



Francesc PERRAMON ENRICH es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Barcelona (1969) e Ingenieur en Génie Atomique por el Institut National des Sciences et Techniques Nucleaires de Paris Saclay (1970). Inició su vida profesional en Framatome para las centrales de Tihange, Fessenheim y Bugey, incorporándose en Vandellós II desde sus inicios, siendo responsable sucesivamente de las áreas de Ingeniería del Diseño Mecánico, Coordinación y Seguimiento del Diseño, y de la Dirección Adjunta de Garantía de Calidad durante la fase de Construcción y Suministros. Desde 1987 a 1989 fue Ingeniero Residente en INPO (Atlanta, USA), en representación de las centrales nucleares españolas. Actualmente es Jefe de Experiencia Operativa y Relaciones Técnicas Externas. Ha participado en numerosas visitas de evaluación y asistencia a centrales de los Estados Unidos, así como en misiones de la OIEA a las centrales de los países del Este. Es EATM (Evaluation Assistant Team Manager), cualificado por INPO.



Josep ROQUE CERDA es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Barcelona (1976). Inició su vida profesional en Vandellós II, incorporándose al emplazamiento de la Central en 1977 donde, en el período 1977-1987, desempeñó sucesivamente las funciones ingeniería de infraestructura de obra, jefe del departamento de ingeniería y control de Montajes eléctricos de la Dirección de Obra. En julio de 1987 se incorporó a la unidad de Servicios Técnicos, para la coordinación del proceso de Configuración Documental del Proyecto y en 1988 fue nombrado Jefe del Grupo de Experiencia Operativa, responsabilizándose, con la colaboración del ingeniero J.A. Morató, de la implantación y desarrollo del programa de Experiencia Operativa Propia y Ajena, actualmente vigente en Vandellós II.

IMPLANTACION DE UN PROGRAMA DE EXPERIENCIA OPERATIVA INTERNACIONAL

F. PERRAMON - J. ROQUE

INTRODUCCION

El diseño, construcción y explotación de las centrales nucleares, como cualquier otra actividad industrial, social o humana, exige el aprovechamiento de la experiencia acumulada y la consideración del conocimiento adquirido para conseguir una mejora permanente de las instalaciones tanto desde el punto de vista técnico como de sus interfases de organización y comportamiento humano relacionados con las personas que en ella trabajan.

Durante las fases de diseño y construcción, Vandellós II estableció contactos permanentes con la central de referencia y con las demás centrales cuya experiencia pudiera resultar significativa. La central de Vandellós II es una central de tercera generación dentro del parque nuclear español, y corresponde a una de las generaciones más modernas de centrales en el mundo. Es por ello que acumula en su concepción la experiencia de las centrales que le precedieron, y que se han tenido en cuenta desde el origen.

Con la entrada en la fase de explotación, Vandellós II estableció y puso en práctica un programa de Experiencia

Operativa, que permitiese el aprovechamiento no sólo de la experiencia de las demás centrales, sino también de la experiencia propia, mediante la implantación de procedimientos ordenados y sistemáticos. Estos procedimientos están orientados al análisis y evaluación sistemática de las experiencias operativas con el objetivo de identificar e implantar las acciones correctoras precisas para prevenir la recurrencia de sucesos adversos y el aprovechamiento de las buenas prácticas y lecciones aprendidas de la explotación.

A continuación se presentan en una primera parte el contenido de este Programa de Experiencia Operativa y en una segunda parte los Indicadores de Explotación asociados.

PROGRAMA DE EXPERIENCIA OPERATIVA Antecedentes

En 1981, como consecuencia de las recomendaciones derivadas del accidente de Three Mile Island, las empresas eléctricas americanas crearon el Institute of Nuclear Power Operations (INPO), con el objetivo fundamental de promover el



intercambio de información entre centrales y el aprovechamiento de la experiencia. Desde su inicio, las centrales nucleares españolas participaron activamente en este programa.

Paralelamente, las organizaciones de propietarios, tanto nacionales como internacionales, crearon grupos de trabajo por tipos de centrales, por áreas de actividad o por grupos de especialidad para intercambiar conocimientos en las diversas áreas.

Ocho años después, en 1989, conscientes de la importancia de estos programas y del aprovechamiento que representaban en el mundo occidental, los explotadores de centrales nucleares de todo el mundo, como respuesta al accidente de Chernobyl, decidieron crear el World Association of Nuclear Operators (WANO), ampliando de este modo a nivel mundial los objetivos fundamentales que animaron la creación del INPO, y que se concretan en: "Maximizar la seguridad y disponibilidad de la explotación de las centrales nucleares mediante el intercambio de experiencia e información, y la comparación y emulación entre sus miembros".

Conviene destacar que tanto INPO como WANO, como los demás grupos de propietarios, no son organizaciones gubernamentales, estatales o reguladoras, sino que son asociaciones de explotadores de centrales nucleares cuyas actividades no son la emisión de normativa o reglamentaciones, sino que se centran en el campo del intercambio de información sobre averías o incidentes, la asistencia mutua, las revisiones propias o independientes, la comparación de los indicadores de explotación y la identificación y difusión de buenas prácticas que puedan ser útiles a las demás centrales.

La central nuclear de Vandellós II ha participado activamente desde el origen en todos estos organismos, recibiendo y aportando información. Los programas y procedimientos de análisis de experiencia operativa de Vandellós II que a continuación se presentan tienen en cuenta las actividades llevadas a cabo por estos organismos y optimizan los recursos para aprovechar al máximo las aportaciones y conocimientos que generan. La fase de construcción y puesta en marcha sirvió de entrenamiento y de aplicación real de mejoras a través de modificaciones de diseño o metodologías de trabajo, por lo que en la fase de explotación el programa ha sido eficaz desde el primer día y ha aumentado su eficacia a medida que se han ido acumulando conocimientos y experiencia.

Fuentes de Información

La elección adecuada de las fuentes de información a partir de las cuales se analiza la experiencia externa es uno de los aspectos que pueden tener más influencia en hacer gestionable la ingente cantidad de información disponible, que

de no hacerlo así podría colapsar la organización.

Asimismo, la selección adecuada dentro de las diversas fuentes de los sucesos significativos a analizar con mayor profundidad, basados en criterios de seguridad y eficacia, junto con la evitación de duplicidades y la agrupación de sucesos en series de eventos similares de donde extraer lecciones aprendidas comunes, permite optimizar el proceso y centrar las acciones en los aspectos fundamentales de mayor trascendencia.

En Vandellós II las fuentes seleccionadas hasta el presente han sido las siguientes:

- Informes de incidentes de las centrales nucleares españolas.

- Generic Letters y Boletines de la NRC, así como aquellas Information Notices de la NRC consideradas como importantes.

- Sucesos significativos emitidos por el INPO (SER's y SOER's).

- Sucesos significativos emitidos por WANO que por su importancia hayan sido filtrados y procesados a través del programa See-in del INPO.

- Boletines Técnicos de Westinghouse NSSS y T/G.

- Informaciones de malfuncionamiento de los fabricantes.

- Sucesos seleccionados del IRS-IAEA Incident Reporting System solicitados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

- Causas de raíz recurrentes seleccionadas por la propia organización.

Algunas de estas fuentes seleccionadas realizan previamente por su parte un trabajo de preanálisis, selección y agrupación, que ha sido aprovechado por Vandellós II en beneficio de una optimización de los recursos.

Organización y Procedimientos

La organización puesta en práctica está formada por un Grupo de Experiencia Operativa dentro de la Unidad de Servicios Técnicos encargado de la coordinación, selección y análisis, responsable de asegurar que, como directriz esencial para una mayor efectividad y difusión del conocimiento, la evaluación y las investigaciones específicas sean realizadas por los departamentos o las disciplinas afectadas.

Para ello se editaron dos procedimientos: uno para el tratamiento de las experiencias operativas propias y otro para el tratamiento de las experiencias operativas ajenas, que son los que se han mantenido vigentes durante estos primeros cinco años de explotación y que definen las responsabilidades e interfaces de ejecución, y los formatos a emplear para dejar constancia de los análisis realizados y facilitar el seguimiento de las acciones correctoras establecidas.

Si bien el Programa de Experiencia Operativa involucra a toda la organización y es uno de los ejes que vertebran la mejora permanente de las centrales, en concreto los trabajos de coordina-

ción, selección y análisis propiamente dichos del Grupo de Experiencia Operativa, han ocupado durante este período a dos personas a tiempo completo, cada una de las cuales tiene más de quince años de experiencia en las áreas de construcción y explotación. Este grado de experiencia es fundamental, ya que estas personas son las que además realizan un juicio técnico de su importancia para todos aquellos sucesos que no lleguen seleccionados a través de los criterios y estándares de organismos cualificados. Los trabajos de evaluación y propuesta de acciones correctoras han sido realizados por los especialistas de cada una de las secciones afectadas, bajo la supervisión de sus respectivas jefaturas y la coordinación y revisión global del Grupo de Experiencia Operativa.

Todo el proceso ha sido sometido al programa de Garantía de Calidad y auditado periódicamente por esta organización, así como por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Bases de datos utilizadas

Para el seguimiento y la coordinación de la gran cantidad de información recibida y del tratamiento de las acciones correctoras que de ella se derivan, Vandellós II ha diseñado una base de datos utilizando el código DBASEIV.

Esta base de datos está dividida en tres secciones: una para experiencia propia, una para experiencia externa y otra para las acciones correctoras identificadas.

En total la base de datos dispone de 15 campos para la experiencia propia, 20 campos para la experiencia externa y 14 campos para las acciones correctoras, pudiéndose clasificar y extraer la información a través de cada uno de estos campos.

La base de datos permite además ligar y extraer los sucesos recurrentes para realizar análisis globales.

A modo de ejemplo, en los gráficos adjuntos se presentan las cabeceras de algunos de los listados de consulta más usuales.

Resultados obtenidos

El número total de documentos de experiencia operativa procesados durante estos primeros cinco años ha sido de 322, de los cuales han proseguido todo el proceso de análisis y evaluación un total de 254 experiencias operativas. Este número ha ido en creciente aumento, acorde con la mayor agilidad de la organización en afrontar el proceso de tratamiento, siendo solamente para el último año de 1992 de un total de 84, lo que sitúa, por tanto, con mucha probabilidad en alrededor de 80 a las experiencias operativas que se podrán tratar anualmente en el próximo futuro, lo que de ser así daría un total estimado de unas 400 experiencias operativas como capacidad de tratamiento de toda la organización para el próximo quinquenio.

[illegible]

- 28% de las experiencias analizadas en <1 mes,
- 30% de las experiencias analizadas en <1-3 meses,
- 12% de las experiencias analizadas en <3-6 meses,
- 12% de las experiencias analizadas en <6-9 meses,

por lo que el 80% de las evaluaciones han quedado completadas en menos de 9 meses de su recepción, 70% en menos de 6 meses y el 60% en menos de 3 meses.

Garantía de calidad e inspecciones del Consejo de Seguridad Nuclear

El informe que se emite está formado por los listados más representativos de la base de datos, donde se indican los documentos fuente elegidos, las evaluaciones realizadas, las acciones correctoras derivadas y su estado de implantación.

Asimismo, también normalmente cada año, el Consejo de Seguridad Nuclear realiza una auditoría oficial a todo el proceso de Experiencias Operativas y emite un informe de inspección con las observaciones o comentarios pertinentes. Del resultado de estas auditorías e inspecciones se puede afirmar que el proceso de tratamiento establecido hasta el

Consecuentemente con lo anterior, se añadió en su momento un programa oficial de seguimiento e implantación de acciones correctoras, con una directriz autoimpuesta que pretende conseguir la implantación de las acciones en menos de cuatro meses, a no ser que haya una razón que justifique su implantación en otro momento, como, por ejemplo, durante las recargas. Asimismo, desde hace cerca de un año se ha iniciado la introducción de técnicas de identificación de las causas de raíz y de los factores humanos en el análisis de la experiencia propia, que ha requerido la formación de personal especializado en estos temas.

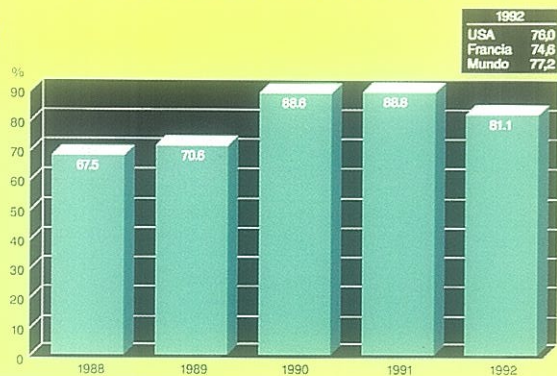
General

Cambios /anuales promedio

- | | |
|--|-----------|
| - Cambios en procedimientos de mantenimiento | 5 |
| - Cambios en procedimientos de operación | 4 |
| - Cambios en otros procedimientos | 2 |
| - Inspecciones y ensayos | 8 |
| - Reparaciones, modifs o sustituciones | 10 |
| - Formación y entrenamiento | 1 |
| - Análisis de diseño | 3 |
| - Modificaciones de diseño | 10 |
| Total | 43 |

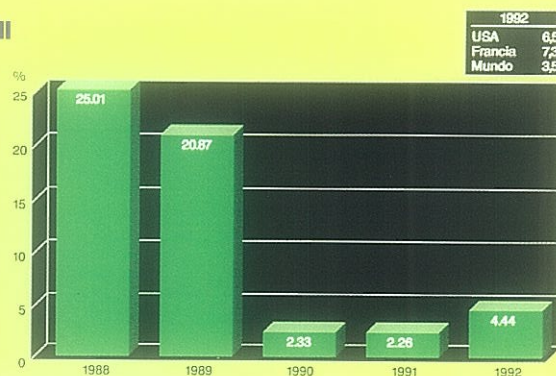
FACTOR DE CAPACIDAD DE LA UNIDAD

F I



PERDIDAS DE CAPACIDAD NO PROGRAMADAS

F II



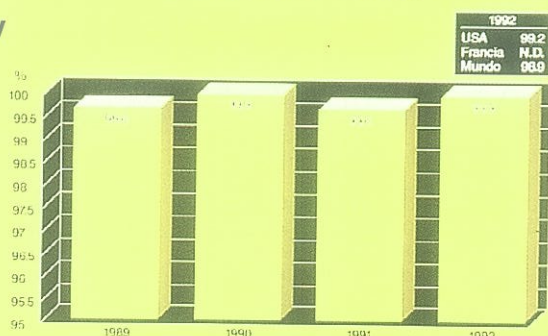
DISPAROS AUTOMATICOS NO PROGRAMADOS 7.000 HORAS CRITICO

F III



RENDIMIENTO TERMICO

F IV



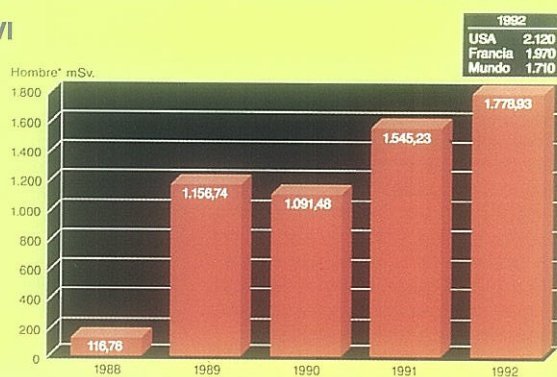
FIABILIDAD DEL COMBUSTIBLE

F V



EXPOSICION COLECTIVA A LA RADIACION

F VI



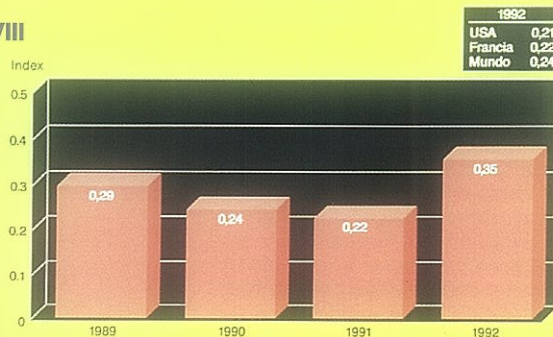
VOLUMEN DE RESIDUOS RADIATIVOS SOLIDOS DE BAJA ACTIVIDAD

F VII



INDICE QUIMICO

F VIII



gestión valiosa, no son por sí mismos suficientes para obtener conclusiones o tomar decisiones, sino que para ello deben de ser contrastados con las demás herramientas de gestión y complementados con el conocimiento del funcionamiento de la propia central y de su organización que posee la propiedad de la instalación.

Los 10 indicadores de funcionamiento definidos son los siguientes:

- Factor de capacidad.
- Pérdidas de capacidad no programadas.
- Disparos automáticos no programados por 7.000 horas de criticidad.
- Funcionamiento de los sistemas de seguridad.
- Rendimiento térmico.
- Fiabilidad del combustible.
- Exposición colectiva a la radiación.
- Volumen de residuos radiactivos sólidos de baja actividad.
- Índice químico.
- Tasa de accidentes laborales con horas perdidas.

Resultados

En los gráficos que acompañan al presente artículo se puede observar la evolución de los indicadores más representativos durante estos cinco primeros años de la explotación de la central, así como comparar los valores de Vandellós II con los valores de los países más representativos, tales como Francia, Estados Unidos o los de la mediana mundial.

Asimismo se puede también comparar como el funcionamiento de Vandellós II durante cada año está situado en relación al funcionamiento de las centrales nucleares de todo el mundo para los indicadores más significativos. Como se puede observar, el resultado de la comparación sitúa a Vandellós II en un lugar avanzado en el concierto mundial de centrales, si bien, teniendo en cuenta de que se trata de una central reciente y con instalaciones modernas, existen todavía campos para la mejora.

Así, por ejemplo, en las áreas de factor de capacidad, disponibilidad de la central y rendimiento térmico, los resultados son excelentes, con índices de capacidad muy por encima del 80% a partir del tercer año, lo que es muy destacable para una central que realiza recargas anuales, habiéndose alcanzado en el cuarto año los más de 25.000 millones de kilovatios/hora. El rendimiento térmico real de Vandellós II, que es de unos 2.386 Kcal/KWh, se sitúa entre los mejores de la industria y es el resultado del diseño optimizado del sistema secundario. Los indicadores de paradas no programadas, que han seguido una evolución de mejora paralela a la experimentada de forma global por la industria, han conseguido ser de cero para el tercer y quinto años.

En el área de la fiabilidad del combustible, pese a una sostenida tendencia de mejora, los valores de integridad se sitúan todavía inferiores a la media de las centrales PWR. Se ha procedido, como acción correctora, a la sustitución pronta y sistemática en recarga de elementos con fallos y a la utilización exclusiva de elementos con rejillas "antidebris" para los nuevos. Esta política dará como resultado que a partir del ciclo VI la práctica totalidad de ele-

mentos combustibles dispondrán de estas rejillas. La positiva evolución de este indicador que se está obteniendo pone de manifiesto la bondad de la acción adoptada.

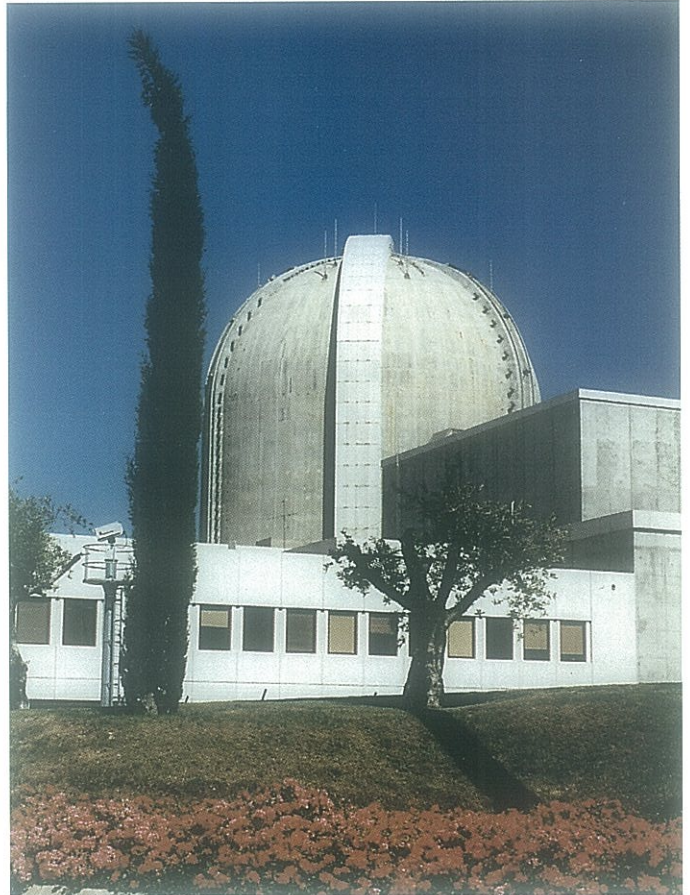
Los valores de los indicadores de exposición colectiva a la radiación y de volumen de residuos sólidos de baja actividad, si bien son inferiores a la mediana de la industria, se han mantenido en un sentido alcista, pero con una clara tendencia a la estabilización. Se han iniciado, en consecuencia, programas para una plena implantación del concepto ALARA y establecido objetivos empresariales de apoyo a la estabilización. Los resultados de esta política se podrán observar en los próximos ejercicios.

En cuanto al índice químico, los valores obtenidos por aplicación de la fórmula del indicador, pese a ser aceptables, no son mejores que la media de la industria. Analizado este punto se ha concluido que la metodología operativa y parámetros químicos (pH) utilizados comportan una presencia normal de CO₂ en el secundario superior a la usual en otras metodologías, con la consiguiente penalización contable por conductividad catiónica, por lo que la representatividad en nuestro caso de la fórmula del indicador es limitada, como lo demuestra el hecho de que sin contar el CO₂, el valor obtenido ya resulta mejor que la media.

El indicador de tasa de accidentes laborales con horas perdidas es muy sensible a una mínima variación del número de ocurrencias y resulta de difícil comparación teniendo en cuenta las implicaciones de la legislación laboral de cada país en cuanto a la facilidad o no de emisión oficial de la situación de baja laboral. En Vandellós II sigue una evolución positiva, aunque ligeramente por encima de la mediana.

CONCLUSION FINAL

Vandellós II no es una central aislada, sino que está inmersa dentro de un programa de aprovechamiento de la experiencia operativa tanto propia, como nacional e internacional, base sustancial de su objetivo de mejora permanente. Además de sus intensas relaciones con las demás centrales nucleares españolas, grupos de trabajo de propietarios y comisiones de UNESA, desde 1981 participa activamente en los programas internacionales del Institute of Nuclear Power Operations (INPO), y desde su fundación, en 1989, en el World Association of Nuclear Operators (WANO),



que son entidades de reconocido prestigio creadas para maximizar la seguridad y fiabilidad de las centrales nucleares, promoviendo intercambios bilaterales y multilaterales para el aprovechamiento de la información y experiencia de operación entre los miembros y la aplicación de buenas prácticas.

La evolución de los indicadores de explotación durante estos cinco primeros años de operación de la central ha sido muy positivo y sitúa a Vandellós II en un lugar avanzado en el concierto mundial de centrales, si bien, teniendo en cuenta de que se trata de una central reciente y con instalaciones modernas, existen todavía campos y potencial para mejorar.

Los técnicos y directivos de Vandellós II participan en numerosos congresos, grupos de trabajo y foros nacionales e internacionales, presentando ponencias y participando en los debates, aportando ideas, fomentando con ello el intercambio de información y experiencia, a la vez que contribuyendo a la seguridad de las instalaciones en todo el mundo, facilitando sus expertos a través de la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA) para participar en evaluaciones y programas de asistencias a centrales de otros países.

Asimismo, Vandellós II ha recibido y está recibiendo numerosas visitas de compañías eléctricas, delegaciones internacionales y profesionales de diversos países, interesados por el funcionamiento de la central y motivados por el hecho de que Vandellós II ha sido propuesta como central de referencia para las ofertas de nuevas centrales a otros países del mundo.