

PLANES DE SEGURIDAD FISICA DE CENTRALES NUCLEARES

José MOYA LLEDO

INTRODUCCION

La aparición de la 10CFR73.55 supuso un hito importante en el campo de la seguridad física de centrales nucleares, al quedar establecidos, en forma más o menos clara, los requisitos que debían inspirar el planteamiento y posterior desarrollo de los planes de protección física de las instalaciones nucleares de potencia.

Hasta ese momento, el planteamiento y resolución de los temas de seguridad física, por parte de las empresas eléctricas españolas en sus diferentes emplazamientos nucleares, no podía basarse más que en la experiencia adquirida por cada cual en sus anteriores centros de producción, y en la estricta aplicación del buen sentido común.

Las veladas referencias a la seguridad física contenidas en los documentos legales existentes hasta 1977 (Ley 25/1964, de 29 de abril, y el Decreto 2869/72, de 21 de julio -RINR) eran totalmente insuficientes para plantear en profundidad la aplicación de un Plan de Seguridad Física (en adelante PSF).

La 10CFR73.55 venía a establecer, por el contrario, cual era la «amenaza base de diseño» a considerar en el sabotaje con consecuencias radiológicas y consiguientemente indicaba los requisitos a tener en cuenta en la elaboración de cualquier PSF, al objeto de protegerse contra dicha amenaza.

Lógicamente, este planteamiento tenía como finalidad el desarrollar unos sistemas de seguridad y una organización que estuvieran dispuestos para la fase de explotación. Mientras llegara ese momento, había que dotar a los emplazamientos de otros planes de seguridad (seguridad durante la construcción), ajenos a los objetivos y requisitos de la 10CFR73.55, aunque no por ello de menor interés para las compañías eléctricas.

Con posterioridad a la aparición de la parte 73, de la 10CFR se fue creando y desarrollando un extenso cuerpo de normativa a la seguridad industrial en centrales nucleares americanas, que por su exclusividad y su interés sirvió de referencia a todas aquellas entidades (Administración, ingenierías, empresas eléctricas, consultings especializados, etc.) relacionadas con el tema.

Documentos adicionales de origen no USA vinieron a sumarse al conjunto de R. G's-Nureg's Review Guidelines, An-si's, UL, SANDIA Reports, etc., existentes. Estos documentos son:

- Guía número 7 de la colección de Guías sobre Seguridad Nuclear:

«Criterios sobre la seguridad física de las instalaciones nucleares», GSN-07/78 de la JEN.

- INFCIRC/225/Rev. 1 «Protección física de los materiales nucleares», OIEA-1977.

Ante este estado de cosas, las empresas eléctricas sin mayores contactos iniciales entre sí y casi por propia iniciativa (la JEN antes de la publicación del INFCIRC/225 exigía, para la autorización de puesta en marcha, que existiesen unos sistemas técnicos y unos servicios de vigilancia que proporcionasen un grado de seguridad física adecuado, sin especificar criterios o requisitos complementarios), abordaron la ejecución de los respectivos PSF en sus centrales nucleares, con los resultados que se resumen en el capítulo «Análisis de los Resultados Obtenidos». Obviamente, el diferente estado en que se encontraba cada central hacía variar los planteamientos de cada PSF.

Así, las tres centrales nucleares, comúnmente conocidas como de la primera generación, ya en plena explotación, tenían mayor dificultad en llevar a cabo sus respectivos programas de seguridad que las centrales denominadas de la tercera generación, que podían considerar, desde el inicio del proyecto de la central, las necesidades propias de un PSF en toda su extensión.

Las centrales de la segunda generación, ya en avanzado estado de construcción, se veían obligadas sin dilación a superponer los criterios de seguridad física a los ya existentes en el proyecto y tratar de encontrar soluciones de compromiso entre lo deseable y lo factible.

OBJETIVO DE LOS PLANES DE SEGURIDAD FISICA

Actualmente, el establecimiento e imposición de una normativa para la seguridad física de centrales nucleares forma parte del conjunto de responsabilidades asignadas al CSN.

El objetivo fundamental de dicha normativa es la protección de la salud y la seguridad del público en general.

Queda claro, pues, que el objetivo final del PSF, aplicado a una central nuclear en explotación, ha de ser coincidente con el de la normativa y reglamentación que lo origina y, en consecuencia, se puede afirmar que *dicho objetivo es el prevenir, disuadir o impedir actos deliberados dirigidos a producir daños en la instalación, que pudieran ocasionar daños radiológicos al público en general.*



José MOYA LLEDO es Ingeniero Industrial por la ETSII de Barcelona y Diplomado en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios Nucleares (1973-74). Ingresó en el Departamento de Producción Nuclear de FECSA en 1974 y es responsable de los Temas de Medio Ambiente y Seguridad Física.

El desarrollar un programa de seguridad física que cumpla con la normativa aplicable, puede parecer una condición suficiente así como necesaria. No obstante, otro tipo de consideraciones pueden aconsejar realizar un PSF más o menos extenso.

Estas condiciones incluyen:

a) actitud de las poblaciones vecinas respecto a la central nuclear y grado de controversia; b) condiciones ambientales y geográficas locales, y c) implicaciones sociales, políticas y financieras por la puesta fuera de servicio de la central debido a un sabotaje.

En cualquier caso e independientemente de la extensión del PSF a aplicar, el logro de los objetivos propuestos dependerá en gran parte de la bondad con que se establezcan y apliquen tres factores primordiales:

- Organización de Seguridad.
- Medidas físicas de protección.
- Procedimientos de seguridad.

DESARROLLO DE UN PLAN DE SEGURIDAD FISICA (PSF)

La planificación y el desarrollo de un PSF dependerá del estado en que se encuentre la central, es decir, en proyecto, construcción o explotación.

A los efectos del presente escrito se considerará que la situación es la deseable, es decir, que la central se encuentra en su fase inicial de proyecto.

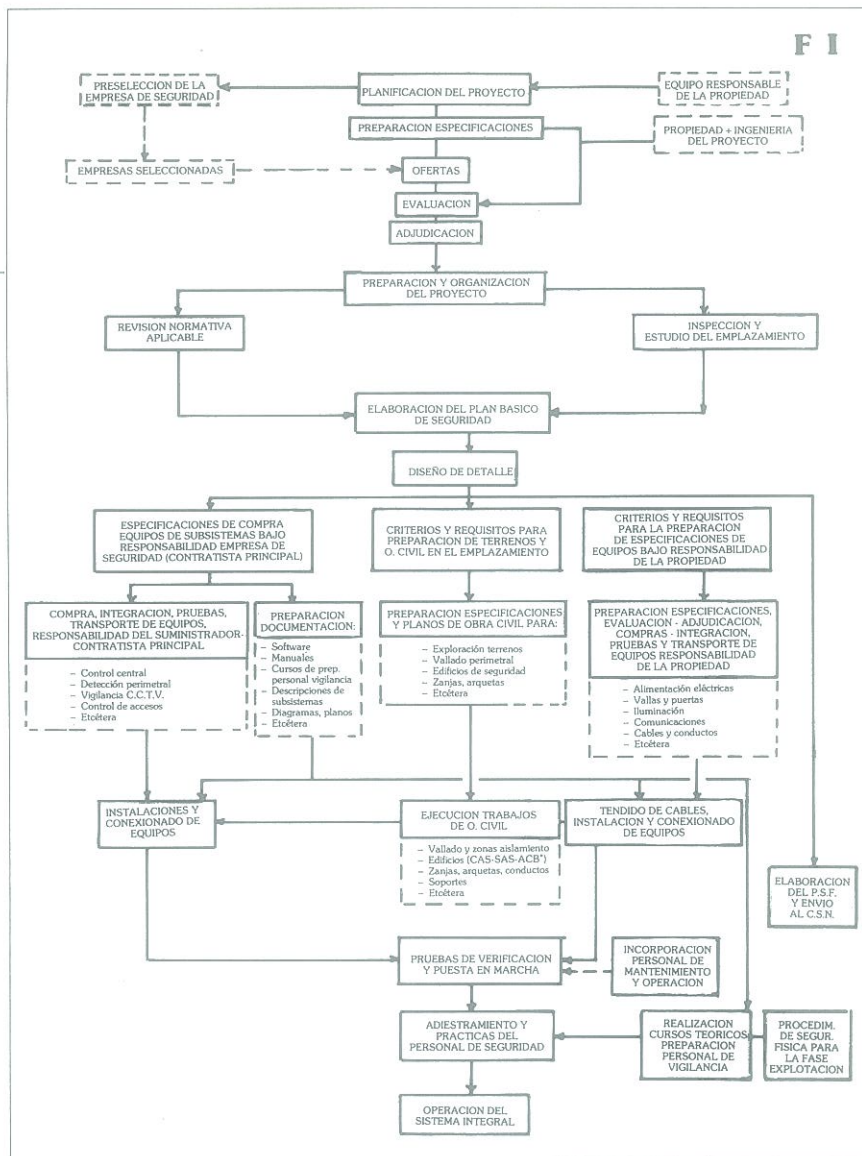
Partiendo de la condición señalada, un PSF de una central nuclear consistirá, en síntesis, en la ejecución progresiva de las siguientes fases:

- Fase estudio.
- Fase diseño y acopio.
- Fase construcción e instalación.
- Fase pruebas.
- Fase operación.

Antes de la OPERACION del sistema se deberá disponer del conjunto de procedimientos de seguridad que guiarán la actuación del personal de Seguridad.

Asimismo es muy probable que, de existir más de una unidad en el emplazamiento, el decalaje propio existente entre ellas obligue a implantar el PSF de modo gradual y progresivo, a medida que las unidades vayan entrando en explotación. Estos períodos transitorios podrán crear situaciones complejas, en las que el equilibrio en la relación seguridad-funcionalidad no será siempre fácil de encontrar.

Esquemáticamente, el desarrollo de un PSF se muestra en la figura uno.



La fase ESTUDIO tendrá como uno de sus fines principales la concepción global de la organización del proyecto integral de seguridad y comprenderá el conjunto de actividades necesarias para poder iniciar con todas las garantías la fase DISEÑO DE DETALLE.

En esta fase ESTUDIO habrá que definir las responsabilidades que se van a asignar a cada una de las organizaciones involucradas en el proyecto:

- Propiedad (proyecto y obra).
- Ingeniería principal.
- Consultings especializados en seguridad, etc.

En este sentido, la primera actividad de la fase ESTUDIO consistirá en la creación de un PLAN BASICO DE SEGURIDAD (elaborado por la Propiedad, Ingeniería o Consulting), que permita asignar las responsabilidades antes mencionadas, y a partir del cual se pueda crear la organización adecuada.

Lógicamente, en el caso de que se decida que sea un consulting especializado en seguridad quien ejecute el PLAN BASICO, la primera actividad de la fase ESTUDIO consistirá en elaborar unas especificaciones técnicas (por la Propie-

dad o la Ingeniería) que permitan la selección y contratación de dicho Consulting.

El PLAN BASICO DE SEGURIDAD deberá contener como mínimo los siguientes elementos:

- Criterios básicos de seguridad.
- Descripción general de subsistemas.
- Referencia de normativa aplicable.
- Programa genérico del plan de seguridad.
- Presupuesto estimado.

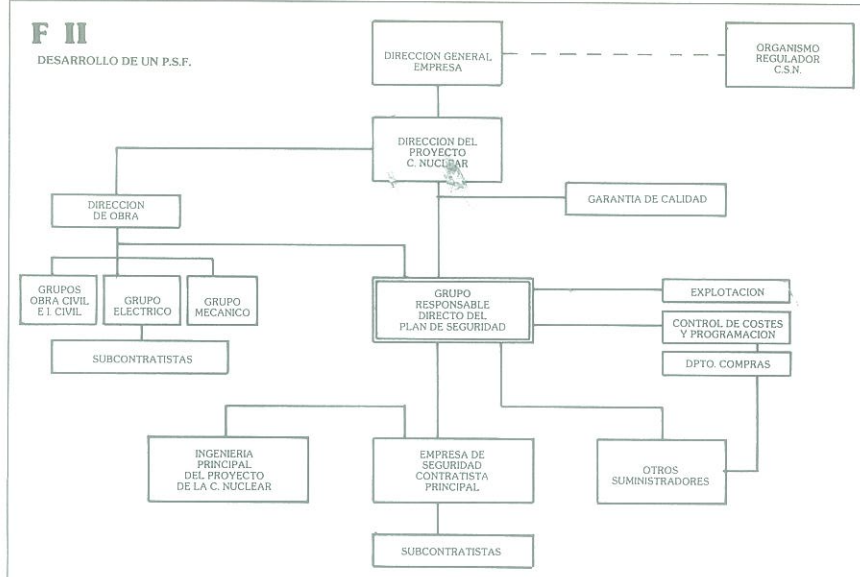
Finalizada la fase ESTUDIO, la Propiedad deberá disponer, a través del PLAN BASICO, de la relación exhaustiva de los subsistemas que van a constituir la totalidad del PSF, así como una visión aproximada del alcance de los trabajos de obra civil relacionados con aquellos.

Una relación *standard* de estos subsistemas es la siguiente:

1. Vallado y zonas de aislamiento.
2. Iluminación.
3. Alimentación eléctrica normal y de emergencia.
4. Comunicaciones.
5. Cables y conductos.
6. Detección perimetral.
7. Vigilancia por CCTV.

F II

DESARROLLO DE UN P.S.F.



8. Control automático de accesos.
9. Control Central.
10. Inspección y filtrado de personal y materiales.
11. Rondas de patrullaje.

A los que actualmente y de forma generalizada se vienen a sumar:

12. Control de llaves.
13. Control de alarmas de incendio.

Así pues, a la vista de estos subsistemas, y con la organización prevista ya decidida, se iniciará el DISEÑO DE DETALLE, para lo cual el primer paso será asignar a cada organización participante en el proyecto las responsabilidades de diseño de aquellos subsistemas que le son propios.

Una distribución de responsabilidades aceptada en la práctica, es asignar a una empresa especializada en seguridad (quien normalmente cubre las áreas de ingeniería, suministro e instalación) el paquete de subsistemas 6, 7, 8, 9, 11, 12 y 13, quedando el resto de subsistemas bajo responsabilidad directa de la propiedad, si bien, la preparación de los requisitos y criterios de diseño, e incluso las especificaciones de compra, de estos últimos pueden ser responsabilidad de dicha empresa.

Ello permitirá responsabilizar a un interlocutor único de la parte más importante del Sistema Integral, como es el control central y los subsistemas directamente relacionados con él, simplificando enormemente las interfases y la coordinación, lo que se traducirá, finalmente, en una mayor agilidad y eficacia en la gestión de dirección del proyecto.

Finalizado el DISEÑO DE DETALLE de los diferentes subsistemas y estudiadas las interfases entre ellos, se estará en disposición de preparar las especificaciones para la compra de los equipos que integran dichos subsistemas.

En el caso de actuar según la división de responsabilidades indicada anteriormente, aparecerán dos organizaciones actuando en paralelo, por un lado, la Propiedad adquiriendo directamente los equipos cuya instalación es responsabilidad suya, y, por el otro, el suministrador principal, haciendo lo propio con los equipos cuya instalación cae bajo su responsabilidad directa.

Asimismo, en este caso, la empresa de seguridad, actuando como suministrador y contratista principal, se responsabilizará de elaborar los criterios y requisitos de seguridad que deban tenerse en cuenta en la preparación de las espe-

cificaciones y planos relativos a la obra civil. Además, preparará también la documentación necesaria, como son: manuales de instalación, software, cursos para la preparación del personal de seguridad, instrucciones a tener en cuenta durante la instalación de los diferentes equipos (incluyendo los de la Propiedad), procedimientos de prueba de equipos, etc.

El resultado final del DISEÑO DE DETALLE, es, en síntesis, la obtención de la documentación siguiente:

- Esquemas de control, cableado y conexionado de los cables.
- Ruteado de los cables.
- Planos de disposición de equipos y conductos.
- Planos de obra civil, puertas y acabados.
- Especificaciones de equipos.

todo ello aplicado al conjunto de equipos que se indican en la tabla comparativa del capítulo de análisis de resultados, y que supone, como dato adicional, la necesidad de unos 400.000 m. de cable, 50.000 m. de conductos y más de 10.000 conexiones.

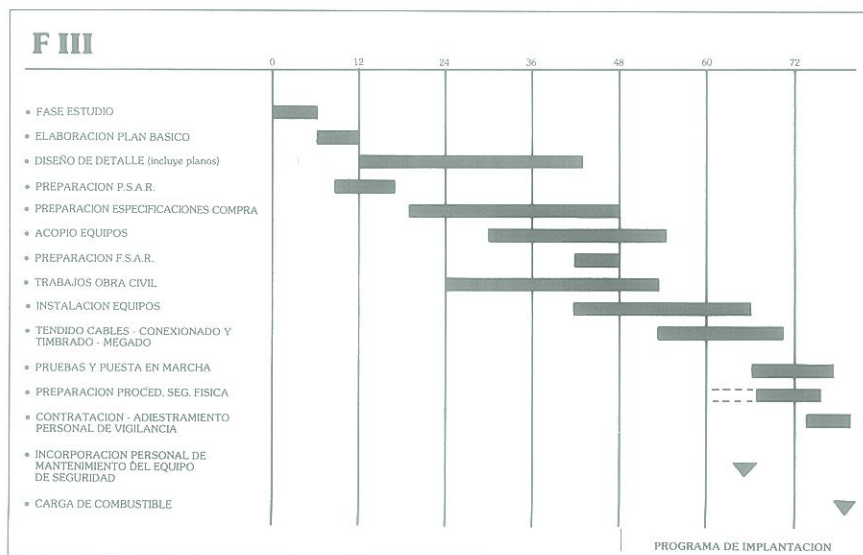
Los trabajos de obra civil y, posteriormente, de INSTALACION Y MONTAJE, deberán de preverse desde el momento inicial de la obra, al objeto de minimizar las interferencias posteriores. Resulta evidente que la necesidad de disponer de un vallado perimetral con su zona de aislamiento, así como de unos edificios de seguridad adecuados (estación central de seguridad, estación secundaria, control de accesos), de un sistema de iluminación que puede requerir del orden de 150 KvA con más de 100 báculos, zanjas conductos, etc., y, sobre todo, el hecho de que deben de existir unas áreas «vitales» con unos criterios rigurosos de control de accesos, requiere una planificación correcta, que permita la mejor economía posible.

Los trabajos de obra civil y en particular la construcción de los edificios CAS Y SAS* deberán de anticiparse convenientemente a las actividades de INSTALACION Y MONTAJE, y ese sentido será muy importante realizar una programación detallada de los trabajos de INSTALACION Y MONTAJE en dichos edificios, dado que por converger en ellos la mayor parte de los cables (comunicación, control y potencia) se presentarán allí los mayores problemas de interfase.

Resultará muy útil para la fase de INSTALACION Y MONTAJE el establecer pre-

(*) CAS: Central Alarm Station; SAS: Secondary Alarm Station.

F III



FAG



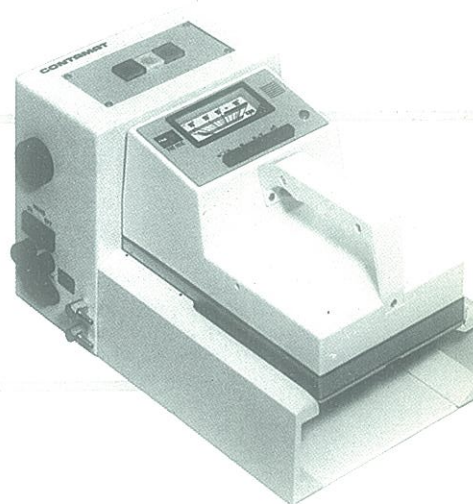
UN PROGRAMA COMPLETO AL SERVICIO DE LA DETECCION Y CONTROL DE LA RADIACION



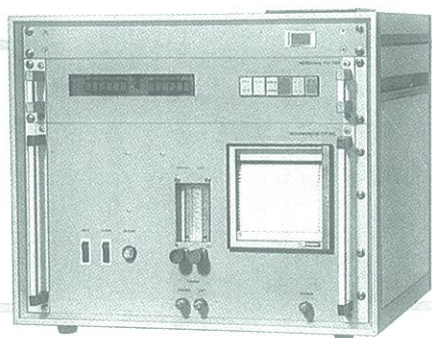
DOSIMETRIA

AUTORAD FHT 3900

MONITORES DE CONTAMINACION



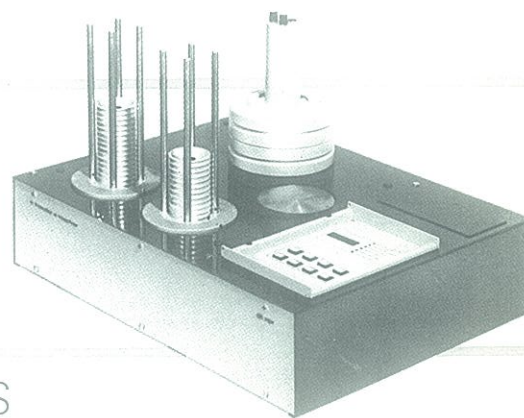
CONTAMAT FHT 111 E/G



DETECCION EN EL AIRE Y EN EL AGUA

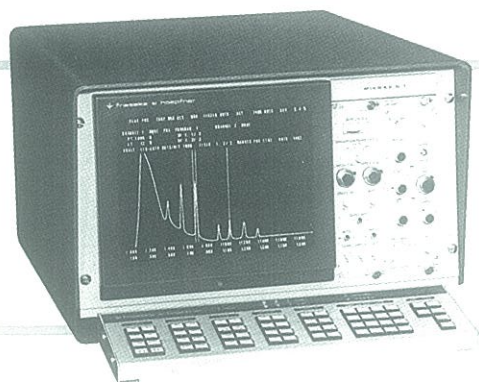
MONITOR DE TRITIO
FHT 63 C

EQUIPOS DE LABORATORIO



DETECTOR FHT 770 M

MULTICANALES



MICRAS N

ELECTRONICA ASOCIADA



MULTICANAL FHT 7000

DETECTORES · PREAMPLIFICADORES · MEDIDORES DE PARTICULAS SOLIDAS EN EL AIRE

UN EQUIPO TECNICO A SU SERVICIO **INDUSTRIAL MAS NIETO, S.A.**

Gran Vía Carlos III, 140 - Tel. 203 27 08 - BARCELONA-34
Quintana, 23 - Tel. 241 93 67 - MADRID-8

viamente las cajas de conexiones frontera, que ayudarán a identificar los límites de las responsabilidades en el conexiónado de los cables de los diferentes subsistemas, permitiendo, además, independizar en el tiempo los trabajos de los diferentes contratistas y dando por consiguiente una mayor flexibilidad a los distintos programas.

Puede resultar también aconsejable en esta fase el disponer de fichas u hojas de conexiónado que indiquen escuetamente el «from-to» para cada cable, en lugar de utilizar los esquemas de control y cableado, que por contener información de mayor detalle, es deseable tengan un uso más restringido. En contrapartida, ello imposibilitará al instalador la aclaración o autoresolución de cualquier duda o dificultad que se le presente en un momento determinado.

Finalmente, las PRUEBAS DE VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA se efectuarán subsistema por subsistema, siendo recomendable iniciarlas por el de alimentación eléctrica (normal y emergencia) y acabando por el subsistema de Control Central.

En las pruebas de verificación y puesta en marcha volverá a repetirse la división de responsabilidades existente en la fase anterior de instalación y montaje, actuando los equipos de p.e.m. de la Propiedad y el Contratista Principal sobre sus respectivos subsistemas. El establecimiento de unos procedimientos de puesta en marcha claros, con una definición precisa de los criterios de aceptación de las pruebas, resultará muy conveniente a todos los efectos.

Durante esta etapa será muy recomendable la participación del equipo de MANTENIMIENTO del sistema de seguridad, pues ello les permitirá alcanzar un conocimiento profundo de los subsistemas y componentes que será de gran utilidad en la etapa posterior de operación, sobre todo en los meses iniciales que generarán una mayor carga de trabajo.

Esquemáticamente se muestra en la figura dos la organización requerida para desarrollar el PSF según las consideraciones anteriores. Como se puede apreciar, el grupo responsable directo de PSF por parte de la Propiedad es sobre el que gravita la mayor parte de las acciones, coordinando con todos los demás grupos y debiendo estar presente en todas las fases del proyecto.

En el momento en que el centro de gravedad de los trabajos de la Ingeniería a la obra, el grupo responsable directo del Proyecto de Seguridad deberá, asimismo, coordinar «in situ» las activida-

Perímetro vallado	La práctica totalidad de los emplazamientos coinciden en los criterios de instalación de sus respectivos vallados. Estos son dobles, convenientemente separados, incluyen a los respectivos edificios de administración y tienen una longitud media de unos 2.500 m.
C.C.T.V.	Es común la utilización de cámaras motorizadas y fijas, secuenciadores, conmutadores, magnetoscopios, monitores, etc. Los sistemas de C.C.T.V. suelen estar conmutados con los de detección perimetral mediante interfase con el computador. La procedencia y calidad de estos componentes es variada. El número medio de cámaras de T.V. es de unas 50.
Detección perimetral	Existe prácticamente una coincidencia total en la utilización de sistemas de microondas y de campo eléctrico, no así en las marcas. El número medio de elementos puede estimarse en una pareja por cada 90 m. de perímetro para los primeros y de una unidad por cada 200 m. en los segundos.
Control Central	Es común la utilización de computadores redundantes para el control global de la seguridad. Los elementos periféricos complementarios son por término medio: tres C.R.T.'s, tres impresoras, un equipo colorgráfico, un panel gráfico de alarmas y diferente número de unidades multiplexoras en función de su capacidad, pudiendo oscilar entre 10 y 40 unidades.
Edificios de seguridad	Es común disponer de los tres edificios básicos de seguridad —C.A.S., S.A.S. y A.C.B.—, así como de un taller de reparación y mantenimiento de uso exclusivo para los equipos de seguridad. Existen, no obstante, diferencias notables en la capacidad de dichos edificios, así como en la ubicación de C.A.S. y S.A.S. Las superficies respectivas varían del siguiente modo: C.A.S.: Entre 700 m ² y 26 m ² . S.A.S.: Entre 18 m ² y 300 m ² . A.C.B.: De 400 m ² como término medio.
Alimentación eléctrica	Es común disponer de una doble fuente de alimentación eléctrica, una normal desde la propia central y otra a través de un grupo electrógeno propio. Además se dispone de una fuente de alimentación eléctrica ininterrumpida (U.P.S.) para sistemas tales como el «CONTROL CENTRAL» y «CONTROL DE ACCESOS». Existe gran variación en la potencia de los diferentes grupos electrógenos, oscilando ésta entre 80 KvA. y 600 KvA.
Iluminación	Es común disponer de iluminación propia de seguridad en el perímetro vallado, áreas vitales exteriores y edificios de seguridad. Los niveles mínimos de iluminación suelen coincidir y se sitúan entorno a los 2 lux., medidos a nivel del suelo. La potencia media de iluminación es de unos 150 KvA.
Control automático de accesos	Es común la utilización de lectoras magnéticas de entrada y salida a áreas vitales, botones pulsadores de salida, cerraduras eléctricas, contactos magnéticos (B.M.S.) y tarjetas de acceso codificadas, todo ello gobernado por computadores mediante el consiguiente software de aplicación. El número medio de áreas vitales se estima en 80, con un total de 115 lectoras de tarjetas magnéticas, aunque existe gran dispersión por las razones anteriormente expuestas.
Equipos de filtrado en el A.C.B.	Es uno de los extremos en donde se da una mayor coincidencia en los criterios aplicados, así como en los equipos instalados. Todos los emplazamientos disponen de detectores de explosivos y metales, fijos y portátiles, siendo también muy común la utilización de máquinas de R-X para la inspección de paquetes, bolsos, etc.
Organización de la seguridad física	Existe gran coincidencia en el planteamiento de la organización de la seguridad física. Este consiste en la existencia de una jefatura con su staff, un equipo de técnicos de mantenimiento exclusivo y un cuerpo de vigilantes. Los primeros son de plantilla y los últimos contratados en todos los emplazamientos. En cambio, no existe uniformidad de criterios en la conveniencia o no de la pertenencia a la plantilla del explotador de las técnicas de mantenimiento, así como en el grado de autosuficiencia en el mantenimiento del sistema integral. El dimensionamiento medio viene a ser 2,5 y 70 personas (dirección, mantenimiento y vigilancia. Las necesidades de vigilancia se verían incrementadas en unos 12 hombres adicionales si se consideran las necesidades de control de accesos en el área «bajo control de explotador».

T II

ESTRUCTURA DE LOS COSTES DE UN P.S.F. PARA UN EMPLAZAMIENTO CON DOS CENTRALES NUCLEARES Y UNA INVERSION TOTAL DE 2.400 · 10⁶ PTAS. DE 1983

Costes fijos	Ingeniería principal del proyecto	Empresa de seguridad + subcontratistas	Subcontratos directos de la propiedad	Total
Ingeniería	2,5 %	0,5 %	—	3,0 %
Instalación + Pruebas + Puesta en marcha	0,2 %	2,0 %	18,5 %	20,7 %
SUBTOTAL SERVICIOS	2,7 %	2,5 %	18,5 %	23,7 %
Control central	—	2,8 %	—	2,8 %
Detección perimetral	—	1,7 %	—	1,7 %
Control accesos	—	1,3 %	—	1,3 %
C.C.T.V.	—	1,7 %	—	1,7 %
Cables y conductos	—	—	17,7 %	17,7 %
Equipos inspección	—	—	0,8 %	0,8 %
Iluminación	—	—	0,9 %	0,9 %
Comunicación	—	—	0,2 %	0,2 %
Alimentación eléctrica	—	—	2,4 %	2,4 %
Varios (taller de mantenimiento, vehículos)	—	—	0,3 %	0,3 %
SUBTOTAL SERVICIOS	—	7,5 %	22,3 %	29,8 %
SUBTOTAL OBRA CIVIL	—	—	46,5 %	46,5 %
TOTAL COSTES FIJOS	2,7 %	10 %	87,3 %	100 % (2.400 · 10 ⁶ pts.)
COSTES VARIABLES				
Vigilancia	1,5 · 10 ⁶ pts/puesto × mes × 16 puestos	—	—	288 · 10 ⁶ pts/año
Mantenimiento	0,5 · 10 ⁶ pts/hombre × mes × 5 hombres	—	—	30 · 10 ⁶ pts/año
Repuestos	—	—	—	6 · 10 ⁶ pts/año
TOTAL COSTES VARIABLES	—	—	—	324 · 10⁶ pts/año

des, al objeto de verificar el cumplimiento de los criterios de seguridad incluidos en la documentación del PSF.

La experiencia ha puesto de manifiesto las ventajas de poder disponer en el emplazamiento, durante la realización de los trabajos de obra civil, instalación y montaje, de técnicos responsables con visión global del proyecto de seguridad, con criterio y sensibilizados por los temas inherentes a la seguridad física.

PROGRAMA DE IMPLANTACION

Como ya se ha dicho anteriormente, la implantación de un PSF en una central nuclear debe de realizarse de acuerdo con las necesidades del programa general del proyecto de dicha central, y, en consecuencia, la planificación de la seguridad debe de abordarse en los momentos iniciales de diseño de la planta.

Sentadas estas bases, resulta evidente que la duración global del proyecto de seguridad física, desde el establecimiento de los criterios de seguridad iniciales en el PLAN BASICO hasta la puesta en servicio del plan, antes de la carga de combustible, puede ser de cinco a seis años.

El programa genérico que se presenta en la figura tres trata de resumir las fases más importantes o típicas de la implantación de un plan de seguridad física *standard* actual.

Lógicamente, algunas de las estimaciones de tiempo indicadas pueden variar notablemente en función de las dificultades reales de cada emplazamiento o proyecto; así, por ejemplo, los trabajos de obra civil pueden simplificarse bastante si se dan los siguientes supuestos:

- Emplazamiento completamente llano.
- Integración de los edificios de seguridad en los edificios principales de la central.
- Cables y conductos, integrados con el resto de cables y conductos de la planta (no necesidad de zanjas y bandejas exclusivas de seguridad física).

Asimismo, el tiempo necesario para la instalación, tendido de cables, conexión, timbrado, etc., puede resultar más o menos largo, en función del número de organizaciones responsables implicadas en dichas tareas. Como ya se ha dicho anteriormente, tanto el esquema del desarrollo del Plan de Seguridad que se expone en la figura dos como el programa anexo, están basados en el caso teórico de que existan dos responsables únicos (la Propiedad asistida de la Ingeniería del proyecto por un lado y un contratista principal con responsabilidades en las áreas de ingeniería, suministro e instalación por el otro) durante las fases de DISEÑO, INSTALACION Y PRUEBAS.

A lo largo del desarrollo de los trabajos del PSF existirán numerosas interfe-

rencias con otras actividades, que podrán suponer una modificación del programa o bien la necesidad de adaptar los trabajos a las necesidades y ritmo del proyecto. Así, por ejemplo, las interferencias más frecuentes y fuente de posibles problemas serán:

- Interferencias del vallado y sistemas de detección perimetral con necesidades de paso (personal, vehículos y otras instalaciones provisionales, etc.)
- Interferencias de las puertas y cerraduras provisionales, con el subsistema de control automático de accesos.
- Interferencias entre el paso de «seguridad de obra» a «seguridad de explotación», que podrá exigir la implantación de una seguridad mixta.
- Interferencias en el control de accesos, al tener que aplicar instalaciones y procedimientos definitivos a unas prolongadas situaciones provisionales con grandes necesidades de paso de personal y vehículos.

Por otro lado, también resultará conveniente que el personal de mantenimiento que se va a encargar del sistema de seguridad (ya sea contratado o bien de plantilla) esté definido e incorporado al proyecto antes del inicio de las pruebas y puesta en marcha de los diferentes subsistemas. Con ello se facilitará enormemente la labor de mantenimiento en los primeros meses de operación, al existir un conocimiento profundo del funcionamiento de los distintos subsistemas y una familiarización total con los equipos.

También se puede afirmar algo equivalente respecto al personal de operación del sistema y de vigilancia, cuya incorporación es deseable se realice durante la etapa de pruebas y puesta en marcha, a fin de adquirir los conocimientos y soltura necesarias que garanticen un servicio eficaz, una vez iniciada la operación del Sistema Integral.

Por último, es, asimismo, conveniente que la persona que va a desempeñar las funciones de Jefe de Seguridad Física y su *staff* se incorporen al proyecto cuanto antes, por las mismas razones ya expuestas anteriormente. En este caso, además, este grupo deberá de preparar con antelación suficiente el conjunto de procedimientos de seguridad física y normas administrativas que posibiliten el funcionamiento interno de los servicios de seguridad.

ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla uno se comenta el alcance medio representativo de un PSF aplicado a un emplazamiento con dos grupos nucleares.

Para un emplazamiento con una sola unidad cabría esperar una disminución en la cantidad de componentes, proporcional a la variación de:

- Longitud del perímetro.
- Superficie del área protegida.
- Número de áreas vitales.
- Necesidades de acceso a la planta (personal y vehículos).

Por el contrario, no debería producirse ninguna variación en el alcance del PSF en el aspecto cualitativo, dado que los sistemas deberían de ser los mismos.

Conviene aclarar que el carácter reservado del tema tratado ha exigido cierta discreción en la exposición de datos concretos, lo que impide poder realizar aquí un análisis detallado de los respectivos alcances en equipos que contemplan los distintos PSF de las centrales nucleares españolas.

No obstante, de la comparación realizada se pueden extraer las conclusiones siguientes:

- Se puede afirmar que en materia de seguridad física, y en términos generales, se «habla el mismo lenguaje» en todos los emplazamientos nucleares españoles, independientemente de la generación a la que pertenezcan las centrales instaladas en cada uno de ellos.

Un análisis comparativo entre los diferentes PSF mostraría que los subsistemas más importantes de los indicados en el punto tercero anterior son de común aplicación en todos los emplazamientos.

- Existe disparidad de criterios en la determinación de las áreas «vitales» (equipos vitales). El CSN debería de establecer unos criterios técnicos que permitieran determinar claramente la clasificación de los distintos equipos en «vitales» o «no vitales», así como su posible agrupamiento en áreas vitales. (A pesar de la afirmación hecha en el punto III.2 de la guía núm. 7 de la JEN, subsiste la duda de si sería aceptable establecer, por ejemplo, una sola área vital dentro de la cual se ubicaran todos los equipos vitales.)

Esto plantea el problema de la compartimentalización de los equipos vitales. De hecho, hay centrales nucleares con bastantes más áreas vitales que otras, pese a ser de características similares.

- No están definidos los criterios a seguir en la aplicación del procedimiento para evaluar la eficacia de las barreras activas y pasivas en una instalación determinada. La aplicación de la técnica de árboles de sucesos, denominada «línea de tiempos», para determinar la probabilidad de éxito de una acción de intrusión a un área vital, debería de ser expuesta con claridad por la Administración.
- La evaluación de los PSF de centrales nucleares debería de clarificarse lo antes posible. En ese sentido, sería muy útil que el explotador pudiera conocer con la debida antelación cuestiones tales como:

- Formato *standard* a utilizar para la elaboración de un PSF.
- Criterios de aceptación en la evaluación de un PSF.
- Necesidad y requisitos de inclusión de la seguridad física en el PSAR y FSAR.
- Formato *standard* para la elaboración de los PLANES DE CONTINGENCIAS.
- Requisitos para la selección y preparación de los guardias de seguridad.

Contrariamente a lo afirmado anteriormente en el comentario del primer punto, aquí el lenguaje ha sido menos común.

Todas estas cuestiones han sido abordadas y resueltas por las distintas empresas explotadoras con criterios muy diversos, por lo que la necesidad de una «normalización» es manifiesta.

- Necesidad de establecimiento de criterios para la determinación de la frecuencia de alarmas (falsas, espúreas, etc.) en los sistemas de detección de intrusión perimetral.

A pesar de que en los distintos emplazamientos se han instalado sistemas idénticos, los resultados del funcionamiento son diversos. El establecimiento de los criterios antes citados ayudarían a fijar un nivel mínimo de calidad o de aceptación de la instalación.

EL COSTE DE LA SEGURIDAD FISICA

Comencemos diciendo que un PSF basado en los requisitos de la 10CFR73.55, para un emplazamiento con dos grupos nucleares, incluyendo los trabajos de obra civil asociados al mismo y considerando todas las actividades necesarias desde la fase inicial de planificación hasta la puesta en operación, puede suponer en la actualidad un coste global de $2.500 \cdot 10^6$ pesetas.

Lógicamente, las posibles variaciones en el alcance del PSF, en cuanto a equipos (cantidad y calidad) y consecuentemente los servicios asociados, así como las dificultades constructivas debidas a la topografía del emplazamiento, pueden modificar sustancialmente dicho coste.

La tabla dos trata de resumir los costes porcentuales atribuibles a las diferentes partes (equipos y servicios) que constituyen la totalidad del presupuesto de un PSF.

Conviene aclarar que la estructura de los costes aquí expuesta se basa en los supuestos indicados anteriormente en el punto tercero, en cuanto a división de responsabilidad entre la Propiedad, Ingeniería principal del proyecto y empresa de seguridad, actuando como contratista principal, y, por ello, cualquier otro

planteamiento que la propiedad pueda establecer en la contratación de equipos y servicios para su PSF específico, podrá invalidar la estructura de costes aquí expuesta.

Hay que puntualizar, además, lo siguiente:

- El concepto de ingeniería no se contabiliza como coste para la propiedad como «subcontrato directo», dado que queda incluido en las dos columnas anteriores; además, no se ha valorado el coste del propio personal técnico de plantilla de la Propiedad asignado al PSF.
- El concepto de INSTALACIONES, PRUEBAS y PEM se entiende sobre los sistemas y componentes asignados a cada organización responsable y que en la tabla se incluyen más abajo, en la misma columna.
- El coste de los equipos de los subsistemas 3, 4 y 5, por ser en su mayor parte de importación, se han calculado con la equivalente 1 \$ USA = 150 pesetas.
- En el coste del subsistema 3, «control central», se ha incluido el coste del «control de patrullas».
- No se han considerado los costes de los subsistemas de «contra-incendios» y «control de llaves».
- La obra civil incluye, además, el suministro de lo siguiente:

- Aire acondicionado de los edificios de seguridad.
- Vallado perimetral, puertas y accesorios.
- Carpintería metálica y sanitarios de los edificios de seguridad.
- Estructuras metálicas y mamparas de separación en áreas vitales.

Asimismo, en cuanto a los costes variables, hay que indicar lo siguiente:

- Se ha supuesto la necesidad de unos 16 puestos de vigilancia para cubrir tanto el interior del área protegida como la zona denominada «bajo control de explotador».
- Se ha supuesto que se requieren entre cuatro y cinco vigilantes para cubrir un puesto de veinticuatro horas.
- Se ha supuesto que los servicios técnicos de mantenimiento son contratados y no de plantilla propia.
- Se ha estimado el coste del material de reposición, por fallo de componentes, en un año de funcionamiento, sin considerar los posibles costes de reparación de los componentes averiados.