de URANIO se realiza mediante lixiviación alcalina o ácida. La vía más empleada es la ácida, no realizándose en nuestro país ningún proceso por vía alcalina.

La lixiviación se puede realizar de diferentes formas, siendo las principales la lixiviación in situ, lixiviación en pilas o lixiviación en planta.

La primera, se realiza sin extraer el mineral del yacimiento, lo cual es factible siempre que se den ciertas condiciones especiales, principalmente que el mineral con alta concentración de URANIO esté contenido en una cuenca impermeable que permita recuperar los líquidos resultantes.

El segundo método, consiste en formar pilas o estibas de mineral triturado, para lo cual, se preparan en terrenos aptos; superficies impermeables con las pendientes adecuadas para la recuperación de los líquidos. Sobre este terreno se deposita el mineral formando pilas de una altura comprendida entre dos y cuatro metros, para posteriormente regar su cima con una solución de ácido sulfúrico al 5%.

Este líquido satura la pila de mineral y percolando a través de la misma, solubiliza al Uranio en forma de Sulfato de Uranilo, que pasa a una serie de cisternas de depósito y acondicionamiento.

Mediante sucesivas recirculaciones del mismo líquido, controlando su acidez por el agregado de ácido sulfúrico, se consigue AGOTAR la pila, o sea solubilizar la mayor cantidad de Uranio posible, dejando el menor residuo fijo.

El líquido resultante es clarificado en filtros de arena, a presión, a fin de eliminar todas las partículas en suspensión.

El tercer método consiste en mezclar en cubas el mineral, molido hasta conseguir partículas de tamaño inferior a un milímetro, con la solución lixivante, de esta forma se logra un contacto íntimo y una mejor recuperación con menores tiempos de solubilización, la cual se acelera mediante calefacción de los líquidos.

El paso siguiente consiste en la separación del líquido CARGADO y el sólido ESTÉRIL, mediante decantadores o espesadores mecánicos, los cuales son cisternas de gran diámetro con paletas agitadoras o rastrillos, ambos de baja velocidad, en los que el sólido precipita al fondo, recuperando por rebalse los líquidos con poca cantidad de barro en suspensión.

Posteriormente se clarifica el líquido en filtros al vacío, de tambor, banda o disco, con lo cual se eliminan casi totalmente los sólidos en suspensión.

Para recuperar el Uranio disuelto en estos líquidos, se emplean dos métodos distintos: uno por intercambio iónico, y el otro mediante solventes.

En el primer caso se emplean resinas amónicas, las cuales fijan los iones tetravalentes del Sulfato de Uranilo. Una vez agotada la capacidad de intercambio de la resina, se lava la misma con un ELUYENTE, que es el encargado de remover el compuesto de Uranio fijado en la resina. La actuación del eluyente, consiste en reemplazar los iones adheridos a la resina, por otro ión, con lo cual los que contienen Uranio pasan al líquido eluyente.

Esta elución puede llevarse a cabo mediante soluciones de cloruros, nitratos o carbonatos. La más empleada es la segunda, o sea mediante nitratos, obteniendo como resultante un líquido saturado con compuestos catiónicos o neutros de Uranio.

La extracción por solventes, consiste también en un intercambio iónico, pero en un medio líquido, empleándose en la actualidad para este proceso, aminas secundarias o terciarias, diluidas en un compuesto orgánico derivado del petróleo, generalmente kerosene. De esta manera el compuesto acuoso de Sulfato de Uranilo, pasa a ser un compuesto orgánico.

La elución se hace precipitar mediante el agregado de Nitrato de Amonio, obteniéndose como resultado una mezcla de Diuranatos, Óxidos hidratados y Sulfato básico de Uranilo, además de otros compuestos de hierro, tungsteno, vanadio, torio, etc., que son impurezas residuales.

A este compuesto, se le elimina el exceso de humedad mediante diversos procedimientos que consisten en una separación mecánica mediante filtros prensa o centrifugado, y posterior secado en hornos eléctricos.

Una vez seco, el producto se envasa para su expedición hacia otros lugares, donde se realizan procesos de refinamiento y enriquecimiento, hasta obtener un producto final apto para su utilización.

La refinación es el proceso mediante el cual se obtiene TETRAFLUORURO DE URANIO de alta pureza o TRIÓXIDO DE URANIO. Una forma de refinación consiste en digerir con ácido nítrico los concentrados de Uranio y obtener mediante TRIBUTILFOSFATO diluido en Exano o Kerosene un NITRATO DE URANILO diluido en agua.

Esta solución acuosa es concentrada mediante evaporación, y luego se elimina el nitrato mediante calor, quedando como producto final el TRIÓXIDO DE URANIO, que es un sólido color naranja.

Otra conversión que suele realizarse a partir del trióxido de Uranio, mediante reducción con hidrógeno, es la obtención de DIÓXIDO DE URANIO, al cual se lo somete a una hidrof fluorinación a fin de lograr una sal verde de TETRAFLUORURO DE URANIO.

Finalmente, para tener Uranio metálico se reduce el tetrafluoruro del mismo con magnesio.

A fin de ilustrar convenientemente los diversos procesos, en la figura N° 8 se indica un diagrama de bloques simplificado del proceso típico por vía acida, mientras que en la figura N° 9 se tiene el mismo con las recirculaciones necesarias para lograr aumentar los rendimientos, en ambos casos se llega a la obtención de líquidos cargados de Uranio.

En la figura N° 10 se indica el proceso completo, con sus variantes.

En la figura N° 11 muestra un diagrama de bloques de una planta con extracción por solventes, incluyendo la eliminación de esquistos bituminosos por tostación.

En la figura N° 12 se muestra el diagrama de flujo típico de una planta de concentración con lixiviación en pilas y extracción por resinas.

Finalmente, en la figura N° 13 se detalla el diagrama de flujo de una planta con lixiviación en cubas, decantación en contracorriente y extracción por solventes.

En nuestro país existen en actividad ambos tipos de planta: en Malargüe, Provincia de Mendoza, se emplean ambos métodos de lixiviación, en cubas y en pilas, y ambos métodos de extracción, por solventes y por resinas.

En San Rafael, provincia de Mendoza, existe una planta de concentración por lixiviación en pilas y extracción por resinas, así como en Las Gigantes, provincia de Córdoba.

Existen asimismo dos plantas más, una en Los Adobes, provincia de Chubut y otra en Don Otto, provincia de Salta, que operaban por este último sistema, pero actualmente no están en funcionamiento por haberse agotado los yacimientos que las proveían de mineral.

En la figura N° 14 se indica un diagrama de bloques del proceso utilizado para la obtención de dióxido de uranio, mientras que en la figura N° 15 se indica el diagrama de flujo de la misma.

En la ciudad de Córdoba, funciona la única planta productora de éste compuesto, que luego en Ezeiza, provincia de Buenos Aires, es sintetizado formando pastillas de un centímetro de diámetro por un centímetro de altura, que son el combustible nuclear utilizado en las Centrales Atómicas de Atucha y Río Tercero.

Fig. N° 8. DISOLUCIÓN ACIDA

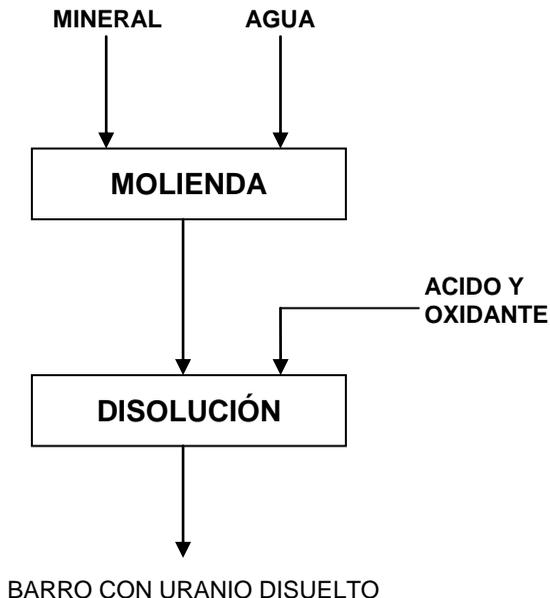


Fig. N°9. DISOLUCIÓN ACIDA MEJORADA

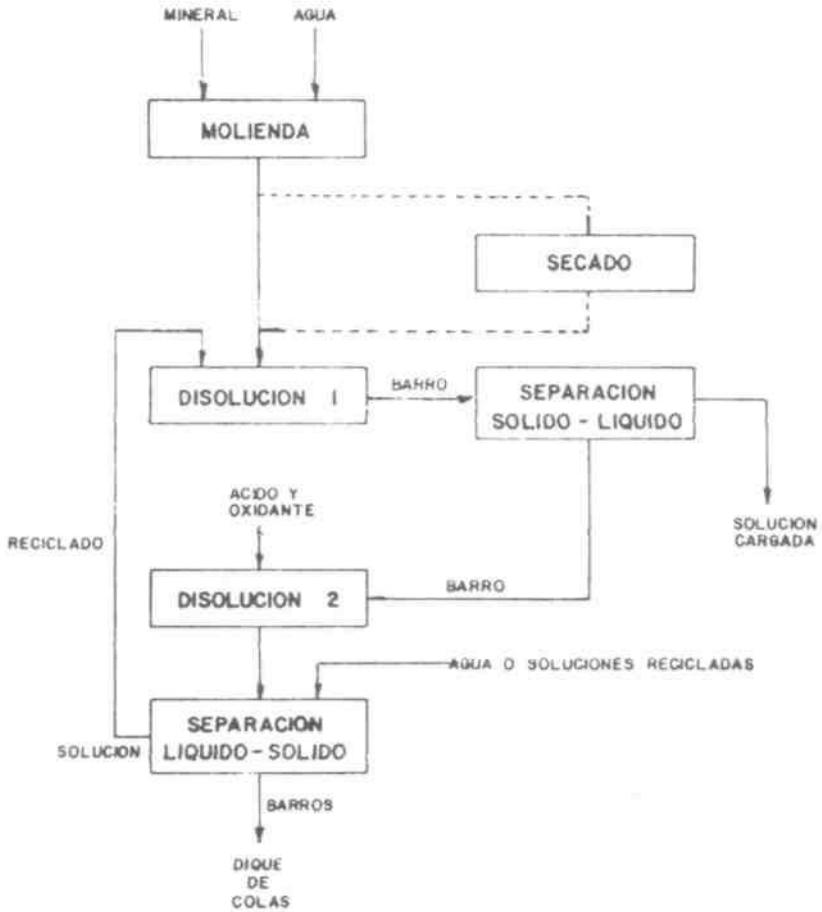


Fig. N° 10: PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE URANIO POR VIA ACIDA CON SUS VARIANTES

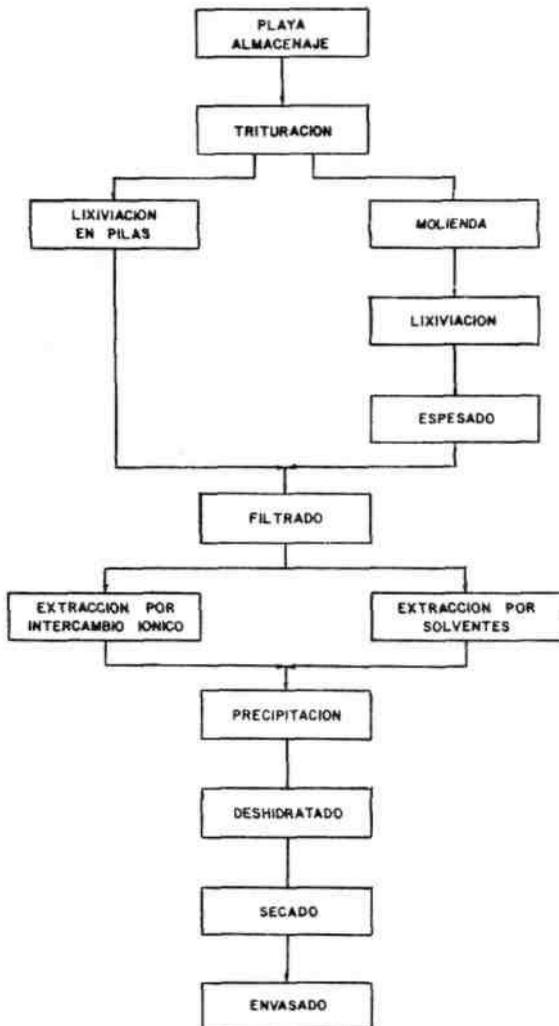


Fig. N° 11: PLANTA CONCENTRACIÓN POR SOLVENTES CON TOSTACION

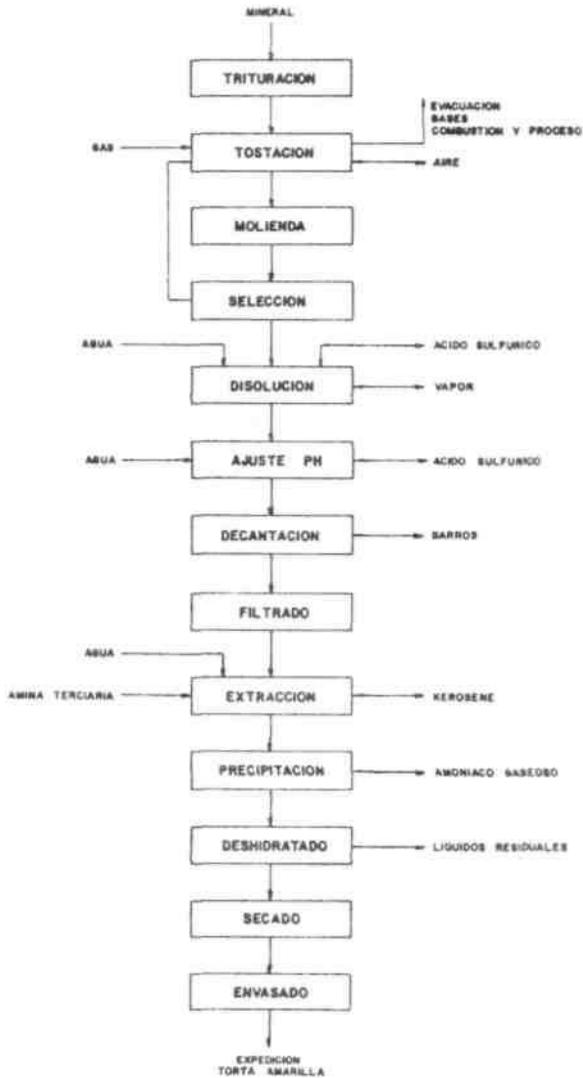


Fig. N° 12: Concentración con lixiviación en pilas y extracción por resinas — Diagrama de flujo

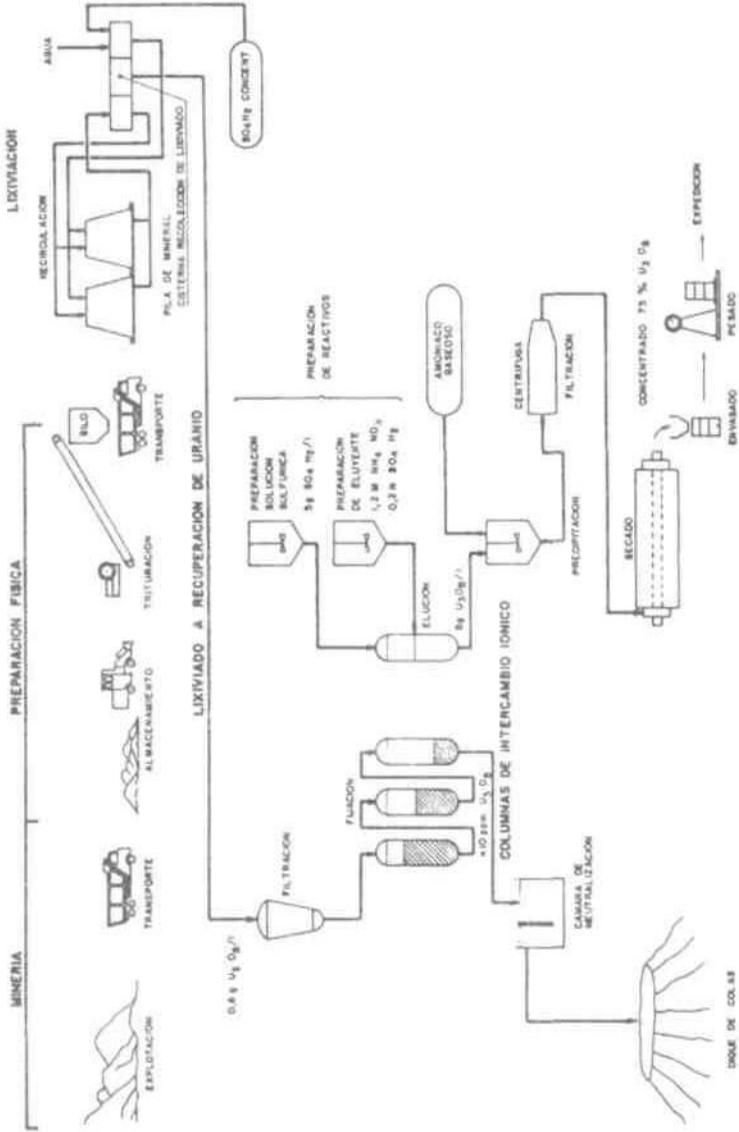


Fig. N° 13: PLANTA DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES CON LIXIVIACIÓN ENCUBAS

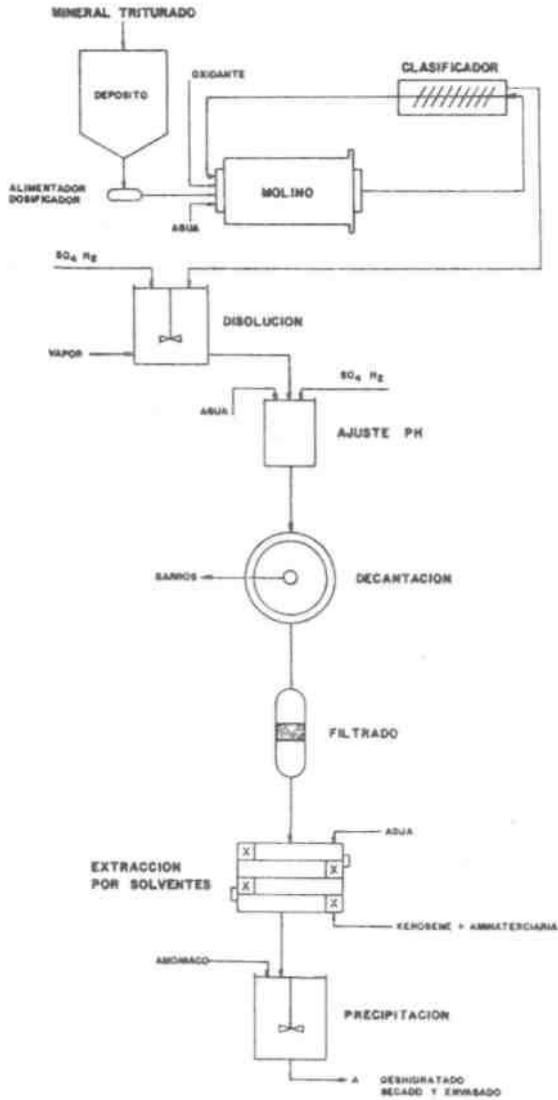


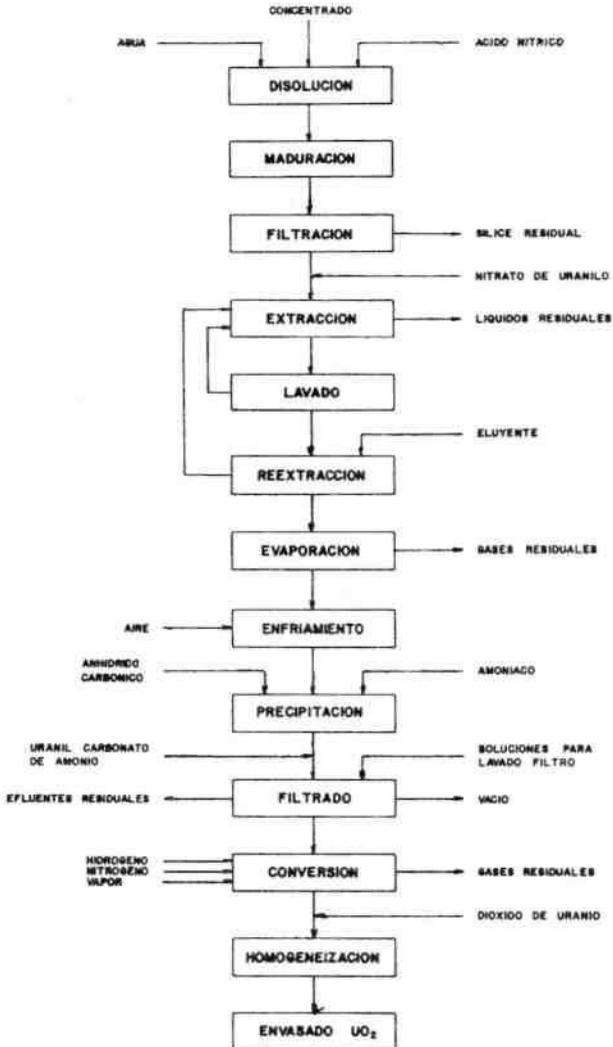
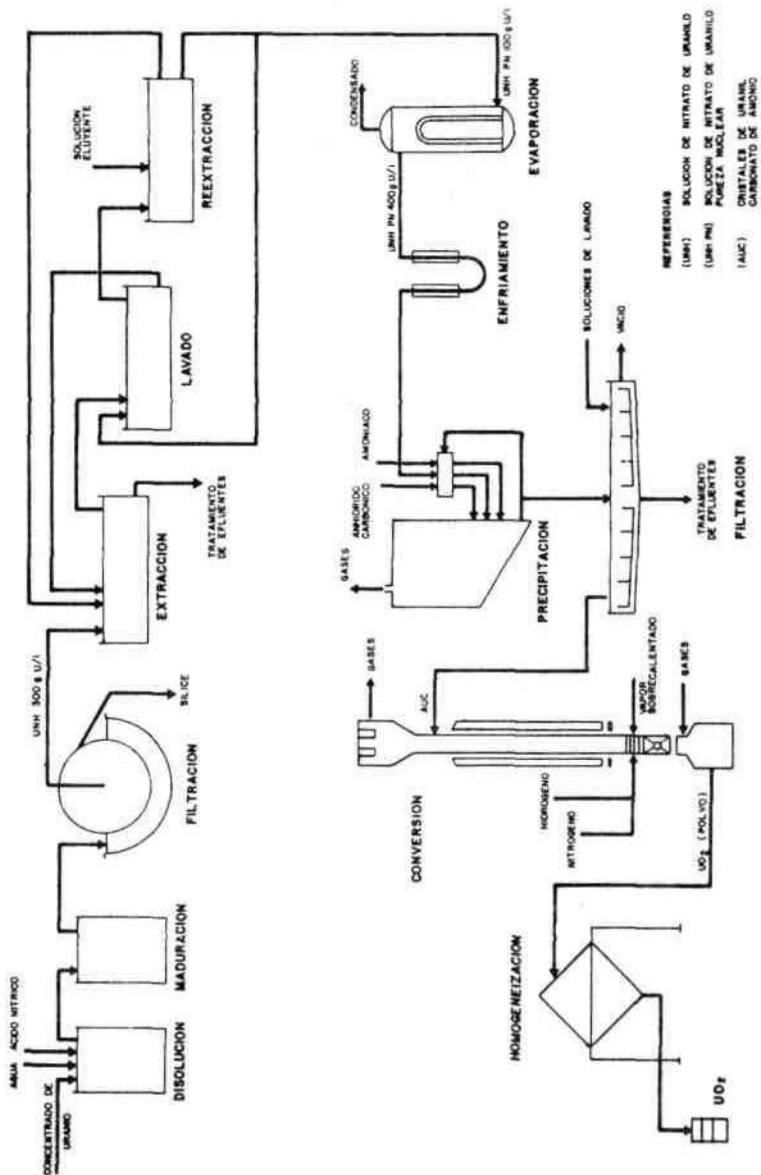
Fig. N° 14: PLANTA CONVERSION A UO₂

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE UO2



CAPITULO IV UTILIZACIÓN

La primera y más importante aplicación del Uranio, es como combustible nuclear en reactores atómicos.

Existen fundamentalmente dos tipos de reactores, los de uranio natural y los de uranio enriquecido.

Los primeros, hacen uso directamente de las pastillas sintetizadas de Dióxido de Uranio, tal como se las detalló en el capítulo III, mientras que los segundos utilizan un compuesto de *uranio* metálico con una mayor concentración de isótopo U235.

El proceso de enriquecimiento en nuestro país solo se realiza a nivel de laboratorio y ya concentración obtenida es sumamente baja aún. Es un proceso muy caro, y utilizado solamente por cuatro países en sus reactores, Estados Unidos de Norteamérica, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Alemania Federal e Inglaterra que son los únicos que dominan la tecnología del enriquecimiento.

El resto, como nuestro país, utiliza por razones de economía, el Uranio natural, o sea con la proporción de isótopo U235 que provee la naturaleza.

Los reactores que utilizan uranio natural, son de mayor tamaño que los de uranio enriquecido, pues necesitan mayor cantidad de combustible para alcanzar la masa crítica, o sea la masa de material capaz de automantener la reacción de fisión.

Las pastillas de dióxido de uranio sintetizado, son alojadas en vainas metálicas, de una aleación de zirconio, de diferente longitud según el tipo de reactor, estos tubos se agrupan en paquetes, formando la llamada barra de combustible.

Una gran cantidad de barras de combustible se ubican en un recipiente perfectamente estanco, lleno de agua pesada, o sea agua cuyas moléculas están formadas por DEUTERIO y OXIGENO, siendo el Deuterio un isótopo del Hidrógeno, de mayor peso atómico, o sea con mayor contenido de neutrones en su núcleo.

Este líquido, de iguales propiedades físicas macroscópicas que el agua común, sirve de refrigerante y moderador de la reacción, o sea que frena los neutrones emitidos por el Uranio, no permitiendo su descontrol. La sobre-elevación de temperatura de este refrigerante permite, en un intercambiador de calor, la producción de vapor, el cual es utilizado para mover turbinas, las que entregan energía cinética a generadores eléctricos.

A fin de lograr un control adicional sobre la reacción, se agregan barras de grafito, que pueden ser introducidas más o menos dentro de la zona donde se produce la mayor parte de la fisión nuclear, los que ayudan a disminuir la energía de los neutrones.

En la figura N° 16, se observa el esquema de un reactor nuclear del tipo ATUCHA, tal como el instalado en la Central de Atucha, provincia de Buenos Aires.

Existen también reactores de pequeño tamaño, utilizados para la propulsión de barcos militares y mercantes, así como de submarinos, tales como el Conqueror que hundiera el Crucero General Belgrano durante la guerra de las Malvinas. Estas naves tienen la ventaja de no necesitar reabastecimiento de combustible durante un tiempo prolongado.

Otra aplicación del Uranio, es en los reactores de potencia cero, o sea reactores de los cuales no se extrae energía, sino que son utilizados para la producción de Radioisótopos y para investigación. En el país existen tres reactores de este tipo.

Los radioisótopos, son sustancias que al ser irradiadas se convierten a su vez en irradiantes de radiaciones ALFA, BETA o GAMA, y son empleados por la industria y por la medicina.

Los usos de los radioisótopos van desde la radiación para esterilización de instrumental médico-quirúrgico, a la irradiación de semillas vegetales para modificar sus características genéticas, pasando por las utilizaciones terapéuticas e industriales.

-En el primer caso, las radiaciones exterminan todo vestigio de bacterias o microorganismos que pudiesen alojarse en el elemento irradiado.

Como medio de diagnóstico, se pueden aplicar técnicas denominadas de "trazadores" radiactivos, los cuales agregados a ciertas hormonas, se distribuyen por el torrente sanguíneo, indicando distintas enfermedades glandulares, o de algunos órganos. Asimismo, se utilizan estos métodos para determinar la presencia de tumores o quistes.

La radioterapia trata de destruir tejidos vivos, que normalmente son de crecimiento irregular, tales como tumores.

Mediante la irradiación es posible mejorar genéticamente las semillas, consiguiendo así nuevas variedades de mayor rendimiento o de mejor resistencia a las enfermedades.

También se aplican los radioisótopos para combatir las plagas debidas a insectos, generalmente mediante radioesterilización, con lo cual el apareamiento resulta improductivo. Los insectos son criados en laboratorio, esterilizados y luego se los suelta en el campo. La acción provocada es tal que con un cierto tiempo desaparecen gran cantidad de individuos, y su escasez provoca la disminución de sus efectos.

En la industria, se aplican para el estudio de la lubricación y el desgaste, para la circulación de materiales, el peso del tabaco incluido en cada cigarrillo, el nivel de la cerveza dentro de las latas, el espesor de materiales plásticos, o de planchas de acero. Asimismo se emplean para determinar la calidad de soldaduras, o la inexistencia de fallas en el interior de cuerpos moldeados.

En la provincia de Mendoza, se ha utilizado el método de los trazadores para determinar el movimiento de las aguas subterráneas, en la zona de influencia de Río Mendoza, y en la provincia de Catamarca, las filtraciones del Dique Sumampa. En Mar del Plata, se ha estudiado el movimiento de los sedimentos y arenas de los fondos.

También se utilizan radiaciones para el polimerizado de materiales plásticos, que sirven de aglomerantes para la fabricación de placas de aglomerado, o para reforzar tablonés, tablas o postes.

CORTE DE UN REACTOR TIPO ATUCHA

