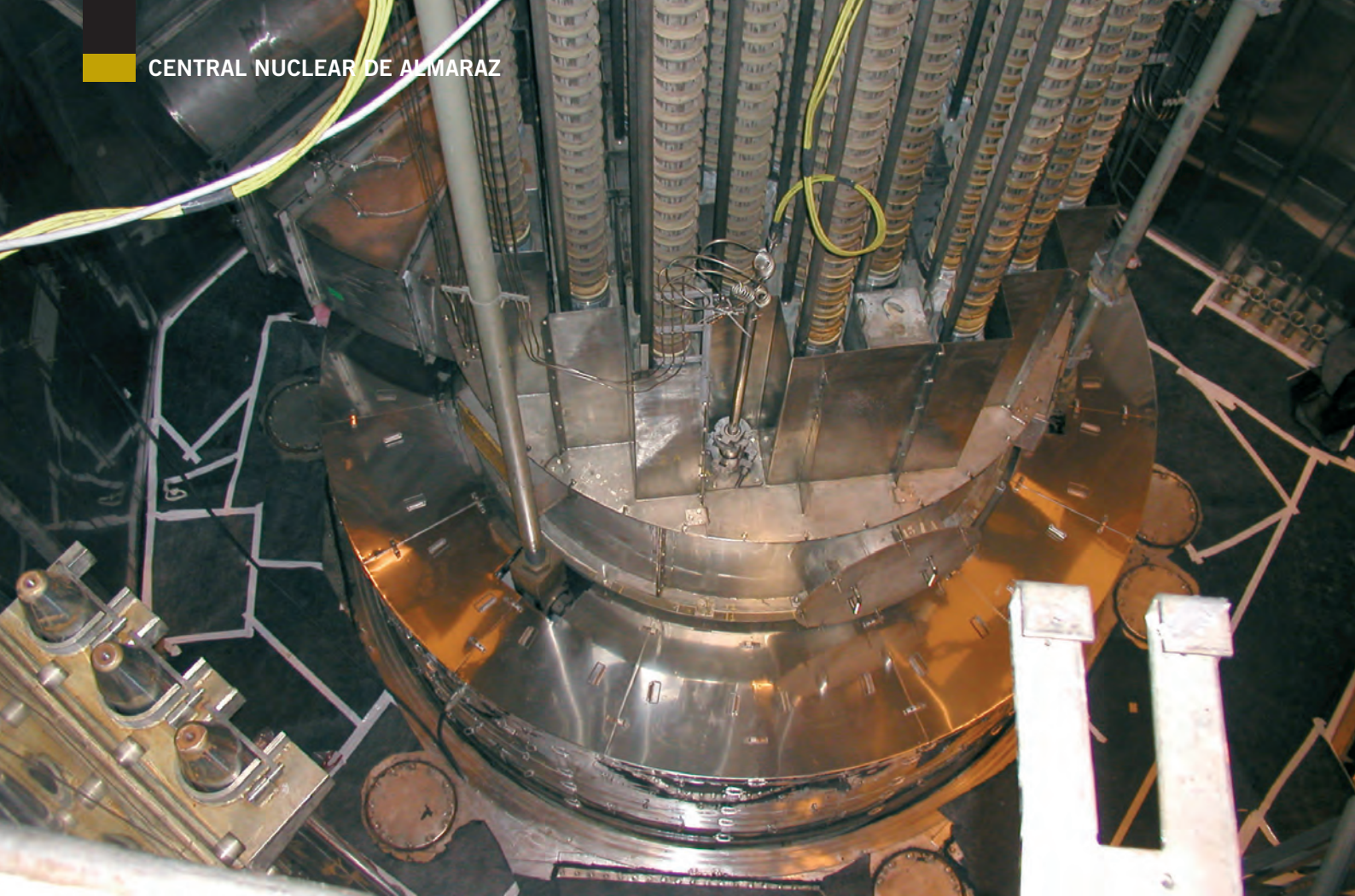




# Estrategias para la optimización de las dosis



**Protección Radiológica  
y Medioambiente**

*De izquierda a derecha*

- Carlos Díaz (Medioambiente)
- Luis Francisco Martínez de Angulo (Protección Radiológica)
- José María Calles (Residuos)
- Francisco Guinea (Dosimetría)
- Borja Rosell (Jefe Departamento)



## EVOLUCIÓN DE LA DOSIS E INICIATIVAS DESARROLLADAS PARA SU OPTIMIZACIÓN

La Central Nuclear de Almaraz se diseñó siguiendo los criterios ALARA disponibles en el estado del arte en la ingeniería de los años 70, pero desde el inicio de la operación de la planta, una constante ha sido la concienciación de la dirección por cuidar el bienestar de los trabajadores, y siguiendo la filosofía ALARA, se implantaron numerosas medidas de tipo técnico y administrativo, con el objetivo de mantener las dosis individuales y colectivas de los trabajadores, tan razonablemente bajas, como se puedan alcanzar.

Para ello, CNA, posee un Plan de Optimización de las Dosis (plan ALARA) que es revisado y mantenido de forma periódica, por el jefe del Servicio de Protección Radiológica, bajo el apoyo de la dirección de central. El Comité ALARA, es el órgano encargado de ello, y tiene como función impulsar, supervisar y coordinar la implantación del plan de optimización de dosis de la radiación.

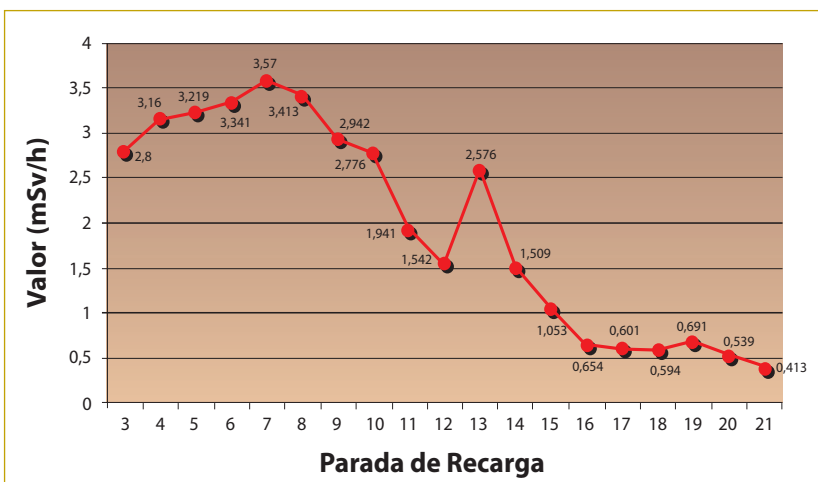
Durante el periodo entre 1981 (arranque de la Unidad 1) y 1996 los niveles de radiación, y por tanto las dosis colectivas individuales, fueron superiores a lo esperado debido a los niveles producidos por el diseño inicial de la planta, con elevadas tasas de dosis en válvulas y generadores de vapor. Durante 1996 y 1997 los generadores de vapor de ambas unidades y las RTD fueron sustituidas y se implementó un plan de sustitución de válvulas con estelita. Adicionalmente, las tapas de las vasijas de ambas unidades fueron cambiadas.

Desde ese momento, los niveles de radiación comenzaron a disminuir, hasta alcanzar valores muy bajos y estabilizándose en los mismos.

Esos años fueron clave para la reducción del término fuente, y con un plan ALARA de ambicioso alcance, se produjo una importante reducción en las dosis individuales y colectivas. Dentro del plan ALARA se realizaron importantes esfuerzos, tanto en la gestión como en la realización de modificaciones de diseño con el objetivo de reducir las dosis, tanto en operación normal como en recarga. Además de la sustitución de RTD, generadores de vapor y tapas de vasija, se produjo un cambio de diseño en el cubículo RC-07 (donde se alojan las bombas y tanque de drenaje de refrigerante del reactor) disminuyendo



Modificación trazado líneas sistema RW.



Evolución del Índice de Actividad de la Unidad 1 (valor promedio en mSv/h calculado mediante diferentes medidas de niveles de radiación en contacto en los generadores de vapor).

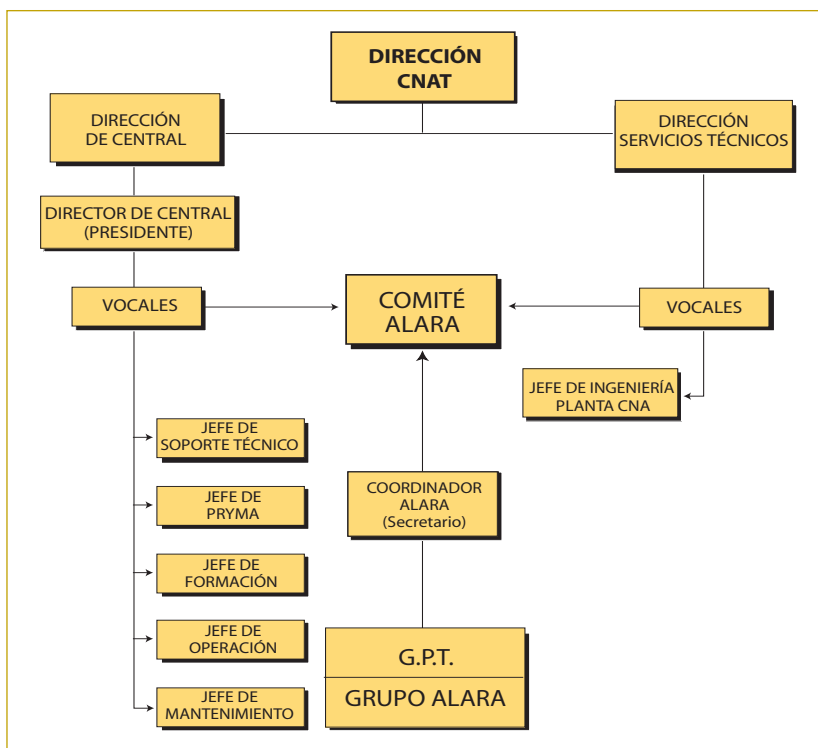
de forma notable las tasas de dosis neutrónica y gamma en operación normal; se modificó el trazado de las tuberías del sistema RW, disminuyendo las tasas de dosis en ambiente durante determinados movimientos de agua de recarga, etc.

Posteriormente, con la entrada del nuevo siglo, se produjeron importantes modificaciones de diseño ALARA, como la utilización de un nuevo sistema de distensionado y tensionado de pernos de la tapa de la vasija, que ha disminuido en torno a un 50 % las dosis para ese trabajo en recarga. También se produjo la sustitución del aislamiento de la tapa de la vasija que produjo una disminución importantísima (del orden del 80 %) en los



Zona ALARA.

trabajos de retirada y montaje del mismo en las paradas de recarga, sustitución del sistema de ventilación de la tapa de la vasija, que también ha contribuido de la misma manera que el aislamiento de la tapa a la



Comité ALARA.

disminución de las dosis y el traslado del sistema de aporte de aceite a las bombas principales, desde una zona de alta radiación a una zona de muy baja tasa de dosis.

En los últimos años, y a pesar de que las tasas de dosis y las dosis asociadas, tanto individuales como colectivas, eran muy bajas, la apuesta de la dirección por la cultura ALARA, no sólo no decayó, sino que fue más allá, no focalizando únicamente en las medidas relacionadas con modificaciones de diseño, sino en los aspectos más complicados, relacionados con gestión de la dosis mediante la optimización de los trabajos, dirección de personas y la adecuada planificación. Para ello, se tomaron diversas medidas de diversa índole para impulsar la cultura ALARA:

- *Creación y señalización de zonas de espera de baja radiación* para disminuir las dosis en tiempos muertos y en la supervisión de trabajos.
- *Implantación de programa de reducción de puntos calientes.*

Estas dos acciones, ya implantadas, forman parte del Plan de Actuación de CNAT (2010-2014). Otras medidas adoptadas son:

- *Impulso de Factores Humanos y Cultura de Seguridad*, a través de posters, campañas de concienciación, guías de orientación en planta, diferenciación de unidades mediante co-

lores distintos y de los técnicos de Protección Radiológica en planta mediante diferente color en vestuario, etc.

- *Química de RCS a pH superior*: se subió hasta un pH=7,15 que favorece la disolución del crud, y por tanto, la disminución de las tasas de dosis.
- *Mejoras en Formación*: realización de cursos para personal de la zona de influencia de CN Almaraz para disponer de técnicos expertos en protección radiológica de garantías en paradas de recarga.
- *Mejoras en Formación Específica*: impartición de módulos específicos para personal volante, como técnicos ayudantes de Protección Radiológica y especialistas en limpieza y descontaminación del mismo nivel que para el personal estable en la planta.
- *Eliminación de blindajes de acceso a ramas*: debido a que por requisitos de inspecciones, se deben de inspeccionar las ramas calientes y frías de la vasija, se han eliminado los blindajes de acceso a dicha zona, que requerían tiempos muy importantes para su desmontaje, reduciendo las dosis colectivas e individuales de dicho trabajo en más de un 30 %.

Por otro lado, merece destacar un aspecto, que en el Servicio de Protección Radiológica de CNA, es fundamental: la comunicación y las reuniones de trabajo. El Servicio de Protección Radiló-

gica participa de forma activa en todas las reuniones que se producen en la planta para la preparación de trabajos, ya sean programados o no. Cabe destacar la reunión diaria a primera hora de la mañana, en la que participa todo el personal de Protección Radiológica Operacional, junto con el de limpieza y descontaminación. Adicionalmente, el Servicio de Protección Radiológica participa en las reuniones diarias de planificación de trabajo con el resto de secciones, así como en reuniones diarias más específicas sobre gestión de los sistemas de tratamiento de residuos.

Otra medida muy directamente relacionada con la gestión de trabajos es la obligatoriedad de realización de una Reunión Previa de Trabajo (RPT o *pre-job briefing*) para cada trabajo que se realice bajo el control de un Permiso de Trabajo con Radiaciones (PTR).

En cuanto a las acciones a futuro, se pretenden mantener y consolidar las acciones establecidas en el plan de minimización de dosis de CNA, que forma parte del plan de actuación de CNAT 2010-2014 presentado al Consejo de Seguridad Nuclear, entre las que caben las siguientes medidas adicionales:

- Reforzar la adherencia a los procedimientos en la ejecución de trabajos (en especial en lo referente a la dispersión de la contaminación).
- Mejorar las prácticas de trabajos del personal, en especial de los de nuevo ingreso en Recargas, mediante la participación del personal de Protección Radiológica en los cursos y módulos de Formación (dirigido especialmente al personal de descontaminación).
- Mejora de la sistemática de información a los trabajadores mediante cartelera en el acceso a los lugares de trabajo.
- Utilización de cámaras de televisión durante el desarrollo de los trabajos en cavidad y lazos (CNA), y otros radiológicamente relevantes.

Otras acciones, fuera de dicho plan de actuación, son las siguientes:

- Mejora de aplicación de seguimiento de control radiológico en planta, así como de desarrollo de una aplicación integrada con la anterior para realización de estudios ALARA y gestión de la optimización de la dosis.
- Desarrollo de un taller de formación – simulador para prácticas y trabajos en zona controlada..■