



Antonio MERCHAN TEYSSIERE es Ingeniero del ICAI, especialidad Mecánica. Ingresó en Empresarios Agrupados en 1974 procedente del Sector de Bienes de Equipo. Hasta el año 1983 trabajó en el Proyecto de CN Cofrentes en actividades de Ingeniería de Sistemas, Compra de Equipos, Control de Cambios, Configuración Documental y Licencia. Desde 1983, como Jefe de Proyecto, ha colaborado en actividades relacionadas con la explotación de plantas Térmicas y Nucleares, habiendo realizado también labores de auditoría y análisis de viabilidad para tratamiento de documentación de Plantas en Explotación. En la actualidad, desempeña sus funciones de Jefe de Proyecto en Programas de Extensión de Vida y en el Desarrollo del Sistema de Gestión de Configuración. Colabora con AENOR en el desarrollo de la Norma sobre Gestión de la Configuración para Centrales Nucleares.

GESTION DE LA CONFIGURACION

A. MERCHAN (*)

INTRODUCCION

Se entiende como Gestión de la Configuración un sistema de apoyo para mantener la dinámica de la explotación de las instalaciones dentro de los límites marcados por los organismos reguladores y por su propio diseño. Se trata, pues, de dotar al personal de explotación de las instalaciones con una herramienta adecuada, que los ayude a resolver satisfactoriamente su problemática funcional, generalmente compleja. La aplicación de este sistema tiene sentido, en cuanto que el costo económico de su aplicación quede compensado por la reducción de carga de personal en la instalación, disminución de los períodos improductivos (programados o no) y, consecuentemente, aumento de su rendimiento.

ANTECEDENTES

Los primeros pasos en el diseño y posterior aplicación de un sistema de Gestión de Configuración fueron dados hace ya tiempo por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y seguidamente por la NASA, en respuesta a los problemas suscitados por el incremento, diversificación y complejidad de sus organizaciones, proyectos y materiales.

Para resolver esta problemática se desarrolló un sistema capaz de controlar, mantener y asegurar la integridad y continuidad del diseño, ingeniería y costos de las actividades y los flujos de información entre las organizacio-

nes involucradas.

El sistema está basado en el establecimiento de una situación inicial de partida o "baseline" y en los procesos que aseguren el mantenimiento de esta base a través del tiempo y de la evolución de las situaciones.

La aplicación de un sistema así definido ha demostrado su idoneidad para la resolución de la problemática inherente en organizaciones complejas y en grandes proyectos, en los que están presentes gran número de personas, elementos y documentos con fines y objetivos multirrelacionados.

SITUACION EN LA INDUSTRIA NUCLEAR

La Industria Nuclear no ha sido ajena al desarrollo de estos sistemas de gestión de la configuración, en cuanto que participa de una problemática semejante en las plantas nucleares.

La NRC ha estimado que el sistema es un método adecuado para incrementar la fiabilidad en la gestión de la explotación de las centrales y contando con la experiencia y colaboración de la NASA, ha elaborado el NUREG CR-5147 "Fundamental Attributes of a Practical Configuration Management Program for Nuclear Plant Design Control", que determinan las bases a ser consideradas en el desarrollo y aplicación del Sistema de Gestión de la Configuración para el control del diseño de una Planta Nuclear.

El INPO también ha abordado el problema en los últimos tiempos, con la

(*) El presente artículo ha sido patrocinado por la Comisión Técnica de la Sociedad Nuclear Española

elaboración de Guías que desarrollan el sistema e integrando en él otras Guías anteriores que cubrían aspectos parciales de la configuración.

Por otro lado, la mayoría de las compañías USA propietarias de plantas nucleares, basadas en sus propias experiencias de operación están desarrollando actualmente programas encaminados a mantener la configuración de la planta, mejorando sus operaciones y facilitando su explotación y gestión. Así, por ejemplo, Pacific Gas and Electric Co. ha hecho un considerable esfuerzo de integración de bases de datos en sus dos unidades de Diablo Canyon, ultimado y puesto en funcionamiento en 1986, con un costo de alrededor de \$10 millones. Esta inversión ha sido ampliamente recuperada por la reducción de tiempos inoperativos de las unidades.

En Francia, Framatome ha desarrollado, para las plantas de EDF, diversos sistemas de gestión de la configuración que contemplan algunos de los aspectos considerados en USA e introduce otros nuevos.

Toda esta situación lleva a la conclusión de que el Sistema de Gestión de la Configuración es un método apropiado de ayuda a la explotación de una Planta Nuclear y su implantación parece adecuada para resolver satisfactoriamente su problemática de control y gestión.

DEFINICION DE UN SISTEMA DE GESTION DE CONFIGURACION

El sistema de Gestión de la Configuración de una Planta Nuclear debe cumplir los siguientes objetivos básicos:

- Mantener a lo largo de la vida de la planta la coherencia entre los elementos físicos que la constituyen y la documentación que los soportan.
- Asegurar en todo momento que la planta está física y operativamente dentro de los límites de diseño y de las regulaciones.

El primero de estos dos objetivos básicos implica una identificación previa de los elementos que forman la planta, de los documentos que soportan esta realidad física y de las relaciones existentes entre ellos. Seguidamente se establecerá un control sobre el proceso de modificaciones que, por mejoras de la instalación, experiencias operacionales propias o ajenas, detección de errores cometidos durante las fases de diseño y construcción, etc., se realizan durante la explotación de la Planta.

El segundo de los anteriores objetivos determina un proceso de identificación de las bases de diseño de la Planta, los códigos y normas de aplicación y criterios de diseño, para la vigilancia continuada de su aplicabilidad en la di-

námica de explotación de la instalación, a partir de una verificación inicial de su cumplimiento.

Así pues, los elementos que integran el sistema son, por un lado, la instalación como entidad física y, por otro, los documentos portadores de sus características principales de diseño, construcción y funcionamiento. Dada la complejidad de la planta y su magnitud, la cantidad de elementos del sistema es extremadamente numerosa, lo que obliga a implantarlo en un ordenador, equipado con un software característico que, mediante una adecuada base de datos, permita su explotación.

El tratamiento de los elementos físicos y de los documentos que los soportan mediante una base de datos, dotan al sistema de la posibilidad de cubrir otros objetivos secundarios, aunque no menos importantes, en la explotación de una Planta Nuclear. Estos objetivos son:

- Facilitar la identificación de la documentación aplicable a cualquier proceso desarrollado en la instalación.
- Agilizar la localización de la documentación precisa.
- Controlar los procesos administrativos de gestión relacionados con los elementos del sistema.

Efectivamente, cada elemento que forma parte del sistema es tratado de manera individual, como conjunto de datos o atributos que los identifican y relacionan con otros elementos. El usuario puede acceder a esta información a

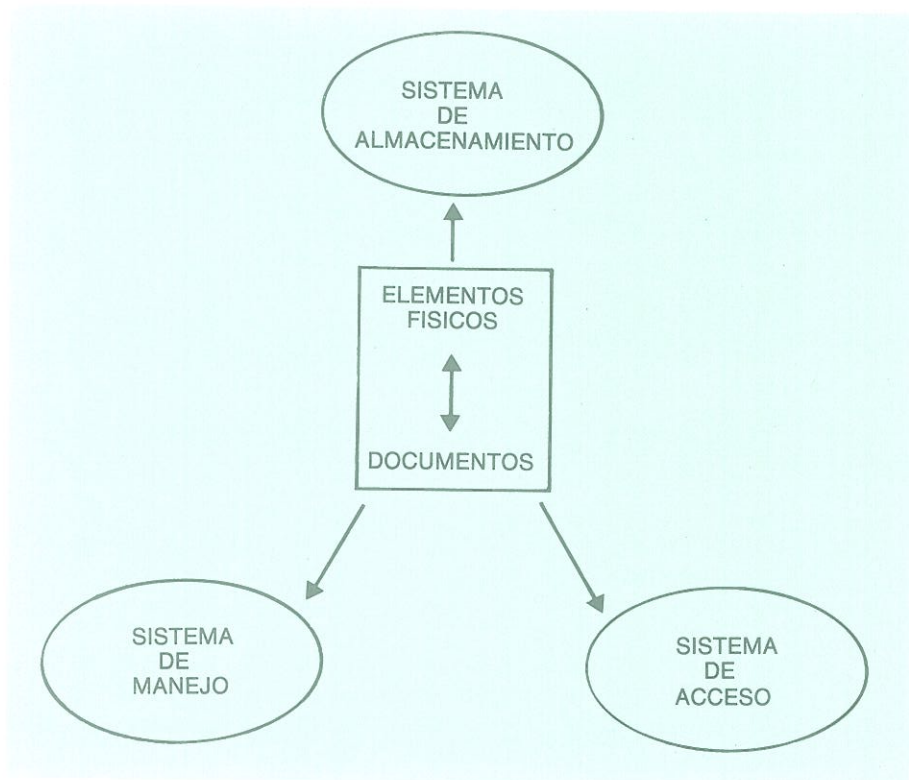
partir de alguno(s) de los atributos definidos, a la vez que puede ordenar, seleccionar y relacionar esta información, sin otra limitación que la impuesta por el software del sistema.

Dentro de este último apartado, un aspecto adicional que conviene sea tratado por un sistema integral de control de la configuración es el relativo al acceso y visualización del contenido de la documentación del sistema. Hasta aquí, los elementos que integran el sistema, y particularmente los documentos, han sido tratados como atributos específicos de identificación propia de las relaciones entre ellos. Esta forma de tratarlos no va más allá de una definición del continente propio del documento, asociado a estos datos específicos, prescindiendo, por tanto, de su contenido. Sin embargo, lo primordial del documento es la información contenida en él, y el éxito en muchos casos de las operaciones en las plantas nucleares radica en la visualización con prontitud de este contenido. Este principio nos permite definir un último y adicional objetivo al Sistema de Gestión de la Configuración:

- Rapidez en el acceso a la visualización del contenido de la documentación.

Así pues, se ha definido un Sistema de Gestión de la configuración formado por los elementos físicos de la instalación y los documentos y compuesto por los siguientes pilares básicos (Fig. 1):

FI Estructura de la configuración



- Sistema de almacenamiento de los datos o atributos de los elementos del sistema.
- Sistema de manejo de dichos datos o atributos.
- Sistema de acceso y visualización a los documentos del sistema.

DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN

El desarrollo de un sistema de gestión de la Configuración que cumpla los objetivos indicados anteriormente tiene los siguientes puntos determinantes (Fig. II):

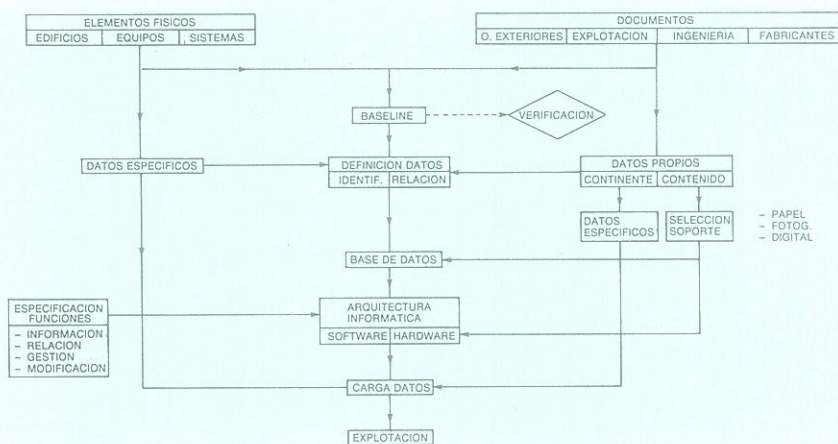
- Creación de la base de referencia (baseline) para la configuración.
- Definición de los atributos de los elementos del Sistema.
- Especificación de la base de datos.
- Especificación de las funciones del sistema.
- Selección de los sistemas soporte de documentación.
- Diseño de la arquitectura informática.
- Carga de datos y explotación del sistema.

BASE DE REFERENCIA PARA LA CONFIGURACIÓN (BASELINE)

Se ha dicho anteriormente que los elementos que integran el sistema son muy numerosos, consecuencia de la propia complejidad de la instalación, por tanto, la creación de la base de referencia del sistema ha de ser precedida de una labor de selección de estos elementos, con objeto de que el sistema sea operativo. La base de referencia estará formada por los elementos físicos de la instalación y por los documentos que los soportan. Los elementos físicos son los que determinan cómo es la planta, es decir, la situación real o *as built* de la instalación en un momento determinado, a partir del cual será controlada por el sistema.

Los documentos que soportan esta realidad física de la instalación son muy numerosos, han sido elaborados durante todas las fases del proyecto para cubrir necesidad específicas, y tienen funciones diferenciadas y distintas procedencias. Por otro lado, no todos ellos tienen aplicación durante la explotación de la instalación. Es por tanto necesario establecer unos criterios de selección basados en los siguientes conceptos principales:

- Función del documento.
- Relación con la seguridad de la instalación.
- Definición de criterios de diseño.
- Pertenencia al proceso productivo y rendimiento de la instalación.



F II Desarrollo del sistema de gestión de la configuración

- Incidencias en el manejo de la instalación y experiencias operacionales. La aplicación de estos criterios de selección identifican los documentos que pasarán a formar parte del Sistema y que, junto con los elementos físicos de la instalación, constituyen la realidad física y documental configurada que ha de ser mantenida.

La Tabla I muestra a modo de ejemplo una relación de documentos típicos que han de ser incluidos en el Sistema. Una vez establecida la base de referencia, necesita ser comprobada y verificada, para lo que es preciso realizar una comprobación visual (*walkdown*) de los elementos físicos y una verificación de la documentación, en cuanto a que proporcione un soporte real y verídico de la realidad física de la planta. La definición de la base de referencia y su posterior verificación determinan la configuración de la Planta, que ha de ser mantenida posteriormente por el Sistema de Gestión de la Configuración.

DEFINICIÓN DE DATOS Y CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Los elementos físicos que forman la Planta son:

- Equipos.
- Sistemas.
- Edificios.

Los equipos son los elementos básicos, en cuanto que los Sistemas son agrupaciones funcionales de equipos y los Edificios agrupaciones físicas de ellos. La definición de atributos específicos de identificación de cada uno de estos tipos de elementos y de los datos que les permitan relacionarse entre ellos, debe ser el objetivo a cumplir.

Los atributos específicos de identificación de cada tipo de elemento físico son los que determinan, entre otras, las

siguientes de sus características:

- Definición: Nombre, Número, Tipo, etc.
- Clasificación: GC, Clase Seguridad, Categoría Sísmica, etc.
- Fabricación: Fabricante, Modelo, etc.
- Diseño: Códigos.

Los atributos relacionales son los que permitirán asociarlos a otros elementos físicos del sistema y han de considerar dos aspectos fundamentales:

- Relación vertical, en cuanto que permitan la asociación de los elementos de la misma entidad orgánica: equipo, sistema, edificio.
- Relación horizontal, en cuanto que permitan la relación con los elementos de otras entidades orgánicas paralelas.

Son ejemplos de atributos típicos, dentro de esta categoría, los relacionados con:

- Interfases.
- Constitución.
- Localización.
- Servidumbres funcionales.

Los documentos, en cuanto a elementos del sistema, participan de una problemática más compleja. Por un lado, el continente del documento como tal ha de ser identificado mediante unos atributos específicos, semejantes a los de identificación de elementos físicos que determinen, entre otras, las siguientes de sus características:

- Definición: Título, Números, GC, etc.
- Contenido: Origen, Especialidad, Tipo, etc.
- Localización: Soporte, Archivo, etc.
- Situación: Revisión, Fecha, Modificaciones, etc.
- Proceso de Revisión: Hitos.
- Utilización: Distribución.

Por otro lado, la selección del tipo soporte del documento y su integración en el sistema proporciona otros datos adicionales, que son lógicamente asociables a los típicos de identificación antes mencionados.

T I RELACION DE DOCUMENTOS TÍPICOS PARA LA GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN

	REGULADORES NUCLEARES	REGULADORES NO NUCLEARES	OTROS	
ORGANISMOS EXTERNOS	- 10 CFR - Códigos - Estándards - Guías reguladoras - Licencia - Permisos	- Reglamentos - Boletines - Requerimientos - Instrucciones	- Experiencias operacionales - Guías de propietarios	
EXPLOTACIÓN	OPERACION - Manual Operación - Instrucciones Operación - Vigilancia - Pruebas - Rondas	MANTENIMIENTO - Procedimientos - Instrucciones - Inspecciones - Gamas - Especificaciones	SEGURIDAD - E. F. S. - E. T. F. - QL - Estudios - Informes	OTROS - Manuales - Organización - Programas
INGENIERIA	GENERAL - Criterios - Disposición - Definición - Codificación - Clasificación - Estudios	ESPECÍFICOS - Diagramas - Trazados - Isométricos - Especificaciones - Listados - Esquemas Control	- Definiciones - Implantación - Localización - Estudios - Cálculos - Hojas de Datos	- Esquemas Cableado - Descripciones - Conexionados
FABRICANTES	DEFINICIÓN - General - Detalles - Descripciones - Listas - Catálogos	FABRICACIÓN - Procedimientos - Protocolos - Resultados - Curvas	INSTALACIÓN Y MANEJO - Instrucciones - Manuales	

Pero donde el tratamiento de datos de documentos ha de ser forzosamente más complejo es en el campo de los relacionales entre ellos.

En efecto, con independencia de su número y diversidad, los documentos son los elementos claves del Sistema de Control de modificaciones, establecido como objetivo básico del sistema. Cualquier modificación de planta, de códigos o normas, etc., se traduce en una identificación de impacto, evaluación, verificación de los criterios de diseño, posibilidades, alternativas, soluciones e implantación, que deben ser realizadas en o con los documentos del Sistema. Esta situación determina la necesidad de establecer una jerarquización de los documentos, atendiendo a los siguientes criterios de clasificación:

- Cualificación del cambio.
- Identificación de documentos básicos.
- Asociación de documentos básicos a la cualificación de la modificación.
- Clasificación de documentos en función de los básicos.

Estos criterios determinan unos atributos relacionales entre los documentos esenciales en el Sistema y que deben ser, por tanto, cuidadosamente identificados, analizados y seleccionados, en cuanto que cubren los objetivos principales de la Gestión de la Configuración.

Por último, es necesario identificar y definir los datos relacionales que permitan asociar biunívocamente los elementos físicos y los documentos; esta asociación no presenta problemas y de hecho ya está conseguida en los Sistemas informáticos actualmente existentes en la mayoría de las plantas.

La base de datos del Sistema estará formada, por tanto, por:

- Elementos físicos.
- Documentos.
- Atributos definidos de identificación y relación.

Cada elemento físico y documento se asocia con sus atributos específicos definidos con anterioridad y adecuadamente codificados para poder ser manejados por los elementos de la arquitectura informática del Sistema.

FUNCIONES DEL SISTEMA

El sistema así definido puede ser dotado de tantas funciones o aplicaciones como se desee, partiendo de los atributos definidos o bien mediante la creación de otros adicionales. En principio, las funciones básicas que deben ser propias del sistema, tal como ha sido definido hasta aquí, son expresión directa de sus propios objetivos:

- Funciones de Relación
 - Modificación
 - Coherencia
 - Filiación
- Funciones de Información
 - Catalogación
 - Consulta
- Funciones de Control y Gestión
 - Creación/Revisión Documentos
 - Distribución información
 - Proceso de modificaciones

El primero de estos tres bloques constituye el núcleo del Sistema y representa la culminación de los dos principales objetivos enunciados en los comienzos. La base de referencia del Sistema es permanentemente analizada, revisada y actualizada mediante estas funciones, asegurando en todo momento la adecuación física y documental de la Planta y su permanencia dentro de los límites de diseño.

El segundo bloque responde a los objetivos secundarios del Sistema y representan un subproducto de los atributos necesarios para alcanzar las funciones iniciales. Con ellos, los operarios de la instalación disponen de herramientas adecuadas para realizar su tarea de forma más sencilla, precisa y ordenada, en cuanto que disponen de medios para identificar y localizar los elementos del Sistema.

El último bloque representa una mejora de los procesos administrativos de tratamiento de información, en cuanto que los determina, organiza y controla su realización. Estas funciones permiten estandarizar procesos administrativos, clasificar los procesos, agilizar su realización y disminuir las posibilidades de error.

SOPORTE DEL DOCUMENTO

El contenido del documento necesita un tratamiento específico dentro del Sistema. Su esencia radica en la posibilidad de ser fácilmente localizado y visualizado como poseedor de la información precisa por el operario de la instalación.

Los sistemas de soporte documental se pueden clasificar en tres grupos diferenciados:

- Papel.
- Fotografía.
- Digital.

El primero de ellos es el de siempre y no necesita aclaración. El segundo consiste en la reproducción fotográfica

del documento, como microficha, película, etc. El tercero es el más moderno y en el que la tecnología actual presenta mayor dinamismo y alternativas, que van desde los sistemas de diseño gráfico hasta las técnicas de dibujo y diseño asistidos por ordenador.

La asignación de cada documento del sistema a un grupo u otro debe hacerse atendiendo a unos criterios que contemplan, entre otros, los siguientes conceptos:

- Frecuencia y diversidad de uso del documento.
- Dinámica del documento.
- Función del documento.
- Volumen de documentación.
- Costos del sistema.

La asignación del tipo de soporte a cada documento proporciona atributos adicionales a ser considerados por la base de datos, a la vez que condiciona la definición de la arquitectura informática del sistema.

ARQUITECTURA INFORMATICA DEL SISTEMA

El sistema precisa estar montado en un ordenador y equipado básicamente con lo siguiente:

- Organización y situación de la documentación.

Un buen estado físico de la documentación, suficientemente actualizada y verificada y adecuadamente organizada con el apoyo de medios informáticos, supondrá una ayuda importante para el establecimiento de la "baseline" del sistema y su verificación, diseño de la base de datos y del software característicos y proceso de identificación y carga de datos. Por otro lado, el documento puede ser introducido directamente en el soporte elegido sin necesidad de sistemas de recuperación que penalizan el coste.

- Potencia informática de la instalación

El sistema puede ser instalado en ordenadores existentes en las plantas. Igualmente, los medios de comunicación del ordenador existentes pueden ser utilizados por el sistema.

CONCLUSIONES

La complejidad alcanzada por la explotación de una Planta Nuclear, las experiencias insatisfactorias sufridas y la cada vez mayor presión de los organismos reguladores, aconsejan la inclusión de un Sistema de Gestión de apoyo al control de la dinámica evolutiva de la planta.

Un sistema de Gestión de la Configuración, como ha sido anteriormente definido, parece perfectamente viable en su realización, de adecuada implementación en la central y cuyo costo queda ampliamente sobrepasado por las ventajas que introduce en los procesos de manejo de la instalación.

La constatación rápida de los requisitos de los organismos reguladores, el mantenimiento de la coherencia entre la Planta y sus requisitos de diseño, la identificación, localización, acceso y actualización de los documentos y la optimización de las actuaciones en la instalación, parecen ventajas suficientes como para considerar su aplicación. Por otro lado, la viabilidad de realizar procesos de verificación en la planta y su documentación con apoyo informático, determinan una ventaja añadida digna de consideración.

La posibilidad de estructurar el sistema en módulos, adaptados a las necesidades y peculiaridades específicas de cada instalación, permiten afrontar su implantación a medio plazo con la consiguiente distribución de costos.



COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE

PROTECCIÓN, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, S. A.

C/ ROSARIO PINO, 18 - 1.º I - Tels. 91/442 07 09 - 442 05 09 - 28020 MADRID (ESPAÑA)

SERVICIO DE APOYO EN CONTROL Y PROTECCION RADIOLOGICA EN INSTALACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS

INSTALACIONES NUCLEARES

- Redacción y Revisión de Procedimientos de Protección Radiológica.
- Programa de Reducción de Dosis.
- Vigilancia y Control Radiológico en Planta.
- Supervisión de Descontaminación.
- Gestión de Residuos.
- Estudios Meteorológicos relacionados con la Protección Radiológica.
- Actualización y Análisis de Planes de Emergencia.
- Seguimiento del Impacto Ambiental.

INSTALACIONES RADIATIVAS

- Gestión de Autorizaciones (Construcción, Puesta en Marcha, Clausura, Licencias de Supervisor y Operador, etc.).
- Vigilancia y Control Radiológico en la Instalación.

FORMACION DE PERSONAL

- Cursos de Capacitación para la obtención de Licencias para Supervisores y Operadores de Instalaciones Radiactivas.
- Cursos de Capacitación para Jefes de Servicio de Centrales Nucleares.
- Formación de Personal Técnico en Protección Radiológica.