

José de FORTUNY
I OÑOS,
Enrique BATALLA
COLOMER,
José M.^a LLABRES
BOFARULL,
Manuel OLIVA
GONZALEZ,
Amadeo ROVIRA
MARTI y
Juan VILA-MASANA
PORTABELLA (*)

ALGUNOS CRITERIOS TECNICOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE CONTROL RADIOLOGICO AMBIENTAL A TIEMPO REAL, EN LOS EMPLAZAMIENTOS NUCLEARES DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CATALUNYA

INTRODUCCION

Entre las funciones encomendadas por el Consejo de Seguridad Nuclear a la Generalitat de Catalunya, según el acuerdo de 15 de junio de 1984 (1), están las del control de los planes de vigilancia radiológicos ambientales en el exterior de las centrales nucleares situadas en Catalunya.

El acuerdo, suscrito en base a la previsión de la disposición adicional tercera de la Ley 15/1980 de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (2), encomienda específicamente a la Comunidad Autónoma de Catalunya la gestión referente a las medidas de los niveles de radiación y el análisis radioquímico de las muestras representativas de los caminos de acceso de los radionúclidos al ser humano.

La Generalitat de Catalunya tiene encomendada al Servei de Coordinació d'Activitats Radiatives la realización de las funciones que figuran en el acuerdo de 15 de junio de 1984 (3), que también contempla el poder, mediante convenio, contratar los servicios de diversos organismos dependientes de la misma institución para la gestión de una parte de las tareas. De esta forma, el Servei Territorial de Promoció de la Salut mediante su delegación de Tarragona es el encargado de efectuar la toma de muestras y preparación de las mismas en una primera fase previa al transporte hacia los laboratorios de análisis. Por otra parte, la Universidad Politécnica de Catalunya a través de su Instituto de Técnicas Energéticas y la Universidad Central de Barcelona a través del Laboratorio de Radiología de la Facultat de Física son las entidades que efectúan las labores de preparación física, química, análisis y medición de las muestras.

Las labores encomendadas, iniciadas en cuanto a la recogida y análisis de muestras, en la primera semana de julio de 1985 se efectúan con estaciones fijas y equipos de muestreo propios de la Generalitat, en lugares idénticos a los de las propias Centrales Nucleares, dentro de sus planes de vigilancia, para disponer de muestras equivalentes.

El número de muestras es, en promedio, de aproximadamente un 10 % del total correspondiente a cada uno de los planes de vigilancia de las Centrales, ya sea operacional o preoperacional, según una programación estructurada por la Generalitat, en base a las recomendaciones de la Guía de Seguridad Nuclear

GSN-09/784 (4) y la regulatory GUIDE 4-8 de la US NRC (5) y aprobada por el Consejo de Seguridad Nuclear. En las tablas I a III se pueden ver los tipos de muestras que se recogen dentro de la programación de 1985, así como el punto de muestreo y el tipo de análisis y conteo a que son sometidas.

La frecuencia de muestreos para cada uno de los planes de vigilancia, no expresada en las tablas, oscila entre una por semana a una por año.

No obstante, con la periodicidad de los sistemas de muestreo no se puede asegurar que en un determinado instante la evacuación de radioelementos pueda sobrepasar los límites máximos establecidos. Esta situación, de producirse debido a un posible accidente o negligencia en una central nuclear, resulta más difícil de controlar.

Para poder llegar a detectar las situaciones mencionadas anteriormente, así como para poder disponer de una información radiológica a tiempo real en caso de una situación de emergencia, la Generalitat de Catalunya ha proyectado el diseño de una red computerizada de detectores, situados en los alrededores de los emplazamientos nucleares, y conectado por medio de una línea telefónica a un ordenador de control situado en Barcelona, de forma que pueda ser posible conocer los registros de actividad y tasa de dosis en unas determinadas vías de acceso de radionúclidos al ser humano en el mismo instante de detectarse.

El montaje de esta red de control en sus dos primeras fases está previsto que se inicie a finales de 1985, contemplándose en la misma la monitorización de la radiación directa y la monitorización de la actividad presente en el agua del río Ebro.

LA RED DE CONTROL A TIEMPO REAL

Dentro de la previsión que se incluye en la primera fase del proyecto de la red de control computerizada a tiempo real está la monitorización de la radiación ambiental en los propios emplazamientos nucleares, mediante dos estaciones fijas con sondas góiger para el control de efluentes gaseosos y aerosoles, los cuales cubren un intervalo de medición por sobre el valor de fondo, desde los 10^{-8} Sv. hasta 1 Sv. Con una segunda fase inmediata a la primera, que contempla la in-

(*) Los autores pertenecen al Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives del Departament d'Indústria i Energia de la Generalitat de Catalunya.

TI

MUESTRAS Y ANALISIS CORRESPONDIENTES AL CONTROL DEL PLAN DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL DE VANDELLOS-I

Muestra	Recogida en	Análisis
PARTICULAS POLVO	EMPLAZAMIENTO	B total, GAMMA
YODO	EMPLAZAMIENTO	I-131
CBTO. BARICO	EMPLAZAMIENTO	C-14
GEL DE SILICE	EMPLAZAMIENTO	H-3
TLD	EMPLAZAMIENTO	TLD
SUELO	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, C-14
AGUA DE LLUVIA	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, H-3
AGUA DE MAR	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, H-3
SEDIMENTO	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, Sr, C-14
POSIDONIA	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, Sr, C-14
GEL DE SILICE	ALMADRABA	H-3
ARENA DE PLAYA	CALA JUSTELL	GAMMA, Sr, C-14
AGUA DE MAR	CALA JUSTELL	GAMMA, H-3
PESCADILLA	AMETLLA DE MAR	GAMMA, Sr
CIGALA	AMETLLA DE MAR	GAMMA, Sr
AGUA POTABLE	HOSPITALET INFANT	GAMMA
CARNE OVEJA	HOSPITALET INFANT	GAMMA
ARROZ	DELTEBRE	GAMMA
GEL DE SILICE	HOSPITALET INFANT	H-3
GEL DE SILICE	SALOU	H-3

hora, durante los intervalos que se pueden prefijar entre dos lecturas, las cuales pueden oscilar desde un tiempo de tres minutos hasta una hora.

En los aspectos referentes a la monitorización del agua del río Ebro hay que considerar el procedimiento de medida continua que se efectúa sobre un flujo permanente de agua y con un análisis continuo de la misma.

Las ventajas del método son las posibilidades de poder disponer de una medida y cuantificación instantánea de la actividad en agua por medio de un laboratorio autónomo contenido en el propio equipo de medida. Por contra, no es posible conocer los radionucleidos concretos que contaminan el agua más que por medio de la medida discontinua, la cual, si fuese posible el considerarla, se basaría en la toma de una muestra de agua representativa del caudal del río, efectuándose posteriormente el análisis de la misma en un laboratorio de conteo.

El procedimiento de medida discontinua tiene como ventaja el hecho de que la medida se efectúe en un laboratorio, bajo unas condiciones de preparación y metodología óptimas y que al mismo tiempo se puede identificar al radioisótopo presente en el agua como contaminante. No obstante, el procedimiento tiene como desventaja el que la medición no permite realmente disponer de los resultados en un intervalo de tiempo pequeño, requiriéndose además de una estructura de servicios, como puede ser los operarios que recogen las muestras, el transporte y el personal de laboratorio, siendo además dificultoso el disponer de un criterio de muestreo discontinuo y que a la vez sea representativo de todo el caudal del río a controlar.

En consecuencia, pues, el procedimiento seleccionado ha sido el de medida en continuo con la posibilidad de disponer de un muestreo discontinuo en paralelo que se activaría en el momento de detectarse en el sistema de monitores una actividad superior a un umbral prefijado.

Cada uno de los equipos de monitorización dispone en su estación de una fuente de alimentación ininterrumpida que le permite una autonomía de veinticuatro horas en el caso de la falta de fluido eléctrico.

El criterio que se ha seguido en la distribución geográfica de las estaciones fijas de monitorización ambiental ha sido para las fases primera y segunda el de elegir los ocho puntos de mayor densidad de población, situados en los alrededores de los dos emplazamientos nucleares para los monitores de radiación directa y un punto situado a una distancia ligeramente superior a la zona de mezcla para el monitor de agua del río, preveándose para fases posteriores el completar los anillos que cubre todas las po-

TII

MUESTRAS Y ANALISIS CORRESPONDIENTES AL CONTROL DEL PLAN DE VIGILANCIA RADIOLOGICA DE ASCO

Muestra	Recogida en	Análisis
PARTICULAS POLVO	LIMITES-1	B total, GAMMA Sr
YODO	LIMITES-1	I-131
AGUA DE LLUVIA	LIMITES-2	GAMMA, Sr
TLD	LIMITES-2	TLD
AGUA DE LLUVIA	LIMITES-3	GAMMA, Sr
TLD	VINEBRE	TLD
AGUA SUBTERRANEA	VINEBRE	GAMMA
AGUA POTABLE	VINEBRE	GAMMA, Sr
PATATAS	VINEBRE	I-131, Sr
TLD	PALMA D'EBRE	TLD
AGUA SUPERFICIAL	TORTOSA	GAMMA, Sr
SEDIMENTO	GARCIA	GAMMA, Sr
AGUA POTABLE	GARCIA	B, GAMMA
AGUA SUPERFICIAL	ASCO	GAMMA, H-3
AGUA POTABLE	ASCO	I-131, B, H-3
CARBONO	VINEBRE	CO-14
CARBONO	LIMITES-1	CO-14
AGUA DE LLUVIA	TORRE DEL ESPAÑOL	GAMMA, Sr
AGUA SUPERFICIAL	BENIFALLET	GAMMA, Sr
AGUA POTABLE	AMPOSTA	I-131, B, GAMMA
CEBADA	VILLALBA DELS ARCS	GAMMA
LECHE	BENISANET	GAMMA, Sr
LECHE	FALSET	GAMMA, Sr
AGUA SUPERFICIAL	RIBAROJA	GAMMA, H-3
AGUA POTABLE	MORA LA NOVA	I-131, GAMMA, B
TLD	FLIX	TLD
CARNE DE CERDO	FLIX	GAMMA
LECHE DE VACA	FLIX	GAMMA Sr
ALMENDRA	FLIX	GAMMA
SUELO	ASCO	GAMMA, Sr
TLD	CORNUDELLA	TLD

corporación de seis estaciones fijas más para detección de la radiación directa, así como la monitorización del agua del río Ebro para el control de los efluentes líquidos.

Los detectores de radiación directa ambiental instalados en las estaciones fijas disponen de dos sondas góiger acopladas para cubrir el intervalo de medición ya mencionado, instalándose ambas

a una altura entre 1,5 y 2 metros del nivel del suelo, las medidas de tasa de dosis se registran en una impresora incluida en el propio equipo, permitiendo la electrónica la posibilidad de almacenar datos en una memoria y transmitirlos al exterior por una puerta electrónica de comunicaciones.

La medida se efectúa de forma continuada, integrándose la dosis para una

T III

MUESTRAS Y ANALISIS CORRESPONDIENTES AL CONTROL DEL PLAN PREOPERACIONAL DE VIGILANCIA RADIOLOGICA DE VANDELLOS-II

Muestra	Recogida en	Análisis
PARTICULAS POLVO	ALMADRABA	B total, GAMMA
ARENA PLAYA	ALMADRABA	GAMMA
AGUA DE LLUVIA	ALMADRABA	GAMMA, Sr
SEDIMENTO	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, Sr
POSIDONIA	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, Sr
AGUA DE MAR	EMPLAZAMIENTO	GAMMA, H-3
LECHE DE VACA	VILASECA	GAMMA, Sr, C-14
ALMENDRAS	VANDELLOS	GAMMA, C-14
MIEL	VANDELLOS	GAMMA, C-14
LECHE DE CABRA	MASBOQUERA	C-14-131
CARNE DE CERDO	MASBOQUERA	GAMMA, C-14
CARNE DE OVEJA	MONTBRIO	C-14
ALMENDRAS	MONTROIG	C-14
LENGUADO Y SARDINA	AMETLLA DE MAR	GAMMA
PULPO Y CIGALA	AMETLLA DE MAR	GAMMA
MIEL	AMETLLA DE MAR	C-14
AGUA DE MAR	SALOU	H-3
TLD	SALOU	TLD (B), TLD (C)
TLD	ALMADRABA	TLD (B), TLD (C)

sibles direcciones de los vientos, así como la monitorización del agua del mar en las proximidades de las centrales nucleares de Vandellós.

LOS MEDIOS TECNICOS DE CONTROL

El sistema de control radiológico en tiempo real está compuesto básicamente por un ordenador especial situado en una de las estaciones de cada emplazamiento denominada BASE, que centraliza los registros de la red de monitores y que acceden al mismo por medio de líneas permanentes de transmisión de datos de tipo telegráfico de alquiler a la

CTNE. El protocolo de comunicación entre el detector y el ordenador es tipo serie RS-232 a una velocidad de transmisión de 50 baudios, efectuándose la entrada/salida de datos por medio de esta interfase que dispone de unas señales de comunicación que se exponen en la tabla IV.

El ordenador, mediante su reloj interno, efectúa una consulta a todos los detectores en un mismo instante de tiempo y, sucesivamente, ésta se repite a intervalos prefijados por la programación. El ordenador de la estación base identifica la procedencia de cada una de las lecturas y las almacena en su memoria, considerándolo como un bloque unitario de da-

tos preparado para ser transmitido por una línea de las mismas características y equivalente protocolo de comunicación al ordenador de control situado en Barcelona.

Los bloques de datos están disponibles en cada uno de los ordenadores de las estaciones base de manera simultánea, siendo transmitidos por las dos líneas permanentes a requerimiento del ordenador de control en Barcelona, el cual, por programación, simultanea la lectura de los dos emplazamientos.

El ordenador de control dispone, pues, de dos entradas diferenciadas con su adaptador de protocolo serie RS-232 a transmisión por línea de dos hilos. El intervalo mínimo de lectura por parte de un detector es de tres minutos, siendo las características de la información registrada las que especifica la tabla V; por tanto, cada consulta del ordenador de control a las estaciones base obtiene una lectura de cuatro registros centralizados en el mismo, en el emplazamiento de Vandellós, y cinco en el emplazamiento de Ascó.

Los datos, una vez recibidos por el ordenador de control, son tratados por el programa, que efectúa los procesos siguientes:

- Lectura simultánea de dos accesos de líneas de comunicación, con una velocidad de 50 bd.
- Cada secuencia de datos se imprime en un formato de pantalla.
- Tras la recepción, los datos se archivan en un fichero en disco, siendo posible su posterior consulta: a un solo dato, un grupo de datos o todos los datos, por los periféricos de pantalla o impresora.
- Durante una consulta de datos anteriores ya grabados en disco, el ordenador sigue efectuando su labor de recepción de datos, almacenando a los mismos en matrices temporales en la memoria RAM del sistema, actualizándose el disco cuando finaliza la consulta.
- Los errores de transmisión por ruido aleatorio en la línea, así como posibles recepciones anómalas de información, se filtran por medio de un control de paridad de cada uno de los bytes recibidos. En caso de que la transmisión se interrumpa, el equipo de detección y el ordenador base son capaces de almacenar hasta doce lecturas por estación acumuladas en el tiempo, por lo que cuando desaparece la anomalía de la línea se recuperan los datos no recibidos.
- Los bytes de error indican, mediante un mensaje equivalente, el problema que ha tenido lugar en el equipo durante su registro de datos, dando una

T IV

N.º de línea	Función
1	TIERRA
7	Retorno común o tierra de señalización
2	Transmisión de datos
3	Recepción de datos
4	Solicitud de transmisión
5	Disposición de transmisión
6	Grupo de datos preparado
8	Detección de señales en tránsito
20	Terminal de datos preparado

Conexiónado del Conector Cannon entre los sensores y el AIT-200M

T V

N.º orden	Información	Tipo	Bytes
1	Identificador del detector	Alfanumérico	2
2	Estado local o remoto de control	Númérico	1
3	Identificador de fichero	Alfanumérico	2
4	Fecha	Númérico	2
5	Hora	Númérico	2
6	Id. sistemas de muestras	Alfanumérico	2
7	Estado del sistema	Númérico	1
8	Código de errores	Númérico	1
9	Número de datos transmitidos	Númérico	2
10	Hora y minuto de registro del dato	Númérico	2
11	Número > 0 desde 10 ⁻⁶ a 99 precisión 3 dígitos	Númérico	2

señal de alerta sonora en el ordenador de control, al mismo tiempo que se registra en el dato afectado, tanto en el formato de pantalla como en el impresora; posteriormente existe la posibilidad de consultar por pantalla y por impresora todos los datos que tengan asociados un código de error, los cuales se listarán con el comentario que corresponde al mismo.

- Cuando una lectura supera un umbral de radiación prefijado, el ordenador da una señal acústica de alerta, al mismo tiempo que todas las lecturas que se registran en pantalla e impresora se imprimirán en una notación diferenciada de las lecturas efectuadas bajo condiciones normales.
- Los registros determinan ficheros por períodos mensuales, que se cierran normalmente por medio de opciones del programa, quedando definida la información de un mes en un disco flexible que sucesivamente generará la historia radiológica ambiental del emplazamiento.

CONCLUSION

La técnica y método expuestos permiten tener un conocimiento inmediato de posibles anomalías radiológicas que tengan lugar en los alrededores de los emplazamientos nucleares.

En estas dos primeras fases de instala-

ciones el control se efectúa concretamente en los emplazamientos y lugares de mayor densidad de población; no obstante, en sucesivas fases de ampliación está prevista la cobertura de todas las posibles direcciones del viento, así como la recepción simultánea y en tiempo real de datos meteorológicos de cada emplazamiento con el fin de poder generar en todo momento, mediante códigos de cálculo, los mapas de isodosis que ayudarían a tomar decisiones más rápidas, en cuanto a medidas de protección radiológica, en posibles casos de accidente que den lugar a una situación de emergencia en la zona.

El proyecto no descarta la posibilidad de disponer de una estación de monitoreo móvil para cubrir las zonas que no dispongan aún de estación fija o bien que, en el caso de disponerla, el paso del penacho radiactivo sea por una zona muy concreta entre dos estaciones.

Asimismo, en una fase posterior está prevista la incorporación de un nuevo detector de actividad en agua, que se implantaría en el emplazamiento marino de Vandellós.

Por último, cabe remarcar el hecho de que el control de actividad en agua de río aplicado para el caso del control de los residuos líquidos que evacúa una central nuclear, es aplicable al control de otros problemas de índole parecida. Realmente, no son sólo las centrales nucleares las

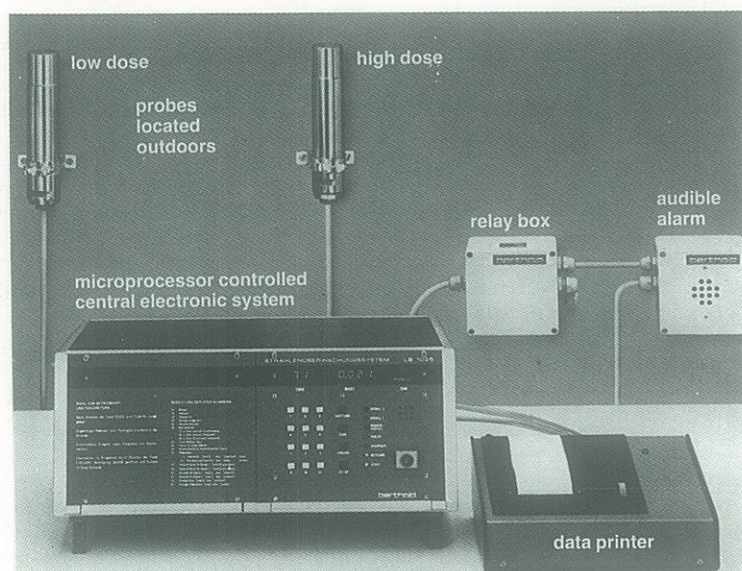
que avacúan de manera controlada residuos líquidos radiactivos al medio acuático; ciertas instalaciones médicas, laboratorios de análisis y centros de investigación situados generalmente en ciudades, manipulan isótopos radioactivos del tipo no encapsulado y, por tanto, pueden generar residuos líquidos que se evacúan a la red de alcantarillado urbano bajo la responsabilidad del explotador, pero sin ningún tipo de control posterior por parte de la Administración. El sistema de control radiológico a tiempo real es, pues, aplicable también a estos medios, lo que permitiría disponer de un mayor nivel general de seguridad nuclear y protección radiológica.

REFERENCIAS

- (1) Orden de 15 de junio de 1984 que publica el Acuerdo suscrito entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Generalitat de Catalunya, DOGC n.º 449, de 4 de julio de 1984.
- (2) Ley 13/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, BOE n.º 100, de 22 de abril de 1980, p. 8650.
- (3) Orden de 27 de diciembre de 1984 sobre estructuración del Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives, DOGC n.º 505, de 18 de enero de 1985.
- (4) Programa de vigilancia radiológica ambiental para centrales nucleares de potencia. «Colección de guías sobre seguridad nuclear» n.º 9. GSN-09/78 Ministerio de Industria, Junta de Energía Nuclear. Madrid, noviembre 1978.
- (5) *Regulatory Guide*, 4-8. «Environmental Technical Specifications For Nuclear Power Plant», USNRC.

berthold

SUMINISTROS PARA LA RADIOQUIMICA Y RADIOPROTECCION



Monitores de radiactividad ambiental

- Monitores de contaminación alfa-beta-gamma
- Monitores de pies y manos
- Monitores de neutrones y neutrones-gamma
- Monitores de pórtico
- Monitores de área
- Detectores de G.M., Xenón y flujo
- Contadores de bajo fondo alfa-beta
- Monitores de cuerpo entero
- Espectrometría gamma automática
- Control de radiación ambiental por vía telefónica.

H. CORNIC - BERTHOLD

Plaza de Almuñecar, 7.

Tel. 241 56 02 / 241 94 / 84. Madrid 8