

50 AÑOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS



**PÍO CARMENA, JAVIER CASTELO,
PEDRO GARCÍA VIDAL,
ILDEFONSO IRÚN, RAÚL MUÑOZ
Y EDUARDO SOLLET**

LOS PIONEROS 1968-1987

La protección radiológica (PR) en los inicios de la operación de las centrales nucleares españolas constituyó una organización específica, pionera en nuestro país, que supuso un reto, tanto a nivel profesional como a nivel personal, para los responsables de su implantación, cuya preparación específica en protección radiológica se había forjado al amparo de la entonces Junta de Energía Nuclear (JEN), referencia nacional de la PR en aquellos tiempos.

En una visión de conjunto muy general del periodo correspondiente a las centrales de la primera generación comprendido entre el inicio de la operación de la primera de ellas en 1968 y el final prematuro de la tercera en 1987, la PR, dependiendo organizativamente de la dirección de la central desde sus comienzos y dinamizada por la reglamentación oficial desarrollada al respecto y al estímulo permanente del Departamento de Seguridad de la JEN y, desde su creación, del Consejo de Seguridad Nuclear, pasó de ser considerada un complemento instrumental al servicio de la operación, como era lo habitual, a tener una entidad propia de amplio cometido y con objetivos propios.

A modo de resumen se exponen a continuación algunos de los aspectos característicos de aquella etapa pionera.

- La PR de las centrales se desarrolló en sus comienzos en el marco de las primeras normas de protección contra las radiaciones ionizantes de 1959/1962, ya en línea con las recomendaciones internacionales y fue durante el periodo considerado cuando se im-

Es este artículo se pasa revista muy breve por limitación de espacio al desarrollo de la protección radiológica en las centrales nucleares españolas en sus 50 años de operación. Se ha pretendido dividir el artículo en cuatro partes, cada una de ellas con un autor diferente para reflejar mejor la realidad de lo que allí se explica. La primera parte la de los pioneros que abarca desde el año 1968 hasta el año 1987, la ha elaborado Ildefonso Irún, el jefe de protección radiológica de la central nuclear de Vandellós I. La segunda parte, desde 1987 hasta el año 2000, la fase de consolidación de la protección radiológica en las centrales la ha elaborado Javier Castelo, el primer jefe de protección radiológica de la central nuclear de Vandellós II. La tercera parte del artículo, desde al año 2000 hasta el momento presente, fase denominada de la integración de la protección radiológica ha sido elaborada por Eduardo Sollet, anterior jefe de protección radiológica de la central nuclear de Cofrentes. Finalmente, la cuarta parte del artículo, la que recoge los aspectos de la coordinación sectorial en protección radiológica ha sido elaborada por Pío Carmena de Endesa y por Raúl Muñoz del Foro de la Industria Nuclear. La ilustración gráfica del artículo la han confeccionado Ildefonso Irún y Pedro García Vidal de CN Cofrentes.

Necesariamente en este artículo aparecen nombres de personas que con su esfuerzo y dedicación han contribuido al desarrollo de la protección radiológica durante estos 50 años de operación de las centrales nucleares españolas y han permitido situar a este conjunto de centrales entre los líderes mundiales en los aspectos relacionados con la protección radiológica. Sirva este artículo de homenaje a todos ellos.



plantó la panorámica legislativa nuclear y radiológica completa en nuestro país. En base a ella se consideraba explícitamente al jefe del Servicio de Protección Radiológica como personal con responsabilidad nuclear y se obtuvieron los primeros tres títulos, concedidos a los respectivos jefes de PR de cada una de las centrales, en base a su ya cumplida experiencia. Así mismo se desarrolló y actualizó en las centrales la documentación radiológica correspondiente: Manual PR, PVRA, MCDE y PEI y fue de singular importancia la redacción pionera de los primeros procedimientos de protección radiológica.

- Durante ese periodo, se vivió la adopción de las nuevas unidades radiológicas del S.I. y su progresiva implantación en la instrumentación, todavía de respuesta analógica. Para los análisis de espectrometría gamma se adoptaron los detectores de semiconductor (GeLi) en sustitución de los de cristal INa (TI). Se realizaba la cumplimentación de los registros y estadillos de la vigilancia y control radiológicos de forma manual. También el control de contaminación personal a la salida de las zonas radiológicas se realizaba de forma manual hasta el inicio, avanzado ya el periodo, de la implantación de los detectores tipo pórtilo y se inició también, de forma ya irreversible, el desarrollo de la informática y consiguiente digitalización.

- Con respecto a la dosimetría personal se vivió la evolución del sistema de película fotográfica, concertado con el servicio de dosimetría de la JEN, a los sistemas propios y homologados de termoluminiscencia basados en semiconductores.

Con todo, es importante reseñar que los resultados dosimétricos promedio de la explotación fueron siempre muy inferiores a los límites, iniciándose ya en esta etapa la tendencia Alara a la disminución de las dosis colectivas. Las dosis estimadas a la población se mantuvieron sistemáticamente muy bajas o no significativas. En cuanto a la vigilancia radiológica ambiental, únicamente cabe reseñar la detección de la nube de radiactividad procedente del accidente de Cher-



Los jefes de PR. 1. Javier Castelo. 2. Ildelfonso Irún. 3. Eduardo Sollet. 4. Pío Carmena. 5. Pedro García Vidal y 6. Raúl Muñoz.

nobyl a su paso por el noreste de la Península.

Así pues, con un amplio dimensionado extensivo a todas las funciones de la planta con incidencia radiológica, puede decirse que los servicios PR de las centrales de primera generación fueron testimonio de una etapa pionera, pero de una gran evolución organizativa, técnica y documental, adquiriendo una estructura que, a su vez, suponía una sólida referencia para las centrales nucleares de las siguientes generaciones.

FASE DE CONSOLIDACIÓN 1987-2000

Esta segunda fase cimentada en el desarrollo de la protección radiológica durante los primeros años de operación de las centrales nucleares, puede caracterizarse por dos aspectos fundamentales, la implantación de la tecnología disponible y la documentación en procedimientos de toda la actividad práctica y todo ello condujo a una consolidación de la protección radiológica como una disciplina fundamental de la operación de las centrales nucleares. A modo de ejemplo, se citan a continuación importantes aspectos técnicos de la protección radiológica que se implantaron en esta fase de consolidación

En el área de **Dosimetría**:

- La homologación de los servicios de dosimetría externa (gamma y neutrones) e interna de acuerdo con los requisitos del CSN.

- Utilización de dosímetros termoluminiscentes (TLD) en vez de los de película y dosímetros electrónicos de lectura directa (DLD) con avisos sonoros y alarmas.
- Implantación de equipos de medida de radiactividad corporal (CRC) tipo cama y verticales (Quiky), que permiten discernir entre exposición externa e interna.
- Conexión de bases de datos identificativos de los trabajadores expuestos en los diferentes ordenadores de dosimetría con los departamentos de Seguridad Física, recursos humanos, formación y servicio médico.

En el acceso a **Zona Radiológica**:

- Ampliación del acceso principal a zona controlada, para permitir un área fría y otra caliente, separada por torniquetes de acceso y pórtilos para el control de contaminación del personal a la salida de zona controlada.
- Creación de accesos específicos autogestionados para el personal de operación para facilitar su acceso a zona controlada desde la sala de control y para el personal femenino.
- Conexión del permisivo de apertura del torniquete de acceso a zona controlada con la identidad del trabajador, su estado de alta como trabajador expuesto, su aptitud médica y de formación, paso por el contador de radiactividad corporal y situación dosimétrica. Realizadas estas comprobaciones, el dosímetro recibía los valores

dosimétricos del trabajador y el sistema dosimétrico le permitía el paso alarmas personalizadas en su dosímetro.

Respecto a los **Efluentes Radiactivos:**

- Desarrollo de programas informáticos para los cálculos de dosis a la población correspondientes a las especificaciones técnicas del manual de cálculo de dosis al exterior (MCDE).
- Informatización de la gestión interdepartamental (operación, radioquímica y protección radiológica) de los análisis, cálculos y concesión de permisos para la liberación de efluentes radiactivos al exterior.

Para el **Sistema de Vigilancia de la Radiación:**

- Desarrollo de aplicaciones informáticas de apoyo a la operación y para la red de ordenadores personales del Servicio de Protección Radiológica, para tratar las señales del centenar de detectores en continuo de radiación de áreas, sistemas, efluentes y meteorología; con un programa de gestión de presentación de sus valores en tiempo real y análisis de tendencias, identificación de alertas y alarmas.

Con relación a los **Equipos de Medida de Radiación:**

- Puesta en marcha de una sala de calibración de haces de radiación gamma y neutrónica para la verificación de los equipos portátiles de medida de la radiación.

Sobre **Alara:**

- Se consolidó el compromiso de la PR a todos los niveles de la organización incluidas las empresas contratistas anuales y de recarga.
- Establecimiento de reuniones Alara previas a los trabajos de recarga que implicaban altas tasas de dosis y dosis colectivas, con seguimiento de dichos trabajos y reuniones de evaluación una vez finalizados los mismos.
- Establecimiento de un valor de dosis colectiva como objetivo anual de central.

Sobre temas de **Logística:**

- Ampliación de la lavandería.
- Adquisición de equipos de protección personal (ropa, calzado, equipos de protección respiratoria, etc.), para poder contemplar en recargas un colapso en la lavandería.
- Establecimiento de nuevas zonas de paso en recargas.

- Establecimiento de zonas de acopio separadas para material limpio y contaminado durante recargas.

En **Emergencias:**

- Desarrollo de programas de cálculo de dosis a la población basados tanto en la documentación reguladora y como en la meteorología real.

En el área de **Formación:**

- Formación completa en protección radiológica según temario regulador al inicio de la actividad laboral y reentrenamiento anual específico con evaluación de dicha formación.
- Reentrenamiento específico a los usuarios de fuentes radiactivas (radioquímica y mantenimiento) conforme a la licencia de operación de la central.

FASE DE INTEGRACIÓN 2000 -2018

La fase actual de la PR de las centrales nucleares españolas que abarca desde el año 2000 podría calificarse como la época de la integración. Anteriormente, una organización típica de explotación de una central nuclear tenía dos grandes unidades operativas, operación y mantenimiento y una serie de unidades de apoyo como formación, química, garantía de calidad, ingeniería, etc., y el Servicio de PR que proporcionaba todos los aspectos de PR para el conjunto de tareas que se llevaban a cabo dentro de zona controlada y en todo lo relacionado con la liberación de efluentes y residuos radiactivos al exterior. Actualmente esa diferencia organizativa no existe. No se entiende la explotación de una central nuclear sin contemplar aspectos de protección radiológica desde las primeras fases de planificación y ejecución de los trabajos.

En la actualidad los principales protagonistas de la protección radiológica de los trabajadores son tanto el propio trabajador como el servicio ejecutor a que pertenece. Este cambio de mentalidad, aparentemente muy sencillo, pero de un calado muy profundo, ha tenido muchos promotores. La facilidad de la comunicación ha sido uno de ellos. El acceso a bases de datos de todas las centrales nucleares del mundo ha permitido poder compararse con todas ellas. Organizaciones como WANO que promueven la excelencia operativa y que llevan a cabo con una frecuencia cada

vez mayor, inspecciones por iguales (*peer reviews*) están sirviendo para que cada instalación se posicione dentro del conjunto de restantes centrales y adopte las mejores experiencias operativas de aquellas instalaciones que lideran el *ranking* mundial de la excelencia. Y la protección radiológica se ha servido de todo ello. Los gerentes de las centrales han tomado consciencia de que deben ser los primeros en asumir compromisos con respecto a la PR. Ya no sólo se juzga la gestión anual de una central nuclear por la dosis colectiva, la dosis individual cobra ahora un papel fundamental en la fijación de objetivos operativos y son las diferentes unidades las que definen estos objetivos de dosis de sus trabajadores.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha sido también un notable promotor de este cambio de mentalidad de la PR en las centrales nucleares españolas. Su labor de inspección y supervisión de la operación de las centrales y su innegable esfuerzo en promover la reducción de dosis, han servido también para convencer y concienciar a los responsables de las centrales de que la operación de una central segura, en el concepto amplio de la seguridad (seguridad nuclear y protección radiológica), es la mejor garantía de eficacia, rendimiento y fiabilidad. La puesta en marcha del plan de acciones correctivas (PAC) por parte de los titulares permite a estos juzgar sus actuaciones y resultados con respecto a un conjunto objetivo de indicadores e identificar mejoras que se aplican en la práctica operativa cotidiana.

El Servicio de Protección Radiológica está continuamente evaluando y valorando con respecto a indicadores propios sin olvidar las tendencias internacionales en ellos, la vigilancia radiológica de la central, la exposición del personal, las liberaciones de efluentes radiactivos al exterior, el plan de vigilancia radiológica ambiental y la gestión de residuos radiactivos. La valoración de todos estos aspectos, tanto por técnicas de autoevaluación como por la supervisión de su funcionamiento y logros y la información continua a la dirección de las instalaciones, está permitiendo a los titulares establecer mejoras en la PR que redundan en una explotación más segura de la instalación.



Monitor de radiación ambiental, modelo JEN, para tasa de exposición con registro.



Monitor con sonda GM para beta débiles para chequeo de contaminación de manos extensible para chequeo corporal a la salida de zona controlada.



Dosímetros electrónicos de lectura directa con alarma.



Dosímetro de lectura directa (electroscopio con cámara de ionización).



Monitor con sonda GM para beta débiles para chequeo de contaminación de manos extensible para chequeo corporal a la salida de zona controlada.



Detector portátil para contaminación α con sonda Sz de centelleo.



Detector de neutrones.



Cámara de ionización portátil climatizada de alto rango.



Dosímetros personales (estilodosímetros, TDL, y electrónicos de lectura directa con alarma).



Pórticos de salida de zona controlada (detectores proporcionales de flujo de gas).

No se pueden olvidar tampoco los aspectos formativos en este cambio de enfoque de la PR por parte de los titulares. El trabajador actual es consciente de los riesgos radiológi-

cos, realmente muy bajos, que supone su exposición a las radiaciones ionizantes y ese conocimiento del riesgo, fruto de una formación exigente y continuada, ha servido para que sea el mismo trabajador el principal impulsor y agente de su propia PR. Ya no es sólo el servicio de PR el principal preocupado por la exposición del personal, sino que ahora también es el propio trabajador y su unidad operativa quienes participan activamente en sus aspectos específicos de PR.

El nuevo siglo ha traído también nuevos e importantes retos que ha habido que afrontar. Quizás uno de los más importantes haya sido todo lo derivado del accidente de Fukus-

hima. Los titulares han comprendido, si es que no lo habían hecho ya con anterioridad, que son los aspectos de protección radiológica y no necesariamente los operativos los que pueden llevar a una instalación al desastre. Los esfuerzos inversores de mejora de la explotación de las centrales que se han hecho tras el accidente de Fukushima sirven sin duda asegurar que hoy en día las centrales nucleares españolas son más seguras y la PR es más robusta que antes del accidente.

Otro reto que se está afrontando en la actualidad es el de la renovación tanto de equipamiento como de personal de PR. Lo primero está suponiendo importantes



Unidad lectora del monitor de radiación con sonda GM para tasa de exposición con nivel de alarma.



Detectores portátiles de contaminación con sonda proporcional de flujo de gas.



Escala de recuento de impulsos y unidad de cronometraje, modelo JEN.

esfuerzos inversores. Más difícil está siendo la renovación generacional y en ella se identifica un cambio de expectativas del nuevo personal muy acorde con los tiempos en que se vive. Se están yendo auténticos expertos con una trayectoria muy dilatada y larga en PR a la que han dedicado toda su vida profesional, que están siendo sustituidos por otro personal de muy alta cualificación, pero cuyos objetivos vitales no coinciden necesariamente con toda una vida dedicada a la PR.

Otro reto de protección radiológica que está ya en ciernes y que se avecina como inminente es el que tiene que ver con la transposición de la nueva directiva europea de protección radiológica. Los cambios derivados de su adopción a la reglamentación nacional van a suponer nuevos esfuerzos de toda la organización para cumplirlos.

COORDINACIÓN SECTORIAL

En los años 80, existía la Asociación para la Medicina, Seguridad e Higiene en el Trabajo para la Industria Eléctrica de Unesa, (AMYS), cuyo impulsor había sido el Dr. Enrique Malboysson, director de Medicina, Seguridad e Higiene en Hidroeléctrica Española (HE).

El objetivo de AMYS era coordinar actividades y desarrollar iniciativas

comunes de las empresas eléctricas en los campos de la prevención de riesgos laborales. Por la gran implicación de HE en el programa nuclear y la del propio Dr. Malboysson en los proyectos nucleares españoles, se incluyó la PR entre las áreas de trabajo de AMYS; para ello se creó un grupo de trabajo (GPR) formado por todos los jefes de PR de las centrales nucleares, de Enusa y de Enresa.

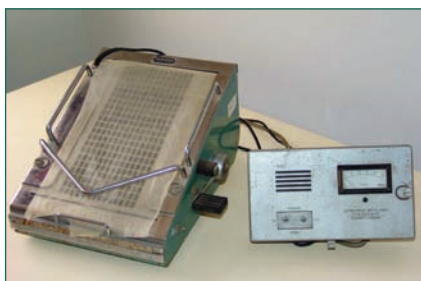
AMYS era entonces un pequeño grupo de ocho técnicos y cuatro administrativos. Era otoño del año 1986, se incorporó Pío Carmena para la potenciación y fortalecimiento de la coordinación sectorial.

En esta etapa, el GPR estaba formado por la 1ª generación de los jefes de PR de las centrales: Tomás Pérez (C.N. José Cabrera), Agustín Bercedo (C.N. S.Mª. Garoña), Andrés Leal (C.N. Almaraz), Juan Cánovas (C.N. Ascó) y Vicente Rius (C.N. Cofrentes). Las centrales de Vandellós II y Trillo aún no estaban en operación comercial. El presidente del grupo era el decano de la PR, Idefonso

Irún (C.N. Vandellós I) y también participaba Eduardo Sollet, que tras C.N. Valdecaballeros, ahora trabajaba en la Dirección Nuclear de HE. Pío Carmena actuaba como secretario del grupo.

La gestión del grupo era compleja por el carácter autárquico de sus componentes. Fue la capacidad de aunar esfuerzos y dinamizar voluntades entre todos lo que motivó al grupo para empezar a hacer actividades y generar productos de clara utilidad para el conjunto del sector.

Entre las actividades de aquella época cabe destacar la creación del Servicio de Dosimetría Interna (SDI), que se dotó con dos contadores de radiactividad corporal montados en sendos remolques y de una unidad tractora. Para este servicio, AMYS se dotó de personal especializado, incorporándose Paloma Marchena y José Rodríguez. Desde entonces el SDI ha estado en todas las recargas, en Bulgaria, en dismantelamientos, en los simulacros emergencias e incidentes. Ha desarrollado modelos nuevos de cálculo, técnicas de calibración, etc. y, actualmente, el CSN cuenta con el SDI como un apoyo para la gestión de emergencias. En el año 2000 Unesa traspasó el SDI a Tecnatom, desde



Sonda de contaminación con detector proporcional de flujo de gas para chequeo de calzado a la salida de zona controlada.



Detectores de radiación (radiómetros).



Baliza gamma ambiental con alarma visual y sonora.



donde sigue desarrollando sus actividades.

Con visión estratégica, el director de AMYS Vicente Gil, inició una aproximación al entonces subdirector de PR del CSN, José Luis Butragueño. El CSN percibió de inmediato las ventajas de la interlocución sectorial. Se constituyó entonces el primer grupo mixto de trabajo CSN-AMYS para temas de PR. Pronto surgieron trabajos conjuntos entre las centrales y el CSN, como preparación y comentarios a normativa, el carné radiológico, la participación en grupos internacionales, etc. También en esta época, el sector nuclear tuvo su fase más activa en la Sociedad Española de PR, liderando y participando en varias de sus iniciativas.

Este desarrollo motivó la necesidad de más recursos en AMYS, incorporándose a principios de los 90 Jerónimo Íñiguez, que había trabajado con Idelfonso Irún en Vandellós I y traía una amplia experiencia en temas de planta, instrumentación, Alara, etc. En esta época ya se había producido el relevo de la primera generación de jefes de PR: Pablo Díez (C.N. José Cabrera), Alfredo Muntión (C.N. Sta. Mª de Garoña), Domingo Sustacha (C.N. Almaraz), Ramón Almoguera (C.N. Cofrentes) y se habían incorporado Javier Castelo (C.N. Vandellós II) y José Antonio Prieto (C.N. Trillo).

En 1996 por la decisión de las empresas eléctricas de reducir estruc-

tura, tuvo lugar la supresión de las Asociaciones de Unesa, pero conscientes del valor del GPR, se transfirió al Comité de Energía Nuclear de Unesa, denominándose Comisión de Protección Radiológica (CPR) sin participación de Enresa y Enusa. Las relaciones del GPR con el CSN también se asumieron en Unesa y sobre la base de la experiencia del grupo mixto de protección radiológica, se construyó el esquema actual del Comité de Enlace y los grupos mixtos derivados.

Una nueva reducción de los recursos de Unesa y la reorganización de la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos (RR) en las centrales, que pasaron de operación a PR, motivó que la CPR ampliase su campo incorporando también los temas de gestión de residuos (CPRR).

Una nueva contracción en Unesa, en 1999 obligó a traspasar a todo el personal de PR y del SDI a Tecnatom y a principios de los años 2000 Pío Carmena fue sustituido en Unesa por Raúl Muñoz.

Con el nuevo siglo, la CPRR intensificó su actividad en el desarrollo de proyectos comunes con el CSN: Manual de PR, MCDE, asuntos de instrumentación, prácticas armonizadas de monitores de PR, etc. Con esto se consiguió no solo consensuar criterios con el CSN sino simplificar y hacer más sencilla la operativa de las centrales, sin menoscabo de su seguridad.

También de esta época es el desarrollo por parte del CSN del Sistema Integral de Supervisión de las Centrales (SISC), que quedó implantado en el 2007. Diseñado a imagen del ROP norteamericano, partía de sendos pilares de la PR ocupacional y del público. La información que maneja, junto con los indicadores de funcionamiento asociados, sirven para realizar el diagnóstico sobre el comportamiento de la seguridad de cada instalación. Adicionalmente y periódicamente se comparten en la CPRR las prácticas identificadas de interés común, aspectos relevantes de las inspecciones recibidas y las acciones correctoras adoptadas.

Dentro del ámbito de la PR, los trabajos sectoriales sobre los residuos radiactivos dieron lugar a nuevas relaciones con el CSN y con Enresa. Ejemplos fueron los proyectos de desclasificación en las centrales, la redacción de los planes de gestión de residuos radiactivos y los proyectos de reducción de volumen.

A pesar de que los recursos asociados a la CPRR se han ido ajustando aún más (el último capítulo ha sido la reciente transferencia de la división nuclear de Unesa al Foro de la Industria Nuclear Española), la CPRR sigue avanzando para tratar abiertamente todo aquello que a sus miembros les puede resultar de utilidad. ■