

## 1. ÁFRICA

Sudáfrica es el único país africano que tiene dos centrales nucleares. Dos en total. Y se les debe a la banca francesa, que en 1976 consiguió negociar la construcción de ambas centrales. Entonces, compartían por la construcción con un consorcio americano-holandés que acabó perdiendo la construcción por criticar a un “gobierno racista”, hecho que Francia dejaba pasar.

Por entonces, la prensa relaciono el aumento de la producción de energía mediante centrales nucleares con el objetivo de construir bombas atómicas iguales que las de Nagasaki.

### 1.1. Koeberg.

La planta de energía nuclear de Koeberg está situada 30 km al norte de Ciudad del Cabo, en la costa oeste de Sudáfrica, próxima al Colegio de Entrenamiento de la Policía de Sudáfrica y al suburbio de Melkbosstrand.

La planta de energía nuclear de Koeberg utiliza el reactor de agua presurizada basado en un diseño de Framatome de Francia. Comprende los únicos dos reactores comerciales de Sudáfrica y suministra energía a la red nacional. Está catalogada para 1.800 MW, su producción anual es de 11.480 MW y dispone de los mayores turbinas generadoras (2 x 900 MW) en el hemisferio solución más económica al problema de



**FOTO 18.** Central nuclear Koeberg.

proporcionar una capacidad de generación en incremento para atender las necesidades de la Provincia Occidental, que el transportar carbón a la existente estación de energía térmica existente en Athlone, cercana a la ciudad, o a construir otra del mismo tipo tan lejos de la cuenca carbonífera del Transvaal. Las modernas regulaciones que Eskom debe cumplir le obligarían a construir una chimenea de cerca de 300 m si hubiera elegido una planta térmica. El reactor está refrigerado por medio de agua fría extraída del océano Atlántico y bombeada a través de un circuito aislado.

La planta ha estado más o menos en funcionamiento desde que fue autorizada a operar. La construcción de Koeberg se inició en 1976 y la Unidad 1 fue conectada a la

red el 4 de abril de 1984, a la que siguió la Unidad 2 el 25 de julio de 1985 y no han registrado incidentes serios.

Los residuos de nivel bajo o intermedio de Koesberg son transportados por carretera en containers de acero y hormigón a un remoto lugar de vertido en Vaalputs, a 600 km de distancia en el Desierto del Kalahari.

La planta de energía originalmente estaba muy alejada del área metropolitana, pero el crecimiento la ha acercado en los últimos años. Esta ha sido una fuente de tensión entre los residentes y Eskom, ya que la planta obliga a prestar atención a las reglamentaciones sobre el máximo de densidad de población para caso de evacuación, impidiendo la construcción de edificios de gran altura.

Adjudicada en 1976, la central nuclear de Koeberg comenzó a funcionar entre 1984 y 1985, ocupándose hoy en día de generar el 6% de la energía que consume el país sudafricano.

Koeberg no era suficiente y su fluido se había tornado irregular. La demanda energética de Sudáfrica, al alza, hizo pensar a los dirigentes en la necesidad de una segunda planta. En un primer instante, a modo de parche, se adjudicó la construcción de una central más pequeña que Koeberg, pero en las inmediaciones de la primera. Posteriormente, el Gobierno sudafricano anunció que antes de 2025 se duplicaría la energía generada por este tipo de plantas, por lo que encargó solicitar presupuestos para construir una segunda central nuclear, incluso más grande que la de Koeberg. También estará ubicada cerca de Ciudad del Cabo.

#### *1.1.1 Sucesos.*

Recientemente Koeberg ha sufrido numerosas dificultades técnicas. El 11 de noviembre de 2005 un fallo en el tren de transmisión de la barra hizo que el reactor hubiera de ponerse en modo de emergencia, cortando el suministro a la mayor parte del Cabo Occidental durante cerca de dos horas.

El 16 de noviembre un incendio en la línea de 400 kV provocó la desestabilización de la línea, ocasionando graves caídas de voltaje lo que obligó a que Koeberg hubiera de apagarse otra vez. Varios distritos del Cabo se quedaron sin electricidad durante horas en esta ocasión.

En la tarde del 23 de noviembre, una inspección rutinaria del sistema de respaldo de seguridad, reveló una concentración por debajo de las especificaciones de un importante producto químico, lo que obligó a realizar un apagado controlado del reactor. Debido a la suficiencia del suministro de emergencia, los cortes pudieron ser

diferidos hasta el viernes 25 de noviembre, en el que el sistema de emergencia empezó a fallar. En ese momento se optó por una distribución de la energía de modo rotativo, con el que a los consumidores les fue cortado el suministro por turnos, situación que se mantuvo durante la mayor parte del día. Koeberg fue conectada de nuevo a la red el sábado 28 de noviembre.

Gran parte del Cabo quedó otra vez sin suministro el sábado 18 de febrero y el domingo 19 de febrero de 2006 debido a un fallo en la turbina número 2.

Koeberg es una parte esencial de la red nacional, en especial en lo que se refiere al suministro al Cabo Occidental. Recientemente Eskom ha abordado un programa de volver a poner en funcionamiento plantas de energía alimentadas por las reservas de carbón. En algunos casos, esto puede requerir la construcción de nuevas chimeneas que cumplan con las actuales reglamentaciones.

## **2. AMÉRICA.**

### **2.1. México.**

#### *2.1.1. Laguna Verde*

La Central Nuclear de Laguna Verde es una central nuclear de generación eléctrica, cuenta con 2 unidades generadoras de 682.5 MW eléctricos cada una. Situada en Alto Lucero de Gutiérrez Barrios (Veracruz, México). Con la certificación del organismo regulador nuclear de México, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas



**FOTO 19.** Central nuclear Laguna Verde.

de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS), la Secretaría de Energía otorgó las licencias para operación comercial a la unidad 1 el 29 de julio de 1990 y a la unidad 2 el 10 de abril de 1995. La central es propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Hasta ahora, es la única central nuclear en México. La construcción de la unidad 1 comenzó en octubre de 1976, fue conectada a la red eléctrica en 1989. En el caso de la unidad 2, su construcción empezó en 1977 y se integró a la red de potencia eléctrica en 1995.

Desde que la planta entró en operación se han dado protestas por parte de varios grupos civiles, principalmente por aquél denominado Madres veracruzanas. Dichos

grupos sostienen que Laguna Verde presenta un impacto negativo en el medio ambiente y que opera con medidas inadecuadas de seguridad, por lo que constituiría un peligro potencial para los asentamientos humanos más cercanos a la central.

También organizaciones internacionales se han sumado a las críticas a la planta, incluyendo a Greenpeace.

Por su parte, la CFE ha negado sistemáticamente las declaraciones, y siempre ha afirmado que la nucleoelectrica no representa ningún riesgo para el ambiente ni para la población ya que opera dentro de los lineamientos de la OIEA y la WANO.

En febrero de 2007 la CFE anunció que planea el aumento de la capacidad instalada de la Central en un 20%. La licitación internacional para efectuar dicho aumento de potencia fue ganada por la empresa española Iberdrola. El contrato de OIEA con dicha empresa asciende a 605,04 millones de dólares estadounidenses.

#### a) Reconocimiento.

La Central Nucleoelectrica de Laguna Verde, fue acreedora al Premio Nacional a la Calidad 2007 (México 2007) por ser la mejor empresa en el ramo de energía y cumplir con todos los requerimientos para operar con calidad de manera segura y confiable.

La Central Laguna Verde, ha sido reconocida nacional e internacionalmente por la excelencia en la gestión, en congruencia a la ejecución de su estrategia y de sus sistemas organizacionales de Clase Mundial, siendo referencia para otras centrales de generación en México y el mundo.



**MAPA 2.** Mapa de México con la central nuclear de Laguna Verde.

Otros reconocimientos importantes son Industria Limpia y Excelencia Ambiental, otorgado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y el Reconocimiento de Empresa Socialmente Responsable promovido por el Centro Mexicano para la Filantropía.

El 16 de septiembre de 2010 por primera vez en su historia, suspende operaciones ante el golpe de la tormenta tropical lo cual deriva en dejar de producir energía eléctrica durante la

contingencia.

La central nuclear de Laguna Verde cobro importancia y activo controversias nuevamente ante el accidente de Fukushima, puesto que la central posee 2 reactores del mismo tipo, sin embargo el Gobierno tranquilizó a la población asegurando que los reactores instalados en territorio mexicano son un poco más seguros, debido a que son más modernos que los siniestrosos

Laguna Verde cuenta con 2 reactores de agua hirviente (BWR), que utilizan Uranio 235 enriquecido al 3 o 4%. La fisión se crea a partir del uso de neutrones que chocan con los átomos de uranio o plutonio. Al llevarse a cabo la reacción, denominada reacción en cadena, se libera energía en forma de calor, esta energía calienta el agua dentro del reactor y provoca que se convierta en vapor. El vapor fluye a través de tuberías y conductos hasta llegar a las turbinas. Estas turbinas se mueven y transfieren el movimiento al generador que se encarga de producir electricidad, la cual se conecta a la red nacional de electricidad. El vapor de salida de las turbinas descarga en el condensador, condensándose por efecto de la refrigeración del mismo mediante agua de mar. Una vez en forma líquida en el condensador, el agua se recircula al reactor para volver a iniciarse el proceso.

El reactor cuenta con varios sistemas de seguridad. Para controlar la reacción dentro del reactor se utilizan unas barras de control. Estas barras de control se introducen y se sacan del reactor de acuerdo al uso y necesidad de energía. Las barras contienen carburo de boro que se encargan de detener la reacción en cadena. En caso de que las barras no se introdujeran a tiempo, el reactor cuenta con un sistema que se encarga de apagar el reactor de manera alternativa a las barras de control. Este sistema utiliza una solución de pentaborato de sodio, el cual es inyectado al reactor para apagarlo.

## **2.2. Argentina.**

### *2.2.1. Atucha I*

Fue la primera central nuclear instalada en Latinoamérica. Desde 2001 es también la primera y única central comercial de agua pesada en el mundo que funciona totalmente con uranio levemente enriquecido.

Funciona alimentada mayormente por uranio natural y entrega 357 MWe (megavatios de potencia eléctrica).

La central es operada por Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA) y está ubicada en la costa del río Paraná, cerca de la localidad de Lima, en el Partido de Zárate (Provincia de Buenos Aires), a unos 100 km al noroeste de la ciudad de Buenos Aires

El reactor es del tipo PHWR (reactor de agua pesada presurizada), y su diseño se basa en el prototipo alemán MZFR. Las construcción fue realizada por la subsidiaria Kraftwerkunion (KWU) de Siemens y comenzó el 1 de junio de 1968.

Ha operado desde entonces con sólo una parada significativa en 1989. Hasta fines de 2005 había generado 62.661,38 GW(e)h, con un factor de disponibilidad acumulado de 71,17% y un factor de carga acumulado de 68,07%.

La central fue diseñada de acuerdo a lo que se llama la “ cultura de la seguridad”. Con relación al núcleo, tanto el instrumental que mide la potencia y su variación en el tiempo, como otras señales concernientes a la seguridad, están por lomenos triplicadas, y en todos lo casos, el accionar de una sola de las tres, determina el corte inmediato del reactor.

También existen dispositivos o sistemas redundantes, de tal modo, que en general, de cada uno de ellos, se cuenta con un número superior al necesario para su funcionamiento.

### 2.2.2 *Atucha II*

Es una planta de energía atómica en fase de construcción, ubicada sobre la margen derecha del Río Paraná, en la localidad de Lima, Partido de Zárate, a 115 km de la Ciudad de Buenos Aires, adyacente a la central nuclear Atucha I, aprovechando gran parte de su infraestructura.



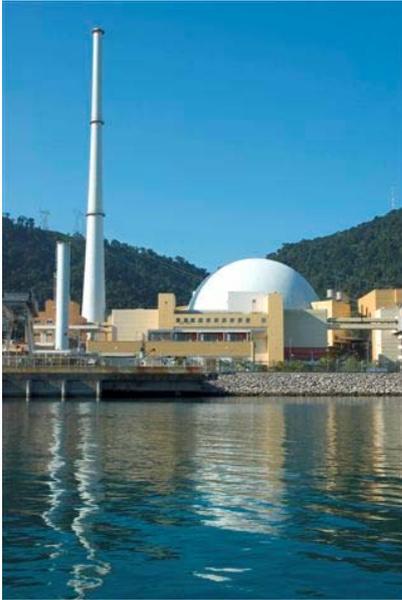
**FOTO 20.** Central nuclear Atucha II

### 2.2.3. *Embalse*

Ubicada en la localidad de Embalse, Provincia de Córdoba, Argentina, a 30 kilómetros de Río Tercero es una central nuclear de producción eléctrica. Debido a su capacidad de recarga de combustible durante la operación, también se la utiliza para generar isótopos de aplicación médica, como el Cobalto 60. Desde mediados de los años 90, es operada por Nucleoeléctrica Argentina S.A.

## **2.3. Brasil.**

### 2.3.1. *Angra.*



**FOTO 21.** Central nuclear Angra.

La Angra planta de energía nuclear es la única planta comercial de energía nuclear en Brasil. Es sobre la base de Central nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAB) Situado en la Praia de Itaorna en Angra dos Reis, Río de Janeiro.

Se compone de dos reactores de agua presurizada, Angra I, Con una capacidad instalada de 626 MW (la sincronización de la red en primer lugar, 1982) y Angra II con una capacidad instalada de 1.275 MW (la sincronización de la red en primer lugar, 2000). Un tercer reactor, Angra III, con una capacidad

prevista de 1.229 MW está previsto desde 1975. El trabajo en este tercer bloque, se puso en marcha en 1984 y dos años más tarde se canceló debido a las

preocupaciones ambientales y los problemas financieros.

La construcción de la central nuclear se remonta a un acuerdo entre el gobierno federal alemán y el régimen militar de Brasil en 1975. El reactor, Angra I reactor es un Westinghouse que compró Brasil a los Estados Unidos. Angra II fue construido con tecnología alemana (Siemens / KWU).

La fuga de 2001 más importante fue 150 litros de agua radiactiva en el Océano Atlántico.

## **2.4. EE.UU.**

La industria nuclear estadounidense ha estado prácticamente congelada desde el accidente de Three Mile Island, en 1979, el peor de la historia en EE.UU. Pero en los últimos años, la nueva ley de energía aprobada por George Bush incentiva la creación de nuevas plantas nucleares, una medida que pretende mitigar las consecuencias de la subida del precio del petróleo. Para el gobierno estadounidense, la energía nuclear es la única alternativa para asegurar el suministro a largo plazo.

### *2.4.1 Big Rock Point*

Funcionó de 1962 a 1997. Era propiedad y se encargaba de su funcionamiento Consumers Energy. Sureactor de agua hirviendo fue fabricado por General Electric (GE) y tenía una capacidad de producción de 67 megavatios de electricidad.

Big Rock Point fue la 1ª planta de energía nuclear de Michigan y la 5ª de los Estados Unidos. También producía Cobalto 60 para la industria médica. Su permiso de la Nuclear Regulatory Commission fue concedido el 29 de agosto de 1962, y la primera electricidad se generó el 8 de diciembre de 1962.



**FOTO 22.** Central nuclear Big Rock Point

Un video promocional de la planta contaba con la actuación como presentador del entonces portavoz de GE Ronald Reagan.

- Dimensiones del tanque del reactor: 30 pies de alto x 9 pies de diámetro.
- Grosos de las paredes del tanque del reactor: 5 1/2 pulgadas
- Una sola carga de 10 toneladas de combustible de uranio para el reactor de Big Rock podía generar la misma cantidad de electricidad que 260.000 toneladas de carbón.

Consumers Energy ya había anunciado previamente que el permiso de funcionamiento de Big Rock Point nos sería renovado cuando venciera el 31 de mayo de 2000. No obstante, motivos económicos demostraron en enero de 1997 que no era factible mantener el funcionamiento de Big Rock Point hasta la fecha de vencimiento de la autorización.

Enfrentados con la alternativa de cerrar la planta inmediatamente o jubilar la planta con dignidad después de 35 años de funcionamiento, Consumers eligió esta segunda opción, dando tiempo a los empleados para prepararse y celebrando una ceremonia que rindió honores a la contribución de Big Rock Point a la industria y a los muchos años de seguro y fiable funcionamiento.

El reactor fue apagado por última vez a las 10:33 a.m. horario del Este, el 29 de agosto de 1997- 35 años después de la fecha en que se había emitido su permiso de funcionamiento.

Debido a sus contribuciones a las industrias nuclear y médica, la American Nuclear Society designó Big Rock Point como espacio histórico nuclear.

El tanque del reactor de 235.000 libras fue trasladado a Barnwell, Carolina del Sur el 7 de octubre de 2003.

Todo lo de Big Rock Point, incluida la estructura esférica de contención de 130 pies de alto, ha sido demolido. Además de los ocho cascos de combustible gastado, existen pocos signos de que el emplazamiento fue una planta de energía nuclear.

Los costes totales de desinstalación se calcula ascenderán a 350.000.000 dólares.

#### 2.4.2. *Davis-Besse*

La Central Nuclear Davis-Besse se compone de un solo reactor nuclear situado en la orilla sudoeste del lago Erie cerca de Oak Harbor, Ohio. Es el 57º reactor de energía comercial construido en Estados Unidos (su construcción empezó el 1 de septiembre de 1970) y el 50º en entrar en producción. Con datos a 2006, es propiedad y su funcionamiento corre a cargo de las Ohio Edison & Toledo Edison, subsidiarias de FirstEnergy Corp.

De acuerdo con la Nuclear Regulatory Commission, Davis-Besse ha sido el origen de dos de los cinco más peligrosos incidentes nucleares en los Estados Unidos desde 1979.

La Unidad uno es un reactor de agua presurizada de 873 MWe suministrador por Babcock and Wilcox. El reactor estuvo



**FOTO 23.** Central nuclear Davis-Besse.

desconectado desde 2002 hasta principios del 2004 debido a reparaciones y actualizaciones de su seguridad, por lo que no están disponibles estadísticas recientes de su funcionamiento.

##### *a) Sucesos.*

En 1985, las dos principales bombas suministradoras del agua en ebullición, utilizadas para suministrar agua a los generadores de vapor del reactor fueron cerradas. Una, debido a un aumento de velocidad por un fallo del sistema de control electrónico de la turbina de una bomba. La otra, por una momentánea señal de descarga de alta presión motivada por el intento de la segunda bomba para equilibrar el flujo perdido por la avería de la primera bomba. Un operador de la sala de control intentó arrancar las bombas auxiliares de emergencia alimentadoras de agua. Ambas cayeron en velocidad excesiva debido a que el operador pulsó los botones incorrectos al realizar la maniobra de arranque.

En relación con la probabilidad de una fusión del núcleo, la NRC clasificó esto como el más peligroso de los incidentes desde que Three Mile Island tuvo una fusión parcial. Este incidente está descrito en la publicación de la NRC NUREG-1154.

El incidente fue inicialmente clasificado como un "evento inusual" (el menos grave en la clasificación de la NRC para un incidente) pero más tarde se determinó que hubiera debido clasificarse con una "emergencia del área del emplazamiento" (sólo un nivel por debajo de la "emergencia general" que ocurrió en Three Mile Island).

El 24 de junio de 1998 la planta fue golpeada por un tornado.

En marzo de 2002, después de que el gobierno hubiese permitido una demora en las inspecciones de seguridad con fecha límite del 31 de diciembre de 2001, se descubrió que el ácido bórico había corroído casi toda la vía hasta la cima de los 6½-de pulgada del grosor del casco de presión de reactor. Una brecha podría haber permitido el fluir parcialmente del edificio de contención del reactor con agua radioactiva y dañado el equipo de seguridad, causando posiblemente daños en el combustible.

El reactor se cerró durante dos años, en el transcurso de los cuales se descubrieron nuevas grietas en la planta que incrementaron la probabilidad de un incidente de daños en el combustible. Es posible que los daños del combustible progresaran para permitir la liberación de elementos radioactivos. El incidente fue clasificado como el quinto más peligrosos por la NRC. Las reparaciones y actualizaciones costaron 600 millones de dólares, y el reactor de Davis-Besse fue puesto en funcionamiento de nuevo en marzo de 2004.

El 20 de enero de 2006, la propietaria de Davis-Besse, FirstEnergy Corporation de Akron, Ohio, reconoció una ocultación de graves violaciones de seguridad, realizadas por antiguos trabajadores, y alcanzó un acuerdo para un juicio civil con el Departamento de Justicia de Estados Unidos, en lugar de un juicio federal por causa criminal. En el acuerdo la compañía aceptó pagar sanciones por 23,7 millones de dólares, con una adicional de 4,3 millones en contribuciones a varios grupos, incluyendo el Servicio de Parques Nacionales, El Servicio de Pesca y Vida Salvaje, el Hábitat para la Humanidad, y la Universidad de Toledo, así como a pagar determinados costes relacionados con la investigación federal.

Además, dos antiguos empleados y un anterior contratista fueron acusados de haber engañado deliberadamente a los inspectores de la NRC en múltiples documentos y un vídeo, durante varios años, ocultando la evidencia de que el casco de presión del reactor había sido gravemente debilitado por el ácido. La pena máxima para los tres es

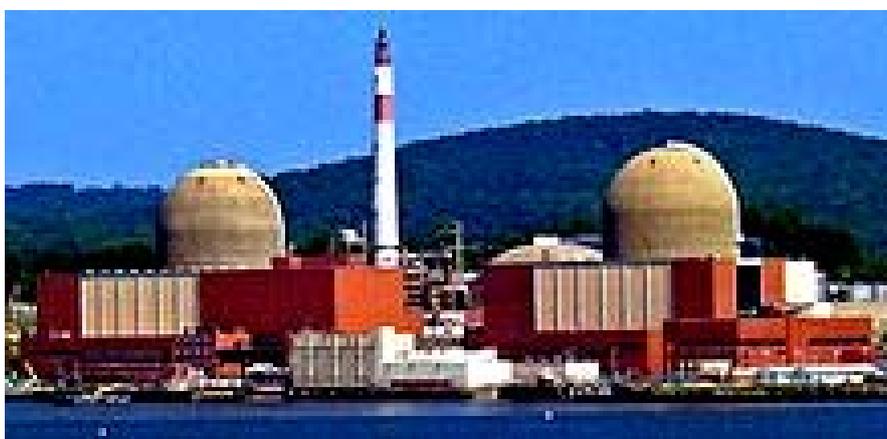
de 25 años de prisión. La denuncia menciona que otros empleados también suministraron información falsa a los inspectores, pero no cita sus nombres.

#### *2.4.3 Indian Point Energy Center*

Es una planta de energía nuclear de tres unidades situada en Buchanan (Nueva York)). Se encuentra en la orilla este del río Hudson, aproximadamente a 56 km al norte de la ciudad de Nueva York.

La planta se contruyó originalmente con un reactor que operó desde 1962 hasta 1974. Actualmente opera con dos reactores de agua presurizada de Westinghouse, puestos en funcionamiento en 1974 y 1976. La propiedad y gestión de la planta corresponde a Entergy Nuclear Northeast, una subsidiaria de Entergy Corporation. La central da empleo a 1.100 trabajadores.

El reactor 1 de Indian Point fue fabricado por Consolidated Edison. Se trataba de un reactor de agua a presión (PWR) de 275 MW de potencia. Obtuvo la licencia para operar el 26 de marzo de 1962, y entró en funcionamiento el 16 de septiembre del mismo año. En un principio funcionaba con un combustible a base de torio, pero debido a su bajo rendimiento se sustituyó por óxido de uranio.



**FOTO 24.** Central nuclear Indian Point Energy Center

El 5 de junio de 1970, la unidad 1 sufrió un severo problema que, para su reparación, requirió el trabajo en la zona contaminada de 700 operarios (en tandas de unos pocos minutos) durante 7 meses. En marzo de 1972, la presión del circuito primario de refrigeración se había incrementado un 30%

La unidad 1 se cerró el 31 de octubre de 1974 después de que el sistema de refrigeración de emergencia no superase los controles de seguridad del regulador. En enero de 1976 se completó la retirada del combustible nuclear de la vasija del reactor

La unidad 2 fue propiedad de Consolidated Edison hasta su venta en 2002 a la empresa Entergy, junto con la unidad 1.

- Tipo: Reactor de agua presurizada (PWR).
- Potencia: 1032 MW.
- Estado: en funcionamiento.
- Inicio del funcionamiento comercial: 1 de agosto de 1974.
- Fecha de vencimiento de la autorización: 28 de septiembre de 2013.

La unidad 3 fue vendida por Consolidated Edison Co. a la New York Power Authority en 1975, antes incluso de que terminase su construcción. Posteriormente, en 2000 sería vendida a Entergy Corporation.

- Tipo: reactor de agua presurizada (PWR).
- Potencia: 1051 MW.
- Estado: en funcionamiento.
- Inicio del funcionamiento comercial: 3 de agosto de 1976.
- Fecha de vencimiento de la autorización: 15 de diciembre de 2015.

#### *a) Sucesos.*

El 15 de febrero de 2000, se liberó al medio ambiente una pequeña cantidad de radioactividad cuando una tubería de un generador de vapor se rompió, vertiendo agua del circuito primario al secundario. La Comisión Regulatoria Nuclear inicialmente informó que no se había liberado ningún material radiactivo, pero posteriormente cambió su informe para decir que se produjo una fuga, pero no en la cantidad suficiente como para amenazar la seguridad pública.

En septiembre de 2005 se descubrió una fuga de agua contaminada procedente de la piscina del reactor 2, en la que se almacena el combustible gastado. El día 5 de ese mes, Entergy comunicó a la NRC la aparición de tritio en un pozo cercano a las piscinas de ambos reactores, sin embargo dicho suceso no se hizo público hasta varias semanas después. En los siguientes meses se investigó el origen de la fuga, pero dadas las dificultades para monitorizar el interior de las piscinas, la empresa se centró en analizar el rastro de sustancias contaminantes a través de las aguas subterráneas. En diciembre de 2008, el origen de la fuga aún no había sido identificado.

#### *b) Cierre.*

Recientemente, Indian Point ha sido objeto de controversias por los activistas ambientales. El interés en cerrar Indian Point se remonta a 1979 como consecuencia del incidente de Three Mile Island, una fusión parcial del núcleo que no ocasionó heridos.

Desde los atentados del 11 de septiembre de 2001, se han producido renovados intereses en cerrar esta planta. Algunas manifestaciones incluso han denominado al emplazamiento como "arma de destrucción masiva" vulnerable a ataques terroristas. A pesar de que se ha dicho que es imposible que las plantas comerciales de energía nuclear exploten como bombas atómicas, los activistas argumentan que una explosión en la planta o sus alrededores podría causar un desastre nuclear que podría afectar a áreas pobladas, incluyendo la ciudad de Nueva York, el norte de Nueva Jersey y Fairfield County, Connecticut.

Estudios y demostraciones realizadas por Entergy han indicado que incluso aunque un gran avión de pasajeros se estrellara en el edificio de contención ello no produciría daños en el reactor. A pesar de ello, la plausibilidad de un accidente sigue siendo un tema sostenido por los activistas. En septiembre de 2005, la propia Nuclear Regulatory Commission mantuvo una notificación de una filtración en Indian Point que duró 18 días.

En respuesta, un nuevo sistema de control independiente entró en acción ofreciendo que las alertas públicas de radiación serían difundidas por correo electrónico en caso de una emergencia en Indian Point. Las alertas se ofrecen por suscripción y son enviadas a cualquier teléfono móvil, ordenador u otro instrumento que pueda recibir correo electrónico. Una de las ventajas de esta nueva tecnología es que alertaría a todas las personas aunque estuvieran fuera del radio de acción de 16 km alrededor de la planta en donde están instaladas sirenas.

*c) Contrarios.*

Los defensores de la energía nuclear señalan la necesidad de una energía estable en el área metropolitana de Nueva York; el apagón de 2003 ha demostrado la importancia de la independencia energética. La planta de Indian Point produce 2.000 MW de electricidad para cerca de 2 millones de hogares del área. También dicen que la energía nuclear es amistosa con el ambiente como alternativa al combustible fósil en términos de polución atmosférica. (La gestión de residuos nucleares sigue siendo un reto importante tanto para la seguridad como para el entorno.) La Agencia Federal de Gestión de Emergencias ha aprobado recientemente un plan de evacuación para Indian Point, a pesar de que muchos residentes locales y personas cualificadas cuestionan su efectividad.

El 9 de septiembre de 2004 la cadena de televisión HBO emitió un documental sobre la controversia en torno a la central titulado *Indian Point: Imaginando lo Inimaginable*, dirigido por Rory Kennedy.

En la edición de octubre/noviembre de 2005 de *The Independent* (un periódico perteneciente al grupo NYC Indymedia), Alex Matthiesser informó que Indian Point, que se encuentra alrededor de 55 km de Times Square, seguía siendo un objetivo terrorista. El anterior director de FEMA, James Lee Witt, había dicho que el plan de emergencia de Indian Point "no considera las posibilidades de un suceso causado por terroristas," haciendo énfasis en que una evacuación en el caso de un ataque sería imposible dadas las congestionadas carreteras del área y la densidad de población.

En 2001, Riverkeeper había concentrado a más de 400 políticos (incluidos 11 miembros del Congreso), 500 hombres de negocios locales, y más de 200 policías, bomberos, conductores de autobús, maestros de escuela, trabajadores sanitarios, para reclamar el cierre de la planta, criticando, entre otros aspectos, su considerado irrealizable plan de emergencia. Aún así, en 2003, Michael Brown y Joe Allbaugh certificaron la planta para su funcionamiento y aprobaron su plan de evacuación. En respuesta, Sue Kelly, una mujer congresista republicana de Westchester, acusó a ambos de "burócratas, selladores de papeles." Allbaugh y Brown han sido también mencionados por su responsabilidad en la chapucera respuesta al huracán Katrina. Los militares de Estados Unidos, de acuerdo con la doctrina de la Posse



**FOTO 25.** Central nuclear *South Texas*

Comitatus, se encargan actualmente de la responsabilidad de defender Indian Point así como sus infraestructuras.

Los críticos con estas denuncias de posibles ataques terroristas, manifiestan que la planta comercial nuclear de energía son los emplazamientos civiles más protegidos de los Estados Unidos. Hacen notar que hay muchas más plantas químicas que suponen más peligro, y que también están situadas cerca de grandes áreas metropolitanas., y que no siguen los mismos niveles de seguridad.

#### *2.4.4 South Texas*

También conocida como South Texas Project (STP), está situada en la coordenadas 28.800 -96.052, al sudoeste de Bay City, Texas, Estados Unidos. Ocupa 49 km<sup>2</sup> a las orillas del río Colorado cerca de 145 km al sudoeste de Houston, y fue la primera planta de energía nuclear de Texas. En 1996, las dos unidades, reactores de agua presurizada Westinghouse, eran dos de las 20 más importantes entre las generadoras de electricidad del mundo.

##### *a) Característica distintiva.*

STP es única en su diseño y en sus sistemas de seguridad para los reactores. Cada unidad dispone de tres sistemas, en lugar de los dos habituales, de refrigeraciones del núcleo, totalmente independientes y asociadas a sistemas de apoyo. No obstante, la adición del tercer tren de seguridad no fue totalmente reconocida por las reglamentaciones de seguridad nuclear durante el proceso de autorización de la planta. El tercer sistema ECCS proporciona una reducción significativa real del riesgo, y la compañía insistió para conseguir el reconocimiento oficial de sus características. Estos esfuerzos llevaron a que, en parte, el equipo de ingeniería se convirtiera rápidamente en expertos reconocidos por la industria en el análisis y modelación de los riesgos y en la gestión en tiempo real del riesgo durante las actividades de funcionamiento y mantenimiento.

##### *b) Histórica construcción.*

El 6 de diciembre de 1971, Houston Lighting & Power Co. (HL&P), la ciudad de Austin, la ciudad de San Antonio, y la Central Power and Light Co. (CPL) iniciaron un estudio de viabilidad para la construcción conjunta de una planta nuclear. El coste inicial estimado era de 974 millones de dólares.

A mediados de 1973, HL&P y CPL habían elegido Bay City como emplazamiento para el proyecto y San Antonio había firmado como socio en el proyecto. Brown and Root fue seleccionado como compañía de arquitectura y

construcción. En noviembre, los votantes en Austin aprobaron la participación de su ciudad y la misma suscribió el proyecto el 1 de diciembre. Austin tendría varios referéndums más a lo largo de los años acerca de si debía mantenerse o no en el proyecto.

En mayo de 1974 se presentó una solicitud de autorización para la construcción de la planta a la Atomic Energy Commission (ahora Nuclear Regulatory Commission (NRC)), quien emitió los permisos el 22 de diciembre de 1975. La construcción se inició en 1976.

Para el año 1981, el South Texas Project ya se encontraba retrasado cuatro años sobre las previsiones y se había producido un sustancial incremento de costes. Brown and Root revisaron su planificación para la finalización para junio de 1989 y el coste aún estimado de 4,4 - 4,8 millardos de dólares.

La Unidad 1 alcanzó su criticidad inicial el 8 de marzo de 1988 y empezó su funcionamiento comercial el 25 de agosto. Las fechas para la Unidad 2 fueron el 12 de marzo de 1989 y el 19 de junio, respectivamente.

En febrero de 1993, ambas unidades hubieron de desconectarse para resolver problemas con las bombas auxiliares alimentadoras de agua para vapor. No volvieron a entrar en servicio hasta marzo (Unidad 1) y mayo (Unidad 2) de 1994.

Los propietarios de STP demandaron a Brown and Root por rotura del contrato el 26 de diciembre de 1981. Brown and Root la liquidó el 30 de mayo de 1985, mediante el acuerdo de pagar a los propietarios de STP 750 millones de dólares.

El 6 de enero de 1983, la ciudad de Austin presentó una demanda contra HL&P por mala gestión del proyecto y buscando liberarse del Acuerdo de Participación en el STP. La ciudad presentó otra demanda el 22 de febrero de 1994 para recuperar los costes de combustibles asociados con las demoras de un año de duración en 1993 y 1994. HL&P y Austin alcanzaron un acuerdo fuera de los tribunales el 1 de mayo de 1996 por el cual Austin renunciaba a cualquier litigio contra HL&P, si HL&P formaba una compañía de gestión separa para el funcionamiento del STP.

#### *2.4.5 Central nuclear de Beaver Valley:*

La central nuclear de Brown's Ferry está ubicada al lado del río Tennessee cerca de Decatur (Alabama). El complejo tiene tres reactores de agua en ebullición (BWR) y es propiedad total de la Tennessee Valley Authority.

##### *a) Unidad 1.*

La Unidad 1 es una BWR de 1.065 MWe construida por General Electric que inicialmente entró en funcionamiento el 20 de diciembre de 1973, y está autorizada a funcionar hasta el 20 de diciembre de 2013. No obstante, la Unidad 1 estuvo apagada durante un año a causa de un incendio en 1975 que causó daños de importancia a la Unidad. A continuación, fue reparada y funcionó desde 1976 hasta 1985, pero desde entonces no ha funcionado. El fuego fue provocado por un operario que utilizaba una llama que buscaba fugas de aire y que accidentalmente prendió fuego a unos cables. Todo esto se concluyó por la Comisión de Regulación Nuclear, que hizo importantes añadidos a las medidas para la protección de incendios. Las Unidades 2 y 3 no fueron afectadas por el accidente.

Se están realizando actualmente acciones para restaurar la Unidad 1 al estado operativo. La TVA está gastando 1,8 millardos de dólares para ello. La previsión actual es poner de nuevo en funcionamiento la Unidad 1 en 2007.

*b) Unidad 2.*

La Unidad 2 es un reactor BWR de 1.113 MWe construido por General Electric que inicialmente entró en funcionamiento el 2 de agosto de 1974, y tiene permiso para funcionar hasta el 2 de agosto de 2014. La Unidad 2 ha generado 8.911.261 Megawattios-hora de electricidad en 2003, alcanzando un factor de capacidad del 94,1%.

*c) Unidad 3.*

La Unidad 3 es un reactor BWR de 1.113 MWe construido por General Electric que inicialmente entró en funcionamiento el 18 de agosto de 1976, y tiene permiso para funcionar hasta el 2 de julio de 2016. La Unidad 3 ha generado 9.260.078 Megawattio-hora, alcanzando un factor de capacidad del 99%.

*2.4.6. Central nuclear de Calvert Cliffs*

La central nuclear de Calvert Cliffs está situada en la bahía Chesapeake en Lusby, Calvert County, Maryland. La planta tiene dos reactores de agua a presión. En el 2000, la Nuclear Regulatory Commission prorrogó el permiso de la planta para 20 años más, convirtiendo a Calvert Cliffs la primera planta nuclear en los Estados Unidos que recibía una prórroga de estas características.

La planta recibió la visita del Presidente George W. Bush en Junio de 2005, siendo la primera vez que un presidente visitaba una planta de energía nuclear en cerca de tres décadas.

Constellation Energy, propietaria de Calvert Cliffs, tiene intención de construir un nuevo reactor nuclear bien en el mismo emplazamiento o bien en Nine Mile Point. El agua que rodea la planta es un lugar muy popular para la pesca con caña.

La planta toma agua para refrigerar los reactores. Todos los peces que se absorben son bombeados a fuera a gran velocidad por lo que el lugar es normalmente muy bueno para la pesca del róbalo rayado o pez azul. No obstante, es un lugar peligroso ya que el agua vuelve muy rápidamente y crea una especie de corrientes que pueden arrastrar una embarcación hacia las rocas. Por tanto, se recomienda no pescar en este lugar a menos que se cuente con un capitán experimentando en la navegación.

#### *2.4.7. Central nuclear de Diablo Canyon.*

La Central Nuclear Diablo Canyon esta situada en el Condado de San Luis Obispo, California. La planta tiene dos reactores de agua a presión (PWR) Westinghouse de 4 circuitos y es gestionada por Pacific Gas & Electric. La instalación ocupa 3,7 km<sup>2</sup> en Avila Beach, California. Juntos, los dos reactores gemelos de 1.100 megavatios producen alrededor de 18.000 gigavatios hora de electricidad anualmente, cubriendo las necesidades eléctricas de más de 2,2 millones de personas.

Diablo Canyon está diseñada para soportar un terremoto de 0,75 gs procedentes de cuatro fallas, incluidas las de San Andrés y de falla de Hosgri. Equipada con sistemas avanzados de control de seísmos y seguridad, la planta está diseñada para realizar un apagado seguro en caso de un movimiento de tierra significativo.

La planta toma su agua de refrigeración secundaria del Océano Pacífico, y cuando se producen fuertes tormentas ambas unidades son desaceleradas al 80% de su potencia para prevenir la entrada de materias indeseadas al tomar el agua para refrigeración.

##### *a) Unidad 1.*

La Unidad 1 es un PWR de 1.087MWe suministrado por Westinghouse. Entró en funcionamiento el 2 de noviembre de 1984 y su funcionamiento está autorizado hasta el 22 de septiembre de 2021.

En 2003, la Unidad 1 generó 9.585.431 MWh, con un factor de capacidad del 100,

##### *b) Unidad 2.*

La Unidad 2 es un PWR de 1.087MWe suministrado por Westinghouse. Entró en funcionamiento el 26 de agosto de 1985 y su funcionamiento está autorizado hasta el 26 de abril de 2025.

En 2003, la Unidad 2 generó 7.699.608 MWh, con un factor de capacidad del 80,6%.

#### *2.4.8. Central nuclear de Elk River.*

Elk River Station es una incineradora que funciona en el río Elk, Minnesota que genera de 35 a 42 megavatios de energía eléctrica. La planta fue construida inicialmente como una instalación para quemar carbón y petróleo en 1950, y después convertida en una planta de energía nuclear con un (reactor de agua hirviendo) en 1963. El reactor nuclear era pequeño y sólo funcionó entre 1964 y 1968 antes de iniciarse la desinstalación y el desmantelamiento en los años siguientes, finalizando al principio de los 70.

Volvió a funcionar con carbón y petróleo en 1968.

En 1989, la instalación fue reconvertida de nuevo, ahora para utilizar como combustible residuos y basuras. Los residuos proceden de los condados de Anoka, Benton, Hennepin, Sherburne, y Stearns, y las cenizas que resultan de la incineración se llevan a un terreno en Becker, Minnesota.

Del funcionamiento de Elk River Station se encarga la cooperativa de Great River Energy.

#### *2.4.9. Central nuclear de Fort Calhoun.*

La central nuclear de Fort Calhoun ocupa 2,7 km<sup>2</sup> cerca de Omaha, Nebraska. Esta instalación tiene una reserva sobre otros 2,3 km<sup>2</sup> que se mantienen en estado natural.

La planta cuenta con un reactor de agua a presión de la compañía Combustion Engineering, que genera 500 megavatios de electricidad. La planta ha sido rehabilitada en 2006, habiéndose sustituido sus generadores de vapor y la cabeza del casco del reactor, de la misma manera se actualizó su capacidad de generación. La planta ha obtenido también la renovación de su permiso para 25 años más.

La planta de energía es propiedad y es gestionada por Omaha Public Power District.

#### *2.4.10. Central nuclear de Ginna.*

La Central Nuclear Ginna de Rochester Gas & Electric's, está cerca de Rochester, New York, en los Estados Unidos. Se compone de una sola unidad

de reactor de agua a presión de dos ciclos de Westinghouse, similar a las existentes en Point Beach, Kewaunee y en Prairie Island. Rochester Gas & Electric Company es la encargada del funcionamiento de esta planta que es propiedad del RGS Energy Group.

La planta Ginna fue objeto de un leve accidente nuclear cuando, el 26 de enero de 1982, una pequeña cantidad de vapor radiactivo se escapó al aire por la rotura de un tubo. La fuga que duró 93 minutos provocó la declaración de emergencia para el emplazamiento.

#### *2.4.11. Central nuclear de Hope Creek.*

Hope Creek Nuclear es una planta de energía nuclear térmica situada en Hancocks Bridge, Nueva Jersey en el mismo emplazamiento de las dos unidades de Salem Nuclear. La planta pertenece a PSEG Nuclear LLC, que se encarga de su funcionamiento, la cual en junio de 2005 mantuvo conversaciones para fusionarse con Exelon Corporation. Tiene una unidad (un reactor de agua hirviendo) (BWR) fabricado por General Electric. Tiene una capacidad de generación de 1.049 MWe. La planta se conectó a la red el 25 de julio de 1986, y su permiso de funcionamiento caduca el 11 de abril de 2026 (a pesar de que es posible una prórroga).

Hope Creek es una de las cuatro unidades de energía nuclear en Nueva Jersey (las otras son las dos de la Planta de energía de Salem Nuclear y la de Oyster Creek Nuclear Generating Station) – en conjunto producen más de la mitad (53% en 2003) de la electricidad consumida por Nueva Jersey.

#### *2.4.12. Central nuclear de Humboldt Bay*

La central nuclear de Humboldt Bay se compone de un reactor de agua en ebullición inactivado de 65 Mwe situado a 7 km al sudoeste de Eureka (California). Fue construida por Pacific Gas and Electric Company.

La planta funcionó comercialmente desde 1963 a 1976 cuando fue apagada para realizar modificaciones para soportar movimientos sísmicos. Como consecuencia del accidente de Three Mile Island, se decidió no rearmar el reactor ya que las nuevas reglamentaciones hicieron que su funcionamiento no fuera rentable económicamente.

a) El cierre.

La planta fue cerrada en julio de 1976 y ha permanecido en standby seguro desde entonces. Se aprobó un plan de desmantelamiento en julio de 1988. Como consecuencia de la instrucción de desactivación de 1996, el licenciario convirtió el plan de desmantelamiento en un Informe de análisis de retirada de combustible con seguridad, que ahora se actualiza cada dos años.

La planta actualmente está incrementando sus actividades en el proceso de desinstalación. Los trabajos de desinstalación incluyen, en otros, la retirada completa del amianto y un plan de gestión de los residuos de bajo nivel. Esta fase parece que seguirá adelante hasta que se tome una decisión para acelerar la desinstalación.

En 1983, con la planta ya cerrada, PG&E determinó que las modificaciones para sismos y los requisitos motivados por el accidente de TMI-2 hacían no rentable la explotación comercial. Todo el combustible fue depositado en un estanque de combustible gastado.

En 1985 se emitió una modificación del permiso para confirmar la posesión sin derecho a funcionamiento.

En diciembre de 2003, la licenciataria presentó una petición a la Nuclear Regulatory Commission para la aprobación del almacenaje en cascos secos del combustible que estaba en el estanque de combustible gastado.

A pesar de que el permiso actual vence el 2015, la licenciataria está estudiando la posibilidad de que el emplazamiento quede totalmente restaurado para una fecha comprendida entre 2009-2011.

Las Unidades 1 y 2 de Humboldt Bay, son alimentadas por combustibles fósiles y se encuentran todavía funcionando comercialmente.

El coste actual estimado de la desinstalación asciende a 333,6 millones de dólares (con la finalización del permiso en 2015). Ya hay provisionados 213,9 millones. La licenciataria calcula que 41,5 millones de los ingresos serán añadidos en los próximos dos años y medio. El saldo restante de 78,2 millones para provisionar totalmente la responsabilidad de desinstalación se presume se incrementarán mediante las inversiones de la provisión, los intereses y los beneficios fiscales durante los próximos 15 años.

Una inspección reciente y un inventario del estanque de combustible gastado ha revelado la presencia de numerosos fragmentos de combustible presumiblemente de ensamblajes de combustible defectuosos producidos mientras la planta estaba en funcionamiento. Además, la licenciataria está intentando localizar varios segmentos de barras que debieran estar en el estanque pero que no se encuentran.

#### *2.4.13. Central nuclear de Joseph M. Farley.*

La Central Nuclear Joseph M. Farley consta de dos unidades gemelas y está situada cerca de Dothan, Alabama. Su superficie de 7,4 km<sup>2</sup> en el Condado de Houston,

Alabama en un entorno mayoritariamente agrícola y forestal. Esta planta tiene dos reactores de agua a presión Westinghouse:

- Unidad 1: 833 megavatios.
- Unidad 2: 842 megavatios.

La construcción de la planta empezó en 1970. La Unidad 1 entró en funcionamiento comercial en diciembre de 1977, la Unidad 2, en cambio, lo hizo en julio de 1981.

El coste total de la planta fue de alrededor de 1,57 millardos de dólares. Su funcionamiento corre a cargo de Southern Nuclear Operation Company, siendo propiedad de Alabama Power Company (una subsidiaria de Southern Company).

Su nombre se le impuso en honor al primer presidente de la compañía y anterior CEO (Director General Principal) de Southern Nuclear Operating Company.

La Unidad 1 estuvo cerrada un corto período por haber sufrido un problema con las barras de control pero volvió a funcionar el 22 de junio de 2005.

#### *2.4.14. Central nuclear de LaSalle Contry.*

La central nuclear de LaSalle County, está situada a 11 millas al sudeste de Ottawa, Illinois y proporciona electricidad a Chicago y al sector norte de Illinois. Tiene dos reactores en ebullición de General Electric. La planta es propiedad de Exelon Corporation que se ocupa también de su funcionamiento.

El 20 de febrero de 2006 el Chicago Tribune informó que una "emergencia del área del emplazamiento (EAE)" (una clasificación sólo un nivel por debajo de la "emergencia general" que sucedió en Three Mile Island) fue declarada en la planta a las 12:28 AM. Esta fue la primera EAE que se declaraba en una planta nuclear de Estados Unidos desde la de 1991 en el reactor de la Unidad 2 de Nine Mile Point en Nueva York.

Sin embargo, varias EAE han sucedido en los años de intervención en las plantas de ciclo de combustible o en las instalaciones propiedad del gobierno de los Estados Unidos regulados por el Departamento de Energía en lugar de la Nuclear Regulatory Commission. Fue la cuarta EAE de la NRC en la historia nuclear de los Estados Unidos.

##### a) El accidente.

Los trabajadores estaban apagando la Unidad 1 para repostaje a las 12:28 AM cuando el sistema de control de la turbina de la planta tuvo una disfunción, afectando al reactor.

El reactor había estado funcionando al 6% de su potencia en el momento de la afectación (SCRAM). Los instrumentos de la planta indicaban que tres de las 185 barras de control utilizadas para apagar el reactor no estaban totalmente insertadas, disparando la declaración de emergencia.

Después de un rearranque, los instrumentos de la planta indicaron que sólo una barra de control no estaba totalmente insertada, en lugar de tres. La emergencia se dio por finalizada a las 4:27 AM si que se produjera ninguna liberación de radioactividad.

Evaluaciones posteriores han confirmado que todas las barras de control estaban totalmente insertadas a los cuatro minutos de que se produjera el incidente. Una revisión posterior apunta a que sólo se trataba de problemas de los indicadores de las barras de control en las tres barras afectadas y que todas ellas estaban totalmente insertadas inmediatamente en el momento en que el reactor parecía afectado.

También se demostró que incluso si las tres barras hubieran permanecido retiradas en una condición de apagado en frío, el reactor pudiera haberse apagado adecuadamente.

#### *2.4.15. Central nuclear de Millstone.*

La central nuclear de Millstone está situada en una antigua cantera en Waterford, Connecticut. El emplazamiento ocupa una superficie de 2 km<sup>2</sup>. El complejo de Millstone fue construido por un consorcio de entidades.

Millstone 1 era un reactor de agua en ebullición de General Electric apagado en noviembre de 1995 antes de que fuera cerrado permanentemente en julio de 1998.

Las Unidades 2 y 3, ambas de agua a presión (una de Westinghouse y otra de Combustion Engineering) fueron vendidas a Dominion y siguen funcionando.

Ambas unidades estuvieron apagadas entre 1996 y 1998 debido a problemas de seguridad.

#### *2.4.16. Central nuclear de North Anna.*

La central nuclear de North Anna ocupa una superficie de 4,4 km<sup>2</sup> en el Condado de Louisa, Virginia. El funcionamiento de North Anna es realizado por Dominion Generation Company. Es propiedad conjunta de Dominion Virginia Power Corporation (88,4 %) y Old Dominion Electric Cooperative (11,6 %).

La planta tiene dos reactores de agua a presión de Westinghouse que se conectaron a la red en 1978 y 1980 respectivamente.

Se construyó un lago artificial, Lago Anna, en el río North Anna para proporcionar un embalse de agua de cara a la refrigeración de la planta nuclear.

#### 2.4.17. Central nuclear de Oconee.

La central nuclear de Oconee está situada en Seneca, Carolina del Sur, y tiene una capacidad de potencia de salida de más de 2.500 megavatios. Es la segunda central nuclear de Estados Unidos a la que se le ha otorgado prórroga de su autorización por la Nuclear Regulatory Commission (le precede la planta Calvert Cliffs en Maryland).

Esta planta cuenta con tres reactores de agua a presión de Babcock and Wilcox y su funcionamiento corre a cargo de Duke Power.

La planta ha generado más de 500 millones de megavatios hora de electricidad, y es la primera planta nuclear de los Estados Unidos en alcanzar este hito.

### **3. ASIA**

#### **3.1. Japón.**

Japón es el tercer país productor de energía nuclear en el mundo, sólo superado por Estados Unidos y Francia. La energía proveniente de plantas nucleares supone el 30% de la electricidad que se consume en el país nipón, aunque el gobierno espera incrementar este porcentaje hasta el 40% con la construcción de cinco nuevas plantas.

##### *3.1.1. Fukushima.*

La central nuclear Fukushima Dai-ichi es un conjunto de seis reactores nucleares situado en la villa de Ōkuma en el Distrito Futaba de la Prefectura de Fukushima en Japón, con una potencia total de 4,7 GW,

haciendo de Fukushima I una de las 25 mayores centrales

nucleares del mundo. Fukushima I fue el primer reactor nuclear construido y gestionado independientemente por la compañía japonesa Tepco. A solo 11 km se encuentra la central nuclear Fukushima II.

La planta nuclear de Fukushima I fue diseñada por la compañía estadounidense General Electric y comenzó a generar energía en el año 1971.



**FOTO 26.** Central nuclear de Fukushima.

Durante los años 1960 Estados Unidos apoyó a Japón para que adoptara la energía nuclear; Estados Unidos era entonces el dueño de la tecnología nuclear y dominaba la minería de uranio y boro. General Electric y Westinghouse fueron las empresas encargadas de instalar una red de plantas nucleares en Japón. Japón se incorporó a la OIEA, organización promovida por Estados Unidos, y firmó el Tratado de No Proliferación Nuclear.

El 11 de marzo de 2011 tras un terremoto y posterior tsunami la central sufrió graves daños por lo que personas en un radio de 20 km fueron evacuadas.

*a) Sucesos.*

- 25 de Febrero de 2009.

Durante el periodo de arranque del reactor del grupo 1 se produce una parada manual debida a una alarma de alta presión causando el cierre de la válvula de "bypass" de la turbina. El reactor estaba al 12% de potencia cuando la presión subió hasta 1.029,8 psi excediendo el umbral de seguridad de 1.002,2 psi. El reactor se puso al 0% de potencia lo cual excedió el límite del 5% que obliga a la comunicación del incidente. La sobre presión había ocurrido a las 4:03 am y se volvió a niveles normales a las 4:25 am. A las 8:49 am se procedieron a insertar las barras de control parando completamente el reactor.

Una inspección confirmó que una de las 8 válvulas estaba cerrada impidiendo el paso normal del líquido. El reactor fue puesto de nuevo en operación después de pasar una inspección (la número 25) el 18 de octubre de 2008.

- 26 de Febrero de 2009.

La unidad 3 tiene problemas con la inserción de las barras de control durante una interrupción. Se estaban realizando trabajos de mantenimiento en el equipo que regula la presión para el control de la barras de control. Una de las válvulas se abrió a las 2:23pm e hizo saltar la alarma. En la inspección posterior se comprobó que varias barras se habían insertado accidentalmente.

- 2 de noviembre de 2010.

El reactor número 5 se para automáticamente mientras se estaba efectuando el ajuste de inserción de la barras de control. El paro fue causado por la alarma de bajo nivel de agua. No hubo radiación a los trabajadores

- 11 de marzo de 2011.

En la tarde del día 11 de marzo un terremoto de 8,9 grados en la escala sísmológica que golpeó las costas de Japón a las 14:46 (hora local japonesa), obligó al

Servicio Meteorológico Nacional de los Estados Unidos a realizar una advertencia de Tsunami en al menos 20 países. El epicentro del terremoto se ubicó en el mar, frente a la costa de Honshu, 130 km al este de Sendai, en la prefectura de Miyagi de Japón, a 373 kilómetros (231 millas) de Tokio, según el USGS.

Se produjo una explosión en la central que derribó parte del edificio, la cual se debió a la liberación de hidrógeno desde el núcleo del reactor, el cual reaccionó con el oxígeno, produciendo una combustión, lo que hizo que se aumentara el radio de prevención a 20 km.

### **3.2. China.**

China prevé construir al menos 30 nuevas plantas nucleares antes del año 2020 (entre 40 y 50 según algunos informes), para satisfacer las demandas energéticas de la creciente población y economía del país. Actualmente, tiene nueve reactores que proporcionan el 2,3% del suministro eléctrico del país, aunque esperan que con las nuevas plantas este porcentaje aumente considerablemente.

## **4. EUROPA.**

### **4.1. Francia.**

El 80% de la electricidad proviene de sus 59 centrales nucleares. Desde 1993, en el país vecino no se han construido plantas nuevas, aunque el gobierno galo, uno de los mayores exportadores de energía de Europa, planifica la construcción de un reactor de cuarta generación en Flamanville capaz de generar 1.600 megavatios y que comenzará a funcionar en 2012. Además, Francia fue elegida el año pasado como sede para albergar la planta experimental de fusión nuclear del proyecto internacional ITER, que se construirá en Cadarache.

#### *4.1.1 Brennilis.*

La central nuclear de Brennilis, actualmente en proceso de desmantelamiento, se encuentra en la Comuna de Brennilis, en los montes de Arrée, departamento de Finisterre, en Francia.

En 1962 el Comisariado de la Energía Nuclear francés (Commissariat à l'Énergie Atomique o CEA) comenzó la construcción de la central, cuyo reactor en principio funcionaría mediante el modelo experimental de moderación por agua pesada refrigerada mediante dióxido de carbono (HWGCR), con una potencia de 70 MW. La central entró en funcionamiento en 1967.

En 1971, el Gobierno francés optó por cambiar el tipo de reactor por uno de agua a presión (PWR) de origen estadounidense, poniendo fin a las actividades experimentales de la central.

a) Sucesos.

Durante su periodo de funcionamiento, el Frente de Liberación de Bretaña/Ejército Revolucionario Bretón (en francés, FLB-ARB, Front de Libération de Bretagne/Armée Revolutionnaire Bretonne) reivindicó 2 atentados contra la instalación. El 15 de agosto de 1975, 2 explosiones dañaron la toma de agua de la turbina y un poste telefónico; y en 1979, 2 transformadores eléctricos en la salida a la red de la central fueron destruidos, forzando la parada de la producción eléctrica.

Durante su periodo de explotación, de 1967 a 1985, la gestión de la central de Brennilis estuvo a cargo de Electricité de France (EDF) y el CEA, de forma conjunta, y produjo 6.235 TWh durante un total de 106.000 horas de funcionamiento.

b) *Desmantelamiento.*

El desmantelamiento de la central de Brennilis fue el primero emprendido en Francia. EDF y el CEA manifestaron su intención de llevarlo a cabo de manera abierta para poder aprovechar la experiencia en el desmantelamiento de otras centrales, como también declaró en 1995 el entonces Prefecto de Finisterre Christian Frémont.

A pesar de las estimaciones iniciales del coste del proceso, que lo cifraban en 250 millones de euros, en 2008 la cifra se había disparado ya a los 480 millones.

4.1.2. *Central nuclear de Civaux.*

La central nuclear de Civaux se sitúa en el municipio de Civaux (departamento de Vienne, Francia) a orillas del río Vienne entre Confolens (55 km río arriba) y Chauvigny (16 km río abajo), a 34 km al sureste de Poitiers. Consta de dos reactores nucleares de tipo PWR (de agua a presión) y precursores del proyecto EPR (European Pressurised Water Reactor), designados como "palier N4", de 1.495 MW cada uno. La central de Civaux utiliza el agua del Vienne para su circuito de refrigeración.

A finales de 2004, trabajaban para Civaux 692 personas, de las cuales el 12,9% eran mujeres.

El 12 de mayo de 1998, se produce una importante fuga de agua en el circuito de refrigeración del reactor a la parada (circuito RRA) del reactor nº1. Apareció una fisura de 18 cm de longitud y 2,5 cm de ancho en un codo de la cañería de una de las 2 vías del circuito RRA, que ocasionó una fuga estimada de 30 m<sup>3</sup> de agua por hora según las

autoridades. Después de aislar la vía afectada, se aseguró el enfriamiento del reactor mediante la segunda vía.

El 28 de mayo, la ASN (Autorité de sûreté nucléaire) anuncia la descarga de los reactores de la central nuclear de Chooz, idénticos a los de Civaux. Según la asociación Stop-Civaux, se produjeron emisiones radiactivas de poco volumen al Vienne, sin que la Comisión Local de Información haya informado sobre ello. Este incidente se clasificó con un nivel de 2 en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares.

#### *4.1.3 Central nuclear de Blayais.*

La central nuclear del Blayais se localiza muy cerca del municipio de Blaye, en el centro del pantano del Blayais, sobre el municipio de Braud-et-Saint-Louis (Gironde), al borde del estuario de la Gironde entre Burdeos (60 km aguas arriba) y Royan (80 km atrás). Es enfriada por el agua del estuario que se bombea a través de canalizaciones submarinas.

Dispone de 4 reactores nucleares de 900 MW puestos en servicio el 29 de mayo de 1986. Alrededor de 1300 personas trabajan en la central del Blayais.

En su informe anual 2007, la Autoridad de seguridad nuclear considera globalmente satisfactoria la seguridad nuclear de la central del Blayais. La ASN constata especialmente que la organización establecida para la gestión de las situaciones de urgencia parece sólida pero que el lugar debe hacer pruebas de más rigor en la preparación de las intervenciones.

#### *4.1.4 Central nuclear de Chooz.*

La central nuclear de Chooz B se ubica en la localidad francesa de Chooz, en la región de las Ardenas, un territorio francés que se adentra bastante en Bélgica. Se sitúa a orillas del río Mosa, entre Charleville-Mézières (55 km río arriba) y Dinant (25 km río abajo).

En el sitio nuclear de Chooz, se encuentra:

- 1) Chooz A: Contiene una potencia de 305 Megavatios. Se puso en funcionamiento en 1967 y se detuvo en 1991. Actualmente se encuentra en proceso de desmantelamiento.
- 2) Chooz B: Comprende dos unidades que pueden producir cada una 1.450 Megavatios en la red eléctrica (Chooz B1 fue puesta en funcionamiento en agosto de 1996, mientras que Chooz B2 lo hizo en abril de 1997). Estas dos unidades son de tipo reactor de agua a presión y de concepción 100% francesa.

La central nuclear de Chooz da empleo aproximadamente a 700 personas.

En 2004, se produjeron en la central nuclear de Chooz tres incidentes clasificados de nivel 1 en la escala INES. En noviembre de 2006 se produjo una fuga de gas radioactivo superior a la que admite la normativa, mientras se estaban realizando trabajos de mantenimiento. El límite espontáneo superó el 10% durante un minuto, lo que representa la diezmilésima parte de lo que se autorizó en un año.

#### 4.1.5 Central nuclear de Marcoule.

La central nuclear de Marcoule es un complejo nuclear ubicado entre las localidades de Chusclan y Codolet.

Este complejo lleva funcionando desde 1956. Los primeros experimentos industriales y militares con plutonio tuvieron lugar en la zona. En 1970 se comenzó a diversificar el sitio con la creación del reactor de refrigeración Phénix para facilitar así las tareas nucleares.



**FOTO 27.** Medición de los niveles de radiación.

Desde 1995, la factoría MELOX ha estado produciendo MOX a partir de

una mezcla de uranio y óxido de plutonio con el fin de reciclar el combustible nuclear.

#### a) Accidentes.

El 13 de Septiembre de 2011 hubo una fuerte explosión en la central nuclear francesa de Marcoule. Primero las autoridades señalaron de que se trataba de una fuga radiactiva, pero luego terminaron advirtiendo de que la situación estaba bajo control y cuatro horas más tarde que había finalizado.

En el accidente falleció una persona que quedó completamente carbonizada y otras cuatro se encontraban heridas. De estos cuatro, uno de ellos se encontraba de gravedad y los otros tres ingresados en el hospital de Bagnols-sur-Cèze.

Después de varios días las primeras informaciones advertían que se produjo un incendio en la zona de desechos radiactivos, que fue lo que le condujo a la explosión.

## 4.2. Reino Unido

Actualmente, la energía nuclear supone el 20% de la producida en el Reino Unido, pero todas menos una de las centrales británicas deberán echar el cierre antes de 2020.

#### 4.2.1. Central nuclear de Seabrook.



**FOTO 28.** Central nuclear de Seabrook.

La central nuclear de Seabrook, está situada en Seabrook, Nuevo Hampshire, aproximadamente a 100 km al norte de Boston y 16 km al sur de Portsmouth, NH. La estación es una de las cuatro estaciones de generación nuclear inicialmente operadas por Florida Power & Light (FPL). A pesar de que el

permiso de construcción para la planta fue otorgado en 1976, su funcionamiento se demoró por motivos políticos y por la controversia. Empezó a funcionar a plena potencia en 1990. Inicialmente se habían planificado dos reactores, pero la segunda unidad nunca llegó a completarse debido a problemas en la obtención de financiación. El edificio del segundo reactor fue paralizado y posteriormente demolido. La planta inicialmente pertenecía a más de 6 compañías distintas, muchas de las cuales vendieron su participación a Florida Power & Light el año 2002. FPL ahora posee el 88,2% de la estación Seabrook.

La controversia de 1976 involucró a la Clamshell Alliance, una organización formada para protestar por la construcción de la planta. Se realizaron varias pequeñas demostraciones en el emplazamiento que culminaron en una ocupación masiva de Seabrook. Más de 2.000 miembros de la Clamshell Alliance ocuparon el emplazamiento en abril de 1977. 1.414 activistas fueron arrestados y retenidos durante dos semanas. La oposición a la planta disminuyó hasta que se completó su construcción, a pesar de algunas preocupaciones públicas acerca de la seguridad.

#### **4.3. Finlandia.**

La energía nuclear ha sido un asunto vital en la vida política de Finlandia. En 2002, los verdes abandonaron el gobierno después de que el parlamento aprobase construir la quinta planta nuclear del país, que comenzó a funcionar en 2008. El reactor nuclear está situado en la pequeña isla de Olkiluoto, y la industria local está presionando fuertemente para que el Gobierno apruebe la construcción de una sexta central.

##### *4.3.1 Planta de energía atómica de Olkiluoto*

Planta de energía atómica de Olkiluoto es uno de Finlandia dos centrales eléctricas nucleares, el otro ser el de dos unidades VVER Planta de energía atómica de Loviisa. Está situado en la isla de Olkiluoto situada en Finlandia occidental en el municipio de Eurajoki.

La planta de Olkiluoto consiste en dos BWRs cada uno de 860MWe. Unidad tres, el primer EPR (Reactor de agua presurizada europeo) está bajo construcción. La fecha original del tercer reactor fue fijada a 2009, pero el plazo que comisionaba fue movido más adelante al verano 2011.

El reactor Olkiluoto-3 es terminado por lo menos 24 meses más tarde después de 28 meses de construcción. También ha sido criticado por el regulador finlandés de seguridad nuclear.

En 14 de febrero 2008, Teollisuuden Voima sometió un gravamen de las consecuencias para el medio ambiente de la unidad 4 al ministerio del empleo y de la economía. Si estuvo construida, la cuarta unidad sería un PWR o un BWR con una salida de energía de MWe 1000 a 1800.

#### **4.4. Noruega**

Noruega abandonó definitivamente los planes nucleares en el año 1979. Actualmente, el país depende de la energía hidroeléctrica y para asegurar el suministro importa energía procedente de centrales térmicas. Sin embargo, un grupo de científicos noruegos ha exigido al Gobierno que estudie la vuelta a la investigación de la energía nuclear, debido a los problemas climáticos actuales.

#### **4.5. Suiza.**

En Suiza ha habido muchos debates sobre el tema de la energía nuclear. En 1990, se aprobó la iniciativa “parad la construcción de plantas de energía nuclear”. En 2003 fue rechazada para una ampliación de la moratorio ampliada anteriormente.

##### *4.5.1. Beznau.*

Es el primer reactor de energía nuclear comercial en Suiza.

Esta planta nuclear, de más de 40 años, tiene el reactor de agua a presión más antiguo en funcionamiento en el mundo. Cada año se somete a una revisión. Axpo, operadora de esta planta nuclear, calcula que su funcionamiento se prolongará hasta por



**FOTO 29.** Central nuclear de Suiza.

lo menos 2023, siempre con el objetivo de desactivar el reactor cuando Beznau III entre en la red.

*a) Accidentes.*

En Julio de 1992, durante una revisión de Beznau 1, dos técnicos que trabajaban en el reactor de sumidero murieron por asfixia. Esto se debió a excesiva concentración atmosférica del argón que se utiliza para soldar. Este accidente no se debió a la naturaleza nuclear de la planta y por lo tanto, no recibió una evaluación de la INES.

*4.5.2. Central nuclear de Mühleberg.*

Se encuentra situada en la meseta suiza, a orillas del río Aar. Esta central nuclear es una de las cinco centrales nucleares suizas.

Era la única de las cinco centrales nucleares suizas que tenía una autorización de explotación con duración limitada, que expiraba en 2012.



**FOTO 30.** Central nuclear Mühleberg.

Se da la circunstancia de que el Gobierno local de la región de Berna, con una mayoría formada por partidos de izquierda y verdes, apoya la iniciativa de construir una nueva unidad en el emplazamiento de Mühleberg.

*4.5.3. Central nuclear de Gösgen.*



**FOTO 31.** Central nuclear de Gösgen.

La planta de energía nuclear de Gösgen se encuentra en el municipio de Däniker.

Las primeras discusiones sobre la construcción de la tercera planta de la energía nuclear suiza comenzó en 1996.

Con los años la producción de la planta bruta se ha incrementado desde la inicial 970 MW a 990 MW y, finalmente hasta la actual, 1020 MW por una serie de pequeños cambios en la configuración del

reactor y la instalación de nuevas turbinas de baja presión.

#### 4.5.4. Central nuclear de Leibstadt.



**FOTO 32.** Central nuclear de Leibstadt.

La central nuclear de Leibstadt esta situado en el río Rin. Es hasta ahora la última estación de energía nuclear construido en Suiza.

Un reactor de agua hirviendo construido allí por la compañía General Electric, sirve a la demanda de energía de la zona. El enfriamiento se hace a través de una torre de enfriamiento.

La energía nuclear en Suiza, culminará con la resistencia de la central nuclear de Kaiseraugst.