

Visita técnica a la central nuclear de Chernóbil de los Jóvenes Nucleares

La mayoría de la sociedad es consciente del accidente nuclear más severo, el cual tuvo lugar en Abril del año 1996 en el reactor N° 4 de la Central Nuclear de Chernóbil. Desde ese momento, cada debate, cada entrevista, cada charla en Institutos de Secundaria y Universidades aparece el accidente de Chernóbil. Por todo esto, era obvio para nosotros, Jóvenes Nucleares, que teníamos la necesidad de enfrentarnos a este tema para darnos cuenta de lo que realmente ocurrió y hablar acerca del accidente y sus consecuencias bajo cimientos sólidos. Este artículo muestra la visita técnica que JJNN llevó a cabo para satisfacer esta necesidad.

Most people know that in April 1986 occurred the most severe nuclear accident involving the N° 4 reactor at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) in Ukraine. Since then, every nuclear debate, every interview, every lecture that has taken place in a school or university has always included mention of Chernobyl. It was, therefore, obvious to us, Spanish Young Generation Network (Jóvenes Nucleares, JJNN), that we had the need to face this issue in order to increase our awareness of what really happened and to be able to speak on a solid foundation about the accident and its consequences. This article shows the technical visit that JJNN carried out to meet this need.

**SILVIA ORTEGA
RAFAEL RUBIO
ELENA DE LA FUENTE
JUAN ALBERTO GONZÁLEZ
MIGUEL GIL RODRÍGUEZ
GONZALO JIMÉNEZ
BERTA PICAMAL
EVA REILLO
DAVID ADÁN
JUAN ANTONIO BERMEJO
GERARDO DEL CAZ
y MIGUEL MILLÁN**

son los autores de este artículo y pertenecen todos ellos a Jóvenes Nucleares

INTRODUCCIÓN

El 29 de abril de 1986 fueron detectados en el exterior de la central nuclear de Oskarshamn, Suecia, niveles anómalos de radiación. Horas después, los mismos niveles de radiación eran detectados también en el exterior de más centrales nucleares suecas y de otros países como Alemania y Finlandia.

La razón no era otra que tres días antes, el 26 de abril, a las 01:23 horas, había tenido lugar el mayor accidente de la historia de la energía nuclear. Se trataba del reactor de Chernóbil situado en la URSS (hoy Ucrania), de consecuencias desastrosas para las personas, el medio ambiente y la propia planta. El accidente iba a generar un recelo generalizado en Europa y el mundo, que supondría un antes y un después para el la industria nuclear. Las cifras lo dicen todo: decenas de muertos de forma inmediata, miles de desplazados y cientos de miles de soldados movilizados y una extensísima área contaminada, hoy restringida para su uso. Los 1200 kilómetros que separan Chernóbil de Oskarshamn, recorridos en tres días por la nube radiactiva, se extendió a Europa, desencadenando una reacción de rechazo al uso de la energía nuclear.

JJNN cree que los hechos históricos, nos gusten o no, están ahí para ser analizados y nunca para arrinconarlos

y olvidarse de ellos. Las lecciones que aprendamos nos van a permitir avanzar tecnológica y humanamente para no cometer los mismos errores del pasado.

Aunque el accidente de Chernóbil ha sido analizado desde todos los ángulos posibles por los organismos internacionales especializados y constituye hoy en día materia académica, JJNN han querido enfrentarse a realidad de primera mano, se han interesado especialmente en llegar al fondo en el conocimiento de este accidente, el mayor de los posibles, y por ello han organizado un programa de conferencias y una visita técnica al cora-

zón del suceso: el pueblo de Chernóbil, la central, sus alrededores y la ciudad de Prypiat. Entre la técnica y la emoción, el artículo describe tal aventura.

LLEGADA, GRUPOS 5/6, Y EL NUEVO ALMACÉN DE COMBUSTIBLE GASTADO

La delegación de JJNN tuvo su primer encuentro con el personal de la instalación de Chernóbil en el centro de información de la ciudad del mismo nombre, a tan sólo 8 km de la central, dentro de la zona de exclusión, de 30 km de radio.



Foto 1: Delegación española. (Las mascarillas eran obligatorias a causa de la gripe A).

Tras la entrega de documentación y explicación de las normas a seguir, la visita estuvo acompañada por Yuri, el guía de la "Agencia Estatal de Información, Cooperación Internacional y Desarrollo" (Chornobyl Interinform), que en todo momento permaneció con la delegación española.

Lo primero que aprecia el visitante al aproximarse a la instalación son dos torres de refrigeración inacabadas y múltiples grúas de construcción en torno a las unidades 5 y 6 que configuran conjunto pintoresco al mostrar el estado de construcción tal y como estaba en 1986 con el consiguiente deterioro.

En el momento del accidente el complejo de Chernóbil constaba de seis unidades nucleares, cuatro en funcionamiento (1 a 4) y dos en construcción (5 y 6). El accidente ocurrió en la unidad 4. Después del accidente las unidades 1, 2 y 3 continuaron operando durante varios años ante las necesidades energéticas de Ucrania. Con posterioridad, y debido a un incendio en la turbina, la unidad 2 fue cerrada en 1991, la 1 lo hizo en 1997 y, finalmente, en el año 2000 se "apagó" definitivamente la unidad 3, anexa a la accidentada.

El combustible gastado de las tres primeras unidades se encuentra almacenado en sus respectivas piscinas de combustible, en la pequeña piscina provisional (ISF-1 Interim Storage Fuel) en funcionamiento desde 2006 y en el propio reactor de la unidad-3.

En 1999, se construyó un almacenamiento temporal para la gestión y tratamiento de residuos radiactivos, con capacidad albergar los 25.000 elementos de combustible de las tres unidades y el material procedente de su desmantelamiento. La instalación incluye una zona de corte de elementos de combustible, que se colocarán en cajas metálicas, rellenas con gas inerte, y selladas por soldadura. La instalación tendrá una duración de 100 años y en ella podrán gestionarse alrededor de 2.500 elementos de combustible al año.

En mayo de 2008, el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD) financió la terminación de la instalación de almacenamiento provisional de combustible ISF-2, prevista para 2013.

El EBRD ha contribuido también a la construcción de la instalación de Tratamiento de Residuos Radiactivos Líquidos con capacidad para gestionar alrededor de 35.000 metros cúbicos de residuos líquidos, donde se reducirá su volumen y se solidificarán, previamente a su almacenamiento definitivo en el Edificio Central Integrado de Almacenamiento de Material Radiactivo.

Por otro lado, en abril de 2009, fue



Foto 2: Chernóbil 5/6.

entregado el proyecto "llave en mano", compuesto por un centro de tratamiento y almacenamiento de Residuos Radiactivos Sólidos, para las futuras operaciones de desmantelamiento.

BIENVENIDA EN LA SALA DE MAQUETAS

A la llegada a la planta de Chernóbil y tras pasar los puestos de control, los miembros de JJNN fueron recibidos por el director técnico de seguridad de la planta, Alexander Y. Novikov, y el director técnico de operación, Sergey A. Kondratenko, en la sala de maquetas. Destacaban tres grandes maquetas: la planta completa de Chernóbil, la sala de turbinas, y la representación de una bomba de agua de refrigeración a escala.

La primera de las maquetas, de unos 2x7m, representaba las previsiones para la que sería la central nuclear más grande del mundo con sus 6 grupos. La maqueta, que se hizo para mostrar el futurible estado de la planta después

de la construcción de las unidades 5 y 6, fue modificada para mostrar el estado de la unidad 4 en su actualidad.

El Señor Novikov destacó las torres de refrigeración para las unidades 5 y 6, explicando que había sido necesario proyectarlas ya que no era posible refrigerar las unidades únicamente con el agua del lago artificial existente, un canal de refrigeración que desemboca directamente en el río Prypiat. Acto seguido, mostró y comentó el proyecto "SIP" (Shelter Implementation Plan). El Señor Novikov, que trabajaba en la planta cuando ocurrió el accidente, comentó que hay múltiples versiones del mismo, incluyendo algunas extravagantes como la de aquellos que vinculan la explosión con el avistamiento de ovnis.

Tras la presentación del director de seguridad, el director técnico de operación, Sergey A. Kondratenko, nos mostró la maqueta del edificio de turbinas de la instalación, donde en 1991, durante una parada programada del reactor, se desató un fuego que causó daños al edificio del reactor.



Foto 3: Maqueta de la instalación con 6 reactores.

SALA DE CONTROL DEL GRUPO-1

A continuación, la delegación fue conducida por el Señor Kondratenko hacia la sala de control de la unidad-1, donde se mostraron las consolas principales de control, de las turbinas, de las bombas de recirculación, el manejo de las barras de control y los sistemas automáticos de control de potencia.

El Señor Kondratenko jefe de turno del Reactor-3, se mostró confiado en los sistemas de la planta, en su facilidad de uso destacando que el cierre de los reactores 1 y 3 fue debido a motivaciones políticas y no técnicas. En su opinión la central podría haber seguido operando durante más tiempo sin ningún problema.

Lo primero que llama la atención al entrar en la sala son los dos grandes sistemas de instrumentación del núcleo, dispuestos con la misma geometría de éste. El primero de ellos está formado por lámparas representando los más de 1600 tubos presurizados con un código de colores para representar las barras de control, canales de instrumentación, etc. El segundo sistema consiste en la posición de todas las barras de control mediante indicadores analógicos, también con un código de colores para identificar los distintos tipos de barras.

Según se pudo apreciar, la sala de control tiene cierto parecido con las salas de control de las centrales occidentales. Por un lado se encuentran las consolas de operación y detrás de éstas existen distintos sistemas adosados a la pared para monitorizar la operación, como mímicos, registradores, alarmas, etc. La visibilidad de los instrumentos es buena y en general no difiere mucho de lo que es una sala de control occidental de los años 70. La planta era operada en turnos de 12 horas (8:00 am. - 8:00 pm) con 4 operadores y un jefe de turno por cada uno de ellos.

Los componentes de la planta se controlan desde las consolas mediante conmutadores y pulsadores. Es curiosa la existencia de dos consolas idénticas para el control de las dos turbinas de 500 MWe, con funcionamiento independiente uno del otro pero acoplados al mismo eje.

Para finalizar, también hubo tiempo para hablar de las dificultades de Ucrania para hacer frente a los numerosos problemas que existen con respecto a Chernóbil, desde el punto de vista del desmantelamiento, gestión del combustible gastado, etc.

EDIFICIO DE TURBINAS

Chernóbil-4 era un reactor RBMK de segunda generación, como Leningrad 3 y 4. Los reactores RBMK son de tipo

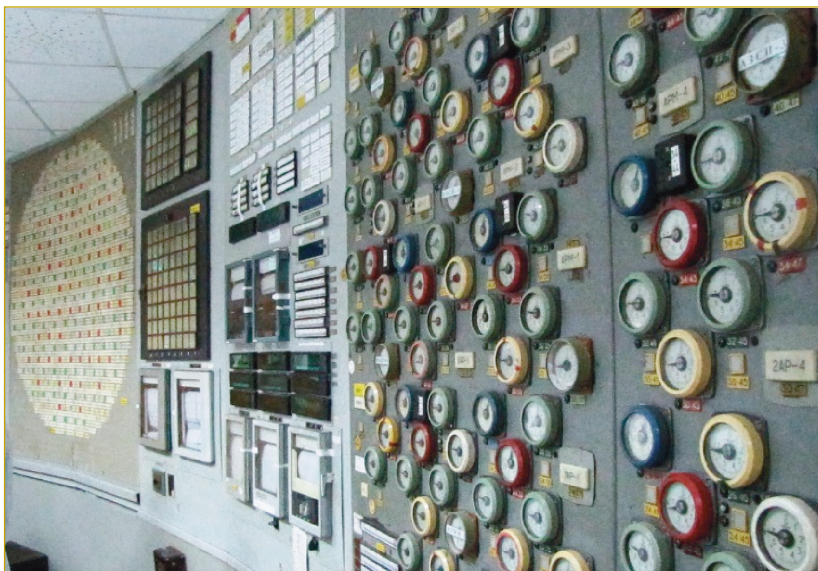


Foto 4. Consola de barras de control y del reactor al fondo.

grafito-agua, en este caso de 3200 MW térmicos y 1000 MWe aproximadamente, con dos lazos de refrigeración que alimentan a dos turbinas de 500 MWe de dos cuerpos; la presión del circuito primario es de unos 70 bares.

El edificio de turbinas de las cuatro unidades de Chernóbil era singular por muchos motivos. El más importante tenía que ver con sus dimensiones, de unos 500 metros de longitud según el guía. Es complicado encontrar un edificio de turbinas que albergue las turbinas de cuatro reactores a la vez, siendo lo más común que cada uno de ellos posea su propio edificio de turbinas o como mucho las de dos grupos. Otra peculiaridad era que en vez de una única grúa longitudinal al edificio, pudimos observar que había tres grúas transversales de 125 t cada una, correspondientes a los grupos 1, 2 y 3.

Después del accidente se produjeron varios incendios en el techo de la sala de turbinas, cubierto con tela asfáltica, en la parte más cercana a las turbinas de las unidades 3 y 4. Como consecuencia el techo quedó bastante dañado y cubierto de cascotes con altos niveles de radiactividad (materiales estructurales, grafito, etc.) Para la posterior utilización del reactor número 3, se retiraron los cascotes que estaban en el techo de las turbinas de la unidad 3, tarea que fue realizada por unos 30.000 liquidadores, según el guía del museo de Chernóbil. Durante el proyecto de construcción del sarcófago, se cubrió con una cubierta de hormigón el techo de las turbinas de la unidad 4 y se construyó un muro interior que aísla las turbinas de la unidad dañada del resto.



Foto 5. El Sr Kondratenko junto a los asistentes.



Foto 6. Edificio de turbina.

PUNTO DE OBSERVACIÓN DEL SARCÓFAGO

Este lugar es el más cercano respecto del sarcófago al que el visitante tiene acceso. Desde él se observa el famoso sarcófago (shelter) que cubre la unidad-4 de la central de Chernóbil. Aquí también se encuentra el monumento a los liquidadores que participaron en los momentos inmediatos tras el accidente y que ayudaron a la construcción de la estructura de confinamiento, que está justo al lado del perímetro vigilado.

Es difícil describir la emoción que supone estar en esta ubicación ante una vista tan imponente y la inquietud que produce encontrarse en el lugar de una catástrofe de las proporciones de Chernóbil.

Justo en este lugar, se encuentran las oficinas del punto de observación del sarcófago. Es un edificio de nueva construcción que tiene unas vistas privilegiadas del sarcófago. Está junto a la valla perimetral vigilada que rodea las unidades 3 y 4. Desde el segundo piso, y a través de una gran cristallera con una visión fantástica, se observa el sarcófago.

Por medio de una magnífica maqueta del estado actual de la unidad-4, que se abría en 3 partes, se explicó el estado actual del núcleo tras el accidente, haciéndose hincapié en que éste levantó la tapa superior del reactor que pesaba más de 2000 toneladas. La liberación de energía fue tal que destruyó la mayor parte del edificio como se pudo observar en la maqueta demostrativa.



Foto 7. Punto de observación del sarcófago.

El resultante de la fusión del núcleo se creyó que había traspasado la base de hormigón de la vasija, pero según se comentó, no llegó a la tierra propiamente dicha, evitándose que alcanzase las aguas freáticas.

Un vez ocurrido el accidente, a los pocos días, una vez aceptada y comprendida la magnitud de lo que había pasado allí y controlado el incendio, comenzaría la construcción del sarcófago. No hubo proyecto inicial para la construcción, todo fue in-situ, los ingenieros decidieron en obra lo que se tenía que ir haciendo en cada momento, con la ayuda de 700.000 hombres venidos de toda la Unión Soviética, incluida Ucrania, los famosos liquidadores (según informe de la OIEA de 5/9/05). En menos de 7 meses levantaron el gigantesco sarcófago para contener la emisión de productos radiactivos al exterior y tener controlado lo que quedaba de la central accidentada.

Dentro del sarcófago existen numerosos puntos de medida de radiación, que se han ido instalando a lo largo de los años. Estos puntos constatan que existe alta radiación en el interior, y que tras los 23 años, la masa fundida de corium se despedaza liberando polvo a la atmósfera interior. El sellado de las aberturas en la estructura es objeto permanente de atención.

Se explicó que el núcleo quedó fundido con otros materiales y estructuras adyacentes, formando una lava, el FCM (fuel-containing material) del cual se estima que existen unas 200 toneladas. Nos insistieron en que la principal labor del personal que trabaja actualmente en el emplazamiento es la de proporcionar seguridad, manteniendo bajo control la situación en el interior del sarcófago. Para ello se dispone de instrumentación situada muy cerca del FCM que permite medir los niveles de radiación gamma, el flujo neutrónico, así como las condiciones de temperatura y humedad en su atmósfera interior.

PROYECTO DE LA NUEVA ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN (ARCH)

Se estima que la actual estructura de protección todavía contiene aproximadamente el 95% del combustible que estaba en el reactor antes del accidente. El material radioactivo se presenta en diversas formas, principalmente y de mayor actividad, fragmentos de combustible irradiado cristalizado, lavas solidificadas procedentes de la fusión del combustible que también contienen materiales estructurales del reactor y polvos resultantes de la descomposición de los dos anteriores al contacto con el

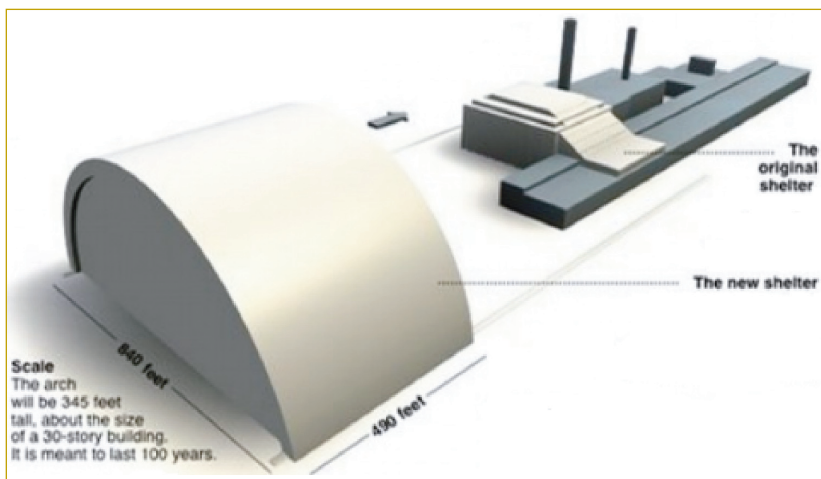


Foto 8. Diagrama del Arch.

agua y con el aire. Estos últimos, cuya masa total se estima en 4 toneladas, son los que presentan en la actualidad un mayor riesgo desde el punto de vista del impacto radiológico en el exterior de la estructura debido a que migran con gran facilidad. Otros riesgos que se presentan son la posibilidad de derrumbe de algunas partes de la estructura de protección y la iniciación de una nueva reacción en cadena auto mantenida.

En 1997, dada la limitación económica de Ucrania para afrontar un proyecto que mitigue los riesgos actuales del emplazamiento y mejore la seguridad del mismo, un grupo de 29 países entre ellos España, y la Unión Europea, acordaron desarrollar y financiar un proyecto junto con Ucrania, el "Shelter Implementation Plan" (SIP), cuyo objetivo general es la protección del personal de la planta, del público y del medio ambiente, de los riesgos que presenta la estructura de protección mediante la instalación de una segunda estructura que cubra totalmente la actual y permita el comienzo de la manipulación de los materiales que se encuentran en el interior.

La nueva estructura de protección y sus edificios auxiliares formarán una instalación multifuncional, cuya vida de diseño es de 100 años, que deberá permitir la futura retirada y acondicionamiento de los materiales radioactivos para su posterior almacenamiento seguro. El coste estimado del proyecto es de 1300 millones de dólares.

El proyecto SIP se lleva a cabo por un consorcio de empresas francesas y estadounidenses en colaboración con instituciones científicas ucranianas, y se divide en dos fases principales.

La **fase 1** se desarrolló entre los años 1998 y 2000 y comprende los trabajos preparatorios para la fase 2, es decir, el estudio de los programas y estrategias a seguir, el desarrollo de los diseños conceptuales y la instalación de algunas infraestructuras y sistemas de monitoriza-

ción. Entre otras, incluye la reparación del sistema de ventilación de los reactores 3 y 4 y el refuerzo de los soportes de las vigas principales de forma que se reduzca el riesgo de derrumbe.

La **fase 2** (años 2001 a 2013) cubre el diseño, el acopio de equipos y la construcción de las instalaciones y sistemas que formarán la nueva estructura de protección y sus edificios auxiliares. Se informó que el proyecto acumula 10 meses de retraso debido a tareas pendientes por parte Ucrania.

UN PASEO POR LA CIUDAD DE PRYPIAT

Dentro de la zona de exclusión, a unos 2 kilómetros de la central nuclear de Chernóbil se encuentra la ciudad de Prypiat, construida en 1970 para alojar a los trabajadores de la planta y sus familias. Debe su nombre al río que la bañaba, que se utilizaba para la refrigeración de la central. La ciudad se llamaba oficial-

mente Atomograd ("La ciudad de los científicos y trabajadores atómicos") la novena de este tipo en la URSS.

En la localidad llegaron a vivir 50.000 personas según datos proporcionados por el guía que nos acompañaba. Prypiat es actualmente una ciudad abandonada, en la que el silencio se ha apoderado de las calles vacías, en la que actos de pillaje se han ido perpetrando desde que la ciudad fue evacuada, unos días después del accidente y sin previo aviso. En un principio, las autoridades informaron a la población de que la evacuación sería temporal y que sólo debían llevar consigo ropa y enseres necesarios para una semana, tiempo que estarían fuera de sus viviendas. Desde entonces, nadie ha regresado.

Cuando se entra en la ciudad, después de pasar por el punto de control, una simple barrera custodiada por un policía, al principio de lo que parecía ser la entrada a la calle principal, se puede observar cómo la vegetación se ha ido apoderando del lugar. Los bloques de pisos situados a un lado de la calle que va hacia la plaza principal y los vehículos que se podían percibir entre los árboles y matorrales son, sin embargo, el testimonio de que la vida en la ciudad era comparable a la de cualquier otra. Las farolas, todavía enarboladas en lo alto con la hoz y el martillo, se escondían entre restos de óxido y maleza.

Al bajar del autocar, en la plaza principal, el guía insistió en que era necesario evitar el contacto con cualquier objeto. La delegación de JJNN fue dirigida a un centro cultural que fue en su época el testimonio de la arquitectura mayestática soviética y que mostraba un estado de abandono absoluto. Las distintas salas por las que se pasa



Foto 9. Edificio en Prypiat.



Foto 10. Niveles de tasa de dosis durante la visita.

antes de llegar al gimnasio contienen reminiscencias del comunismo con bibliotecas llenas de libros sobre Lenin y Stalin en las estanterías, cuadros de las figuras de los dirigentes soviéticos, carteles y pancartas con la hoz, el martillo y otra iconografía socialista. A través de los ventanales sin cristales del gimnasio se puede observar el parque de atracciones donde, al fondo, la noria permanece en pie, junto a la atracción de los autos de choque completamente invadida por la maleza.

Finalmente, los asistentes regresaron a la plaza principal, y desde allí partieron de vuelta a la central con el sentimiento de haber dado un salto a una época pasada.

TASA DE DOSIS MEDIDAS DURANTE LA VISITA

Durante la visita, JJNN dispusieron de un reloj con dosímetro incorporado (Polimaster) el cual permitía vigilar los niveles de radiación a los que se encontraban expuestos los asistentes a la visita. Estas medidas no son exactas pero sí dan una magnitud de la tasa de dosis a la que estuvieron expuestos los asistentes a la visita así como los niveles aproximados que se pueden encontrar en esta instalación.

Los niveles de tasa de dosis que se pudieron observar no fueron en ningún

momento significativos y comparables a los recibidos en la vida normal. Durante el paseo por la ciudad de Prypiat no se superaron los $1.5 \mu\text{Sv/h}$, que se redujeron a $0.20 \mu\text{Sv/h}$ (que es el fondo natural en Madrid) durante la visita a la central. Frente del Sarcófago se midió $3 \mu\text{Sv/h}$, valor coincidente con el registrado durante el vuelo Madrid-Kiev. Además, si se suma la dosis recibida durante las cuatro horas que duró la visita no sobrepasaría $1/10$ de la dosis recibida por una radiografía de rayos X ($100 \mu\text{Sv}$).

CONCLUSIONES

Pese al accidente y a sus consecuencias, la vida sigue en Chernóbil y sus instalaciones reciben cada año cerca de 5000 visitantes. Además, en la actualidad, son más de 3200 las personas que trabajan en el complejo nuclear, sin contar los efectivos que garantizan la seguridad en la llamada "zona de exclusión", de unos 30 kilómetros alrededor

de la planta, y que incluye numerosas poblaciones evacuadas en su día, como Prypiat.

La lección más importante aprendida por la delegación de JJNN es la constatación de la responsabilidad que los profesionales nucleares tenemos en nuestras manos. Una catástrofe de este tipo no debe repetirse en la historia.

También, JJNN mantiene la confianza en los diseños occidentales y especialmente en las plantas españolas,

donde un accidente de consecuencias equiparables no puede producirse. Sirva como ejemplo el accidente de TMI2 (Harrisburg, EEUU, 1979), de tecnología occidental, que fue igualmente de gran severidad, pero sin impacto al exterior. En definitiva, la visita a Chernóbil ha servido para reforzar la convicción en la necesidad de mantener el compromiso para salvaguardar los estándares de seguridad y excelencia que existen en la industria nuclear española.

Finalmente, y puede que sea la principal conclusión que se pueda extraer de esta inolvidable experiencia, es que la energía nuclear no debe culpabilizarse por un accidente como el de Chernóbil, en el que concurrieron prácticas de operación totalmente prohibidas en nuestras plantas. Citemos sólo algunas: "experimentar" con un diseño deficiente, la desorganización, una deficiente formación de los operadores, la ausencia de ciertas salvaguardias tecnológicas (edificio de contención entre otras) y de planes de emergencia, la falta de cultura de seguridad y de transparencia. Creemos, que sólo desde consideraciones de otro orden, como puede ser el declive de un sistema político (el soviético), podrían explicarse una catástrofe de esa dimensión y consecuencias.

AGRADECIMIENTOS

- Junta Directiva de la Sociedad Nuclear Española.
- Profesor Emérito D. Agustín Alonso.
- Ilustrísimo Sr. Embajador en Viena D. José Luis Roselló.
- Ilustrísimo Sr. Embajador en Kiev D. José Rodríguez Moyano.■



Foto 11. Jóvenes Nucleares en Prypiat.