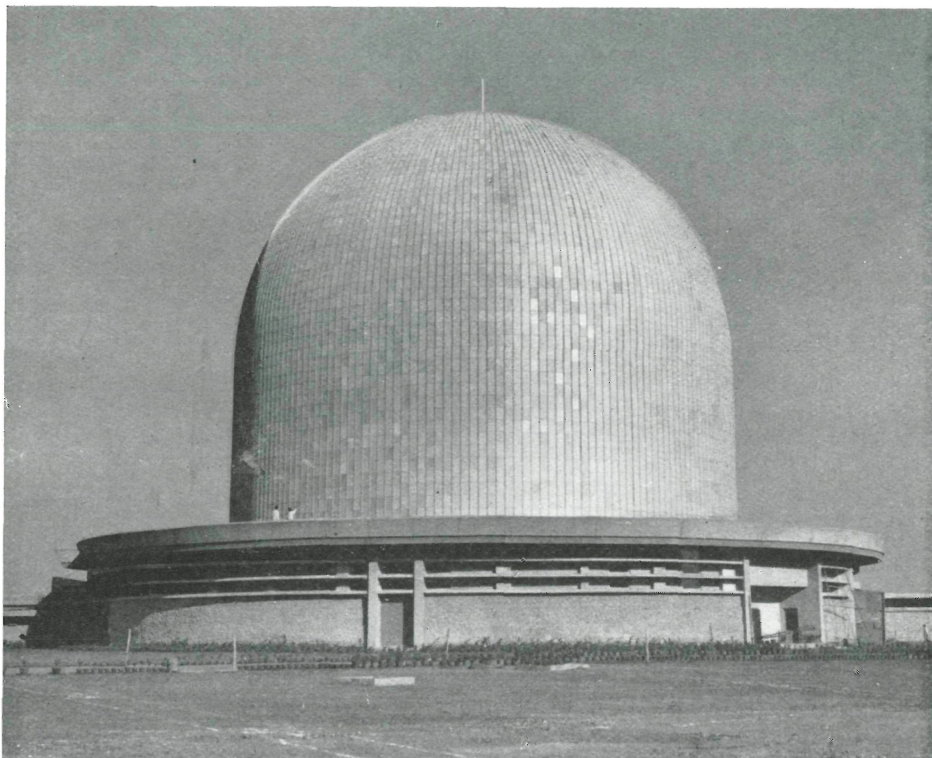


# reactor atómico



## Trombay

por B. SESHADRI, ingeniero

591 - 4

El reactor de Trombay, denominado reactor Canadá-India, e instalado en las proximidades de Bombay (India), constituye el proyecto de mayor amplitud construido con la colaboración internacional y dedicado al empleo de la energía atómica para usos de carácter puramente pacíficos.

El reactor alcanzó su período crítico el 10 de julio de 1960, y se espera llegue a su mayor estado de producción de energía, de unos 40 mW de potencia, en 1961. Su coste fue de unos 20 millones de dólares. Esta instalación se dedicará a la producción de isótopos, materiales para ensayos e investigación en el campo de la ingeniería.

El combustible utilizado es el uranio natural (unas 10 toneladas), que se modera con agua pesada (alrededor de 21 toneladas) y se refrigera por medio de agua fría ordinaria. Al operar desarrolla un gran flujo térmico de neutrones, que hacen del reactor un valioso medio para los estudios de la tecnología de reactores.

### **Edificio del reactor**

El reactor está situado en las proximidades de la gran ciudad de Bombay, por lo que se han tenido que tomar medidas para prevenirse de que posibles fugas de radiactividades pudiesen esparcirse en las zonas circundantes.



Por todo ello, el reactor se ha instalado en el interior de una especie de campana, sometida a presión interior, de 36,5 m de diámetro y 42 m de altura, formada de chapas soldadas de acero, cuyo espesor varía de 22 a 12 mm. La presión proyectada para el interior es de 0,35 kg/cm<sup>2</sup>, sin que se pueda producir distorsión alguna aunque la presión alcance a 1 kg/cm<sup>2</sup>. Las soldaduras se han comprobado por procedimientos radiográficos, que han seguido centímetro a centímetro la longitud de las costuras. También se hizo un ensayo de fugas, con objeto de comprobar la imposibilidad de un cambio nocivo de condiciones en caso de accidente.

La rotonda o espacio circundante del reactor tiene dos entradas, una para el personal y otra para vehículos; cada una de estas entradas consiste de un par de puertas que forman un compartimiento, se abren y cierran en dos fases, y, por tanto, permiten pasar de la presión exterior a la interior sin pérdidas sensibles de presión. Alrededor de la rotonda se ha construido un anillo, de 6 m de espesor, de hormigón armado, que rodea la sala de control del reactor, la instalación de aire acondicionado y otras partes del equipo auxiliar necesario para el funcionamiento del reactor.

### La estructura del reactor

La estructura del reactor contiene en su interior el caparazón del reactor, llamado "calandrie", los elementos que constituyen el combustible de uranio, el moderador, reflector y los escudos o protecciones contra el calor y efectos biológicos. Asociados con las operaciones del reactor existen varios sistemas de refrigeración, sistema de control, evacuación de restos estériles o escombros, etc.

La calandria es un recipiente de aluminio, de 2,4 m de diámetro y 3,3 m de altura, en cuyo interior se desarrolla el calor necesario para producir las reacciones de fisión. Se ha perforado formando un total de 199 huecos, y a través de cada uno de ellos pasa un tubo portador del combustible. La calandria contiene el agua pesada, que actúa como moderador, disminuyendo la velocidad de los rápidos neutrones emitidos por los átomos de uranio 235, que han de sufrir la fisión hasta que hayan alcanzado la llamada energía térmica necesaria para mantener las reacciones en cadena. Los neutrones disminuyen su velocidad de unos 1.600 km/s a unos 1.600 m/segundo.

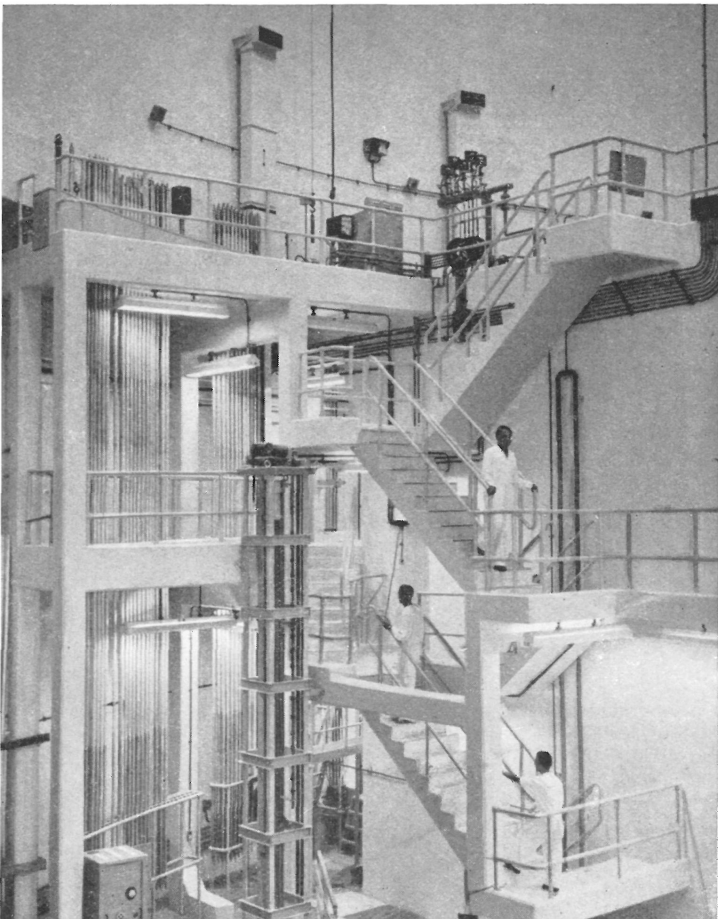
La potencia del reactor es la medida directa del número de átomos de uranio transmitidos por segundo, y se manifiesta en forma de calor. Como este reactor constituye una fuente de neutrones, la gran cantidad de calor producido exige se reduzca la temperatura en el núcleo o barras combustibles para evitar que estos elementos alcancen temperaturas elevadas. El nivel de potencia se controla variando el nivel del agua pesada en la calandria.

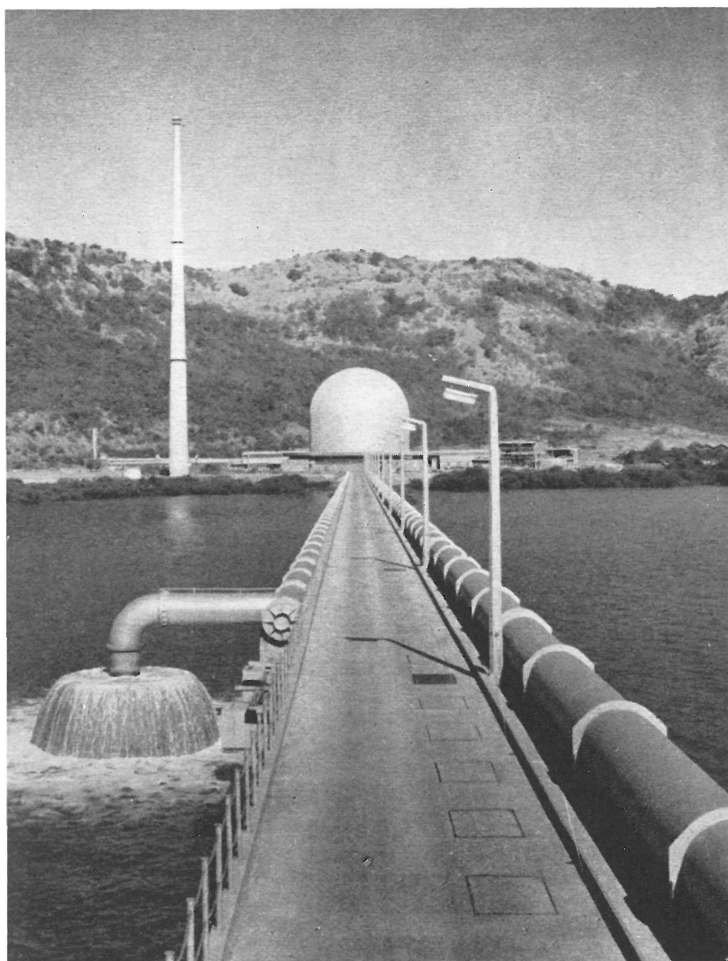
Puesto que algunos de los neutrones escapan del recipiente del reactor, se han previsto dos anillos, concéntricos, de grafito nuclear puro, de 23 y 60 cm de espesor, alrededor de la calandria, que reflejaban la mayor parte de los neutrones escapados nuevamente al recipiente del reactor.

En el interior del reactor se desarrollan radiaciones de alta capacidad de penetración que dan lugar las reacciones nucleares que se verifican en el interior de la calandria.

### Reactor.

Varillas de uranio que constituyen el combustible.





**Destructor de energía de la salida del agua de refrigeración.  
Vista general de la instalación.**

Para proteger al personal que trabaja en la instalación de estas radiaciones se han montado reflectores de grafito sobre dos anillos de hierro colado, de 15 cm de espesor, y una capa, de 2,40 m, de hormigón formando cilindro. El escudo superior de protección se compone de tres capas de 0,30 m cada una, que constituyen escudos térmicos refrigerados con agua.

### **El combustible del reactor**

El combustible del reactor consta de cuerpos cilíndricos, de 34 mm de diámetro, de uranio, que tienen 3 m de longitud, dispuestos en el interior de un tubo de aluminio.

La refrigeración del reactor se realiza utilizando una circulación de agua, que se refrigera, a su vez, con agua del mar. El agua primaria de refrigeración se vuelve altamente radiactiva durante su circulación por el reactor, a causa, principalmente, de la formación de nitrógeno 16, debida a la reacción nuclear con el oxígeno presente en el agua. Con objeto de dar el tiempo suficiente para que la radiactividad desaparezca, el agua activa se hace pasar a través de un lazo de 243,8 m de longitud y 1,50 m de diámetro.

Un recipiente esférico de unos 3.200 m<sup>3</sup> de capacidad se utiliza como depósito de emergencia en el caso de interrupción de la circulación de agua. El agua de este depósito, utilizada en caso de avería en la instalación ordinaria de refrigeración, pasa a través del reactor por gravedad.

El agua de refrigeración del sistema refrigerante o auxiliares se obtiene directamente del puerto de Bombay. La estación de bombeo se halla sobre un cajón hundido en la extremidad de un dique de 975 m de longitud.

### **Equipo auxiliar**

Con objeto de asegurar el funcionamiento, el reactor se ha provisto de un sistema automático de control. Toda parte instrumental para el accionamiento del reactor se ha triplicado.

El sistema de ventilación cuenta con presiones diferenciales que aseguran la corriente de las zonas de baja actividad a las de alta actividad, y de éstas, a la atmósfera a través de la chimenea.

Las instalaciones de acondicionamiento de aire sirven para asegurar el buen funcionamiento del instrumental, de gran sensibilidad, del reactor, y para crear un buen ambiente y condiciones de trabajo al personal que trabaja en esta instalación termo-nuclear.

La salida del aire de la rotonda pasa a través de cuatro bancos paralelos de filtros, y de aquí a la chimenea, de 120 m de altura.

La entrada del personal a la instalación del reactor se verifica a través de un edificio, anexo al cuerpo del laboratorio, que ejerce un estricto control sobre el personal que al terminar su labor regresa a su hogar.

