

Clasificar exactamente un reactor es un proceso que ofrece ciertas complicaciones debido a que se pueden estipular condiciones de diseño, de empleo, de materiales, etc., que establecen un número muy grande de categorías. Sin embargo, una ordenación adecuada con el uso que se dé a la instalación permite obtener una idea clara de esta clase de instrumentos. De acuerdo con el empleo, los reactores se pueden clasificar:

## CLASIFICACION DE LOS REACTORES NUCLEARES

1. Reactores de investigación, enseñanza y prueba de materiales.
2. Reactores de producción.
3. Reactores de potencia.
4. Reactores para aplicaciones espaciales.

### DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE REACTORES

1. **Reactores de investigación, enseñanza y prueba de materiales.**

Los reactores de investigación son instrumentos adecuados para efectuar pruebas experimentales, lo que le da una gran variedad de aplicaciones entre las que se pueden mencionar:

**Física Nuclear:** estudio de reacciones nucleares para lo cual se irradian ciertos materiales con neutrones.

**Física del estado sólido:** determinación de la estructura cristalina de ciertos materiales empleando la técnica de la difracción de neutrones.

**Radioquímica:** estudio del efecto de las radiaciones sobre las reacciones químicas y sobre las propiedades de algunos materiales tales como los plásticos.

**Química analítica:** examen de las impurezas que existen en los materiales,



Capitán EDMUNDO SANDOVAL

La Revista de las Fuerzas Armadas lamenta la desaparición de su excelente colaborador.

empleando la técnica del análisis por activación. A propósito véase "La Ciencia al servicio de la investigación criminal", Revista de las Fuerzas Armadas, Nº 33.

**Biología:** estudio de las mutaciones genéticas en las plantas por irradiación de las semillas.

**Medicina:** tratamiento de enfermedades utilizando la técnica conocida con el nombre de terapia por captura neutrónica.

**Otras:** producción de radioisótopos para aplicaciones diversas.

Una de las características principales en un reactor de investigación es el número de neutrones que suministra en la unidad de tiempo por unidad de área, cantidad que se conoce como

flujo neutrónico. Los flujos varían dependiendo del diseño y capacidad de la instalación y están directamente relacionados con su potencia.

Otra característica de un reactor de investigación tiene que ver con su diseño. Los tipos más comunes son los de piscina y de tanque.

**El reactor tipo piscina.** Fig. Nº 1, tiene su núcleo suspendido en un tanque abierto lleno de agua, el cual se utiliza como enfriador, moderador y blindaje. Este diseño facilita el acceso al núcleo, lo que es de gran valor desde el punto de vista experimental, ya que permite la colocación de equipo y muestras y la observación directa de los mismos.

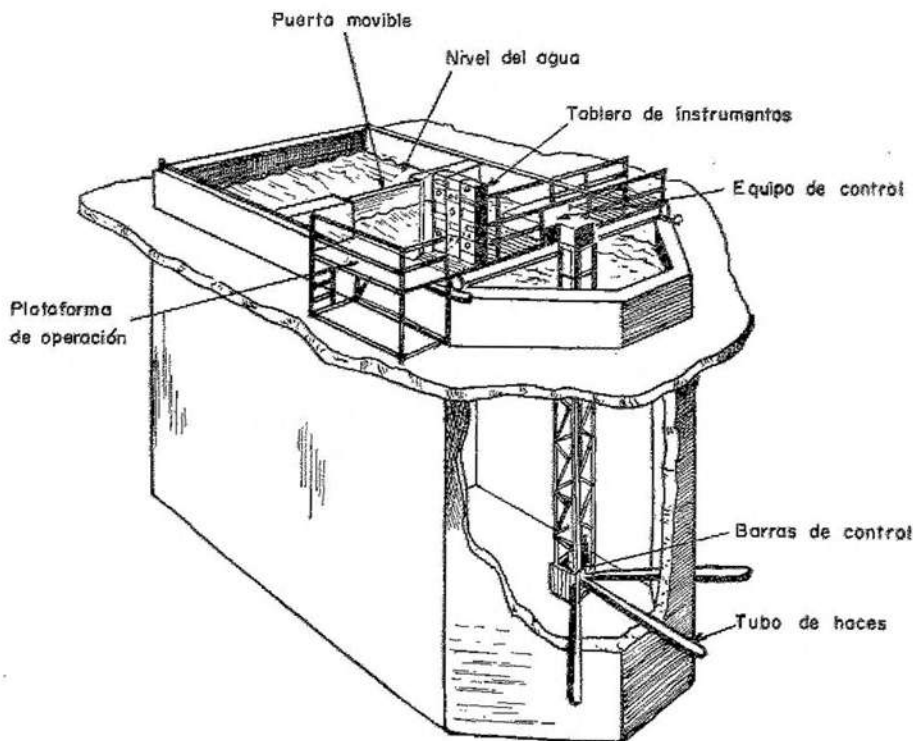


FIGURA No. 1 REACTOR TIPO PISCINA

**En los reactores tipo tanque.** Fig Nº 2, el núcleo del reactor se mantiene en una posición fija dentro de un recipiente cerrado. El agua ordinaria constituye el enfriador más usado, pero algunas veces se emplea el agua pesada. Este tipo de reactores opera generalmente a potencias mayores que los del tipo piscina y por tal razón disponen de un flujo más elevado.

Aunque es muy difícil hablar sobre los costos de estos artefactos, se puede

decir que fluctúan entre uno y cinco millones de dólares, teniendo en cuenta las edificaciones necesarias y el equipo auxiliar.

**Reactores de enseñanza.** Existen algunos reactores pequeños, de flujo reducido, diseñados como ayudas de instrucción y para efectuar algunas pruebas experimentales. Se pueden conseguir listos para su instalación a un costo que fluctúa entre cien y doscientos mil dólares.

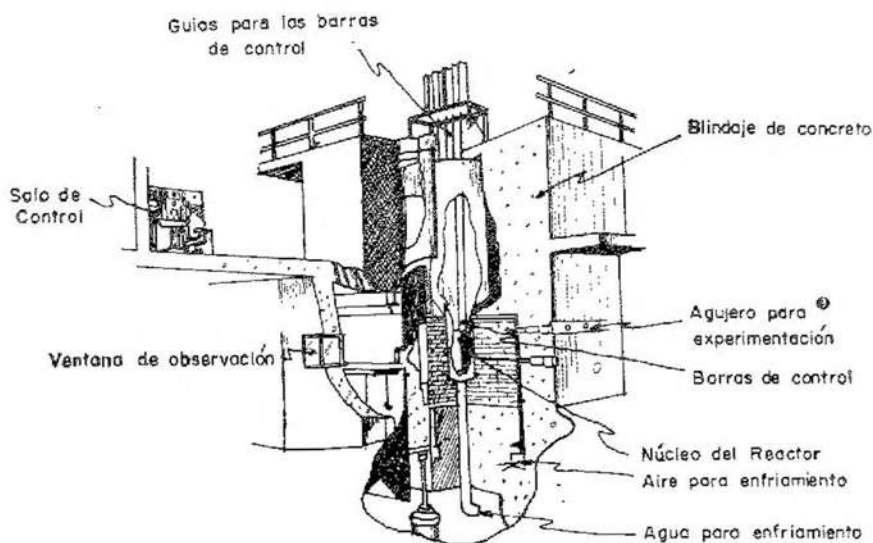


FIGURA No. 2 REACTOR TIPO TANQUE

**Reactores para pruebas de materiales.** Este tipo de reactores, Figs. Nos. 3 y 4, se caracterizan por su flujo elevado y se emplean para investigar el comportamiento de los materiales ante la presencia de radiaciones, lo que

es de gran utilidad para el diseño de nuevos reactores. En la actualidad se encuentran en operación plantas que alcanzan una potencia de un cuarto de millón de kilovatios y con un costo aproximado de 30 millones de dólares.

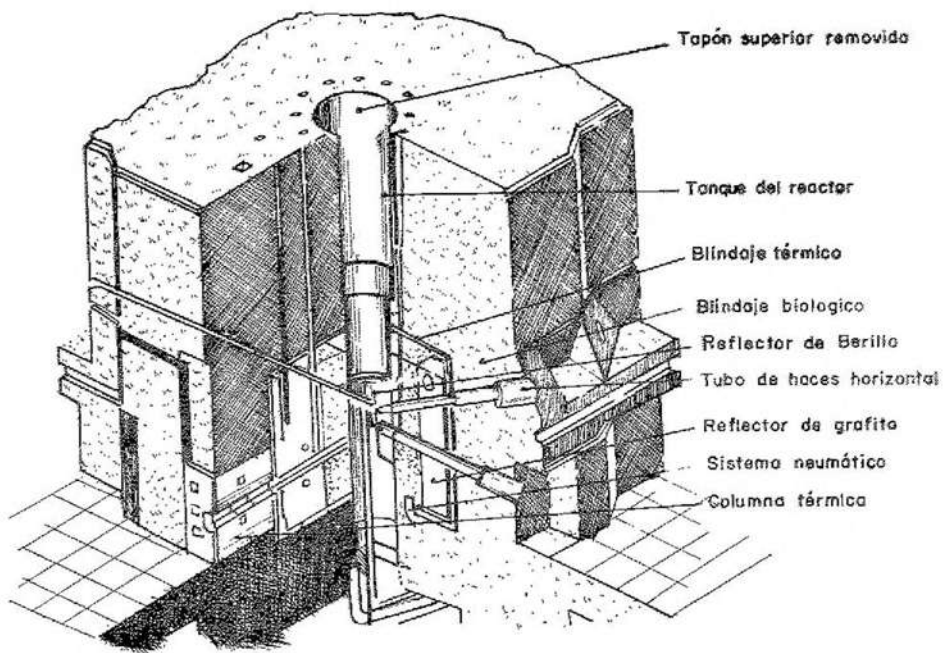


FIGURA No. 3 REACTOR PARA PRUEBA DE MATERIALES

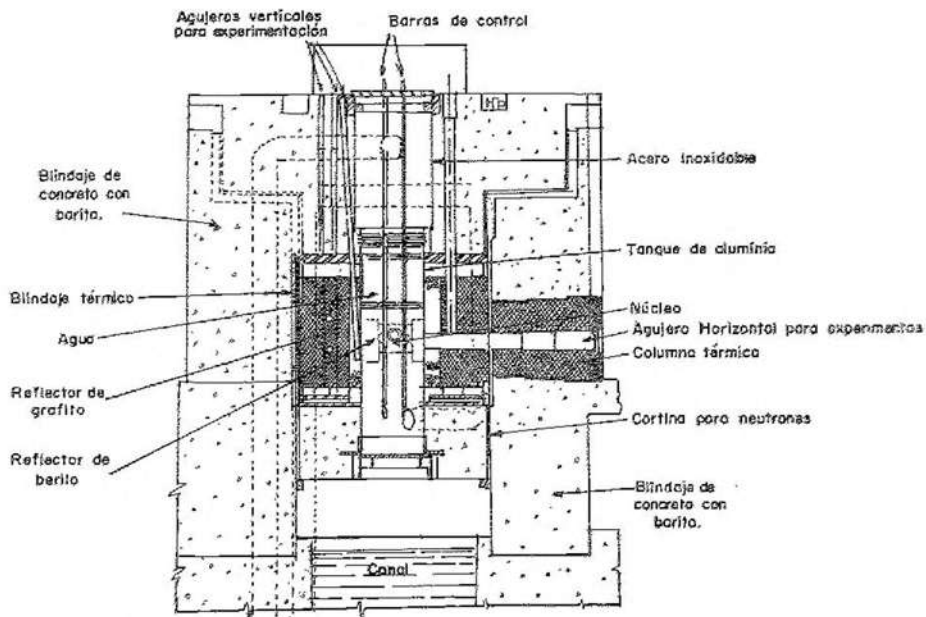
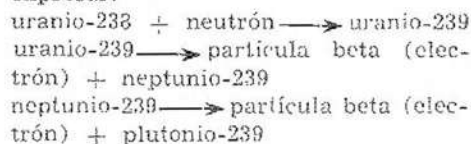


FIGURA No. 4 REACTOR PARA PRUEBA DE MATERIALES

2. **Reactores de producción.** Aunque en el artículo anterior, "Reactores nucleares", Revista de las Fuerzas Armadas, Nº 36, se habló de los materiales fértiles y fisionables, es conveniente recordar que el plutonio se forma cuando se produce el bombardeo de un átomo de uranio-238 con un neutrón. En ese caso se presenta la reacción que se muestra en la Fig. Nº 5, conocida como transmutación y que se puede expresar:



La preparación del material combustible plutonio se hace aprovechando el

principio anterior, siguiendo la etapas que a continuación se enumeran:

a) Fabricación de elementos combustibles con uranio natural.

b) Colocación de los elementos combustibles en el núcleo de un reactor y operación del mismo para conseguir el bombardeo del uranio-238 con los neutrones.

c) Almacenamiento temporal de los elementos irradiados con el fin de lograr el decaimiento de los radionúclidos de vida media corta.

d) Procesamiento químico del material para remover los productos de fisión.

e) Procedimiento para separar el plutonio del uranio residual.

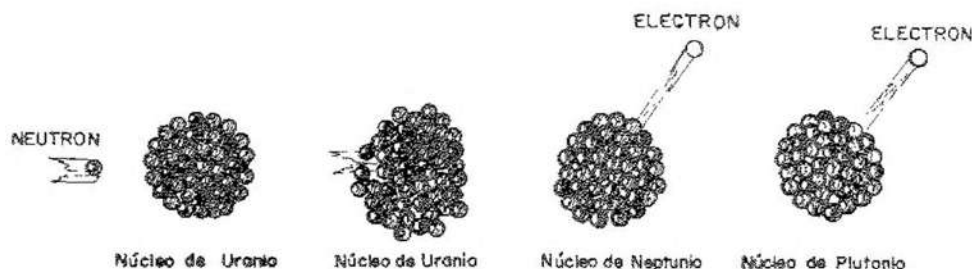


FIGURA No. 5 TRANSMUTACION DEL URANIO EN PLUTONIO

La Fig. N<sup>o</sup> 6 muestra un reactor reproductor, en el que el uranio-238 se ha colocado como reflector para que

reciba el efecto de los neutrones y se convierta en plutonio.

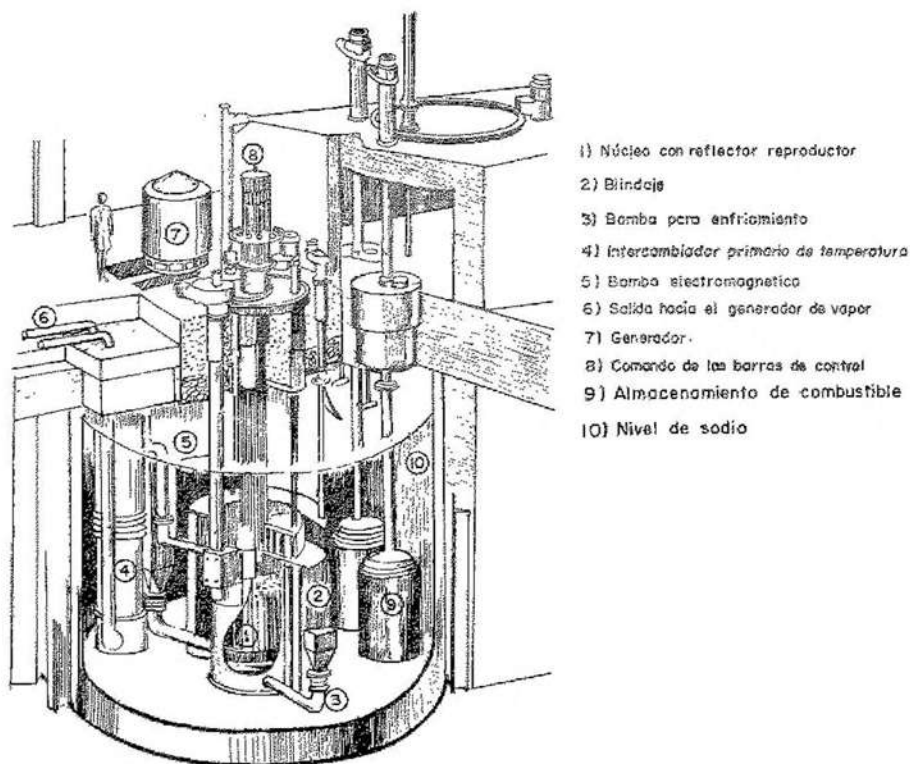


FIGURA No. 6 REACTOR REPRODUCTOR

### 3. Reactores para generación de potencia eléctrica.

En las plantas eléctricas convencionales se emplean como fuentes de calor combustibles fósiles, tales como el carbón, el gas natural o el acpm, los que se queman en una caldera; el calor generado se utiliza para producir vapor, el que actúa sobre un turbogenerador en el que se origina la electricidad.

La producción de electricidad por métodos nucleares requiere de una buena eficiencia termodinámica para la

conversión del calor removido del núcleo del reactor por el enfriador, en energía mecánica.

El aprovechamiento de la energía nuclear se basa en el hecho de que la energía liberada en la fisión de los átomos del material combustible, la cual aparece principalmente en forma de energía cinética de los productos de fisión, se transfiere al fluido enfriador y se convierte en calor. Para convertir ese calor en energía mecánica o eléctrica, se hace necesario producir vapor o calentar un gas, los que se ex-

panden y actúan sobre una turbina, la cual impulsa un generador, tal como se muestra en las Figs. Nos. 7 y 8

Las ventajas que se derivan de la utilización del reactor nuclear como fuente calorífica se entienden mejor si se compara el rendimiento de los combustibles nuclear y fósil: una tonelada de uranio tiene el equivalente energético de tres millones de toneladas de carbón o de doce millones de barriles de aceite para máquinas.

Sin embargo, los intentos de utilizar el reactor como fuente térmica presentan algunas dificultades, algunas de las cuales no se han podido resolver en la actualidad. Entre esos problemas se pueden mencionar:

a) La caldera de vapor se construye para que resista las altas presiones que se producen en su interior. El reactor nuclear no tolera altas presiones internas y hacer una adaptación para tal fin exige dispositivos complejos, difíciles de diseñar y construir.

b) El reactor puede generar cualquier potencia si se consigue que la gran cantidad de calor que se produce en su interior sea evacuada inmediatamente; en caso contrario, se presenta un recalentamiento excesivo que puede hasta fundir los elementos combustibles, con la consiguiente contaminación de la instalación.

c) La zona activa del reactor, es decir la que se calienta durante su funcionamiento no es grande, y es un problema de difícil solución el aumentar su superficie de contacto con el agente enfriador.

d) Las altas temperaturas que se producen en el núcleo intensifican la corrosión y las emanaciones radioactivas, colaboran a incrementar ese fenómeno.

Empero, no todo es desfavorable en lo que respecta a la utilización de la energía nuclear. Ya se mencionó que el rendimiento es mayor y así se tiene que una central eléctrica de cien me-

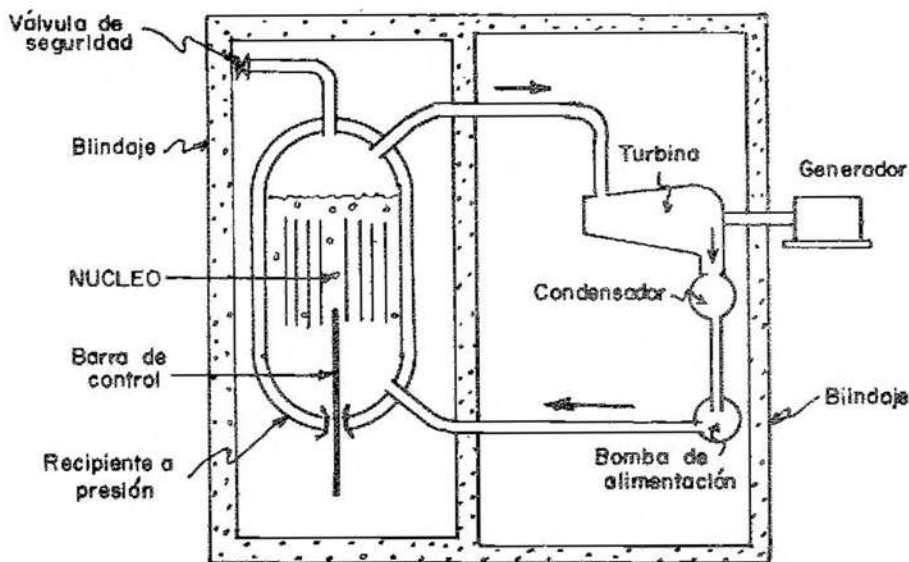


FIGURA No. 7 REACTOR DE POTENCIA

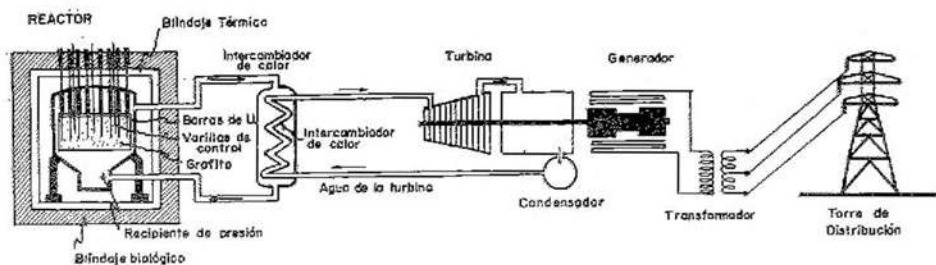


FIGURA No. 8 PLANTA NUCLEAR DE POTENCIA

gavatos, consume diariamente de mil a mil quinientas toneladas de carbón y en caso de ser nuclear no consumiría más de doscientos cincuenta gramos de uranio. Esta ventaja permite construir centrales nucleares en lugares de difícil acceso, ya que su consu-

mo no requiere aprovisionamiento continuo. La combustión no precisa de grandes cantidades de aire como en las centrales térmicas, lo que evita la contaminación del medio ambiente con humo u hollín, ni le restan oxígeno a la atmósfera.

