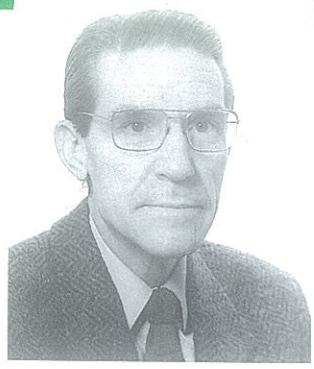
# LAS REDES DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL EN TIEMPO REAL DE CATALUNYA

J. FORTUNY – E. BATALLA – I. MASALLES



Josep de FORTUNY I OÑOS, Dr. Ingeniero Industrial, es Jefe del Servicio de Coordinación de Actividades Radiactivas del Departamento de Industria y Energia de la Generalitat de Catalunya.

Enric BATALLA I COLOMER, Ingeniero Industrial, es Jefe de Sección de Vigilancia Radiológica Ambiental del Servicio de Coordinación de Actividades Radiactivas de la Generalitat de Catalunya.

Isidre MASALLES I ROMAN, Ingeniero Industrial, es Técnico Superior de la Sección de Vigilancia Radiológica Ambiental del Servicio de Coordinación de Actividades Radiactivas de la Generalitat de Catalunya.

## INTRODUCCION

La Generalitat de Catalunya firmó en 1984, en base a la previsión que establece la Ley 15/81, un acuerdo con el Consejo de Seguridad Nuclear por el cual se encomendaba a la Comunidad Autónoma Catalana, entre otras, las funciones de vigilancia radiológica ambiental en el exterior de las instalaciones nucleares ubicadas en Catalunya. Este acuerdo, revisado el 14 de mayo de 1987, amplía estas funciones a la realización o participación en otros posibles programas específicos de vigilancia radiológica ambiental. La puesta en práctica inicial del acuerdo en esta función se inició en julio de 1985 y comprende las labores de recolección y análisis de muestras representativas de las posibles vías de acceso de elementos radiactivos al ser humano, en base a una planificación anual propuesta por la Generalitat y aprobada por el Consejo de Seguridad Nuclear.

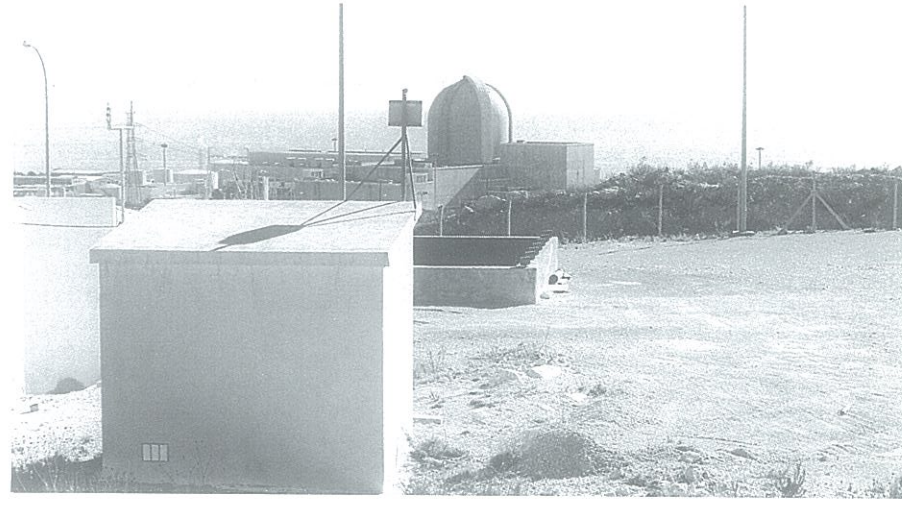
El conocimiento de los resultados de los análisis antedichos, además de representar un control de calidad de los obligatorios planes de vigilancia propios de las centrales nucleares, permite estar informado de los niveles de actividad en las muestras y sobre posibles desviaciones de éstos por encima de los valores de fondo.

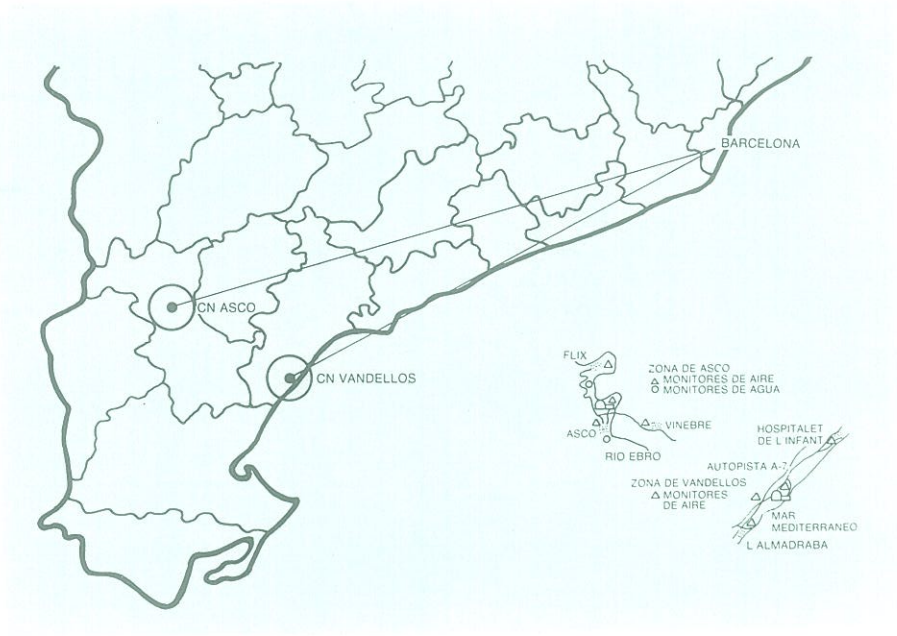
No obstante, se estimó conveniente complementar esta información mediante un sistema de control continuo que pueda garantizar, en todo momento, tener conocimiento sobre cualquier emisión no controlada, al medio exterior, de sustancias radiactivas que puedan tener origen en las instalaciones nucleares existentes en Catalunya.

Por otra parte, el accidente de la central nuclear soviética de Chernobil, demostró que cualquier país, disponga o no de centrales nucleares, puede verse afectado en mayor o menor medida por un accidente con emisión incontrolada de productos radiactivos que haya tenido lugar más allá de sus fronteras.

Con el fin de hacer frente a situaciones como las antedichas, la Generalitat de Catalunya, a través del Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives, ha proyectado e instalado dos redes diferenciadas de monitores ambientales con las que se pretende tener un conocimiento permanente de la situación de los valores del fondo radiactivo en el

*Estación de monitores instalada en Vandellós II*






**F I** *Situación y distribución geográfica*

entorno de las centrales nucleares o en cualquier otra zona geográfica de Catalunya que permita, en consecuencia, alcanzar mayores niveles de seguridad nuclear y protección radiológica.

## LA RED DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL EN EL ENTORNO DE LAS CENTRALES NUCLEARES DE VANDELLOS Y DE ASCO

La red de vigilancia radiológica ambiental, instalada por la Generalitat de Catalunya en el entorno de las centrales nucleares de Vandellós y de Ascó, tiene por objeto el poder disponer de forma continua los datos radiológicos que se registran en el exterior próximo a los emplazamientos nucleares situados en la provincia de Tarragona.

Los registros de las mediciones de los monitores son enviados mediante un sistema de comunicaciones en tiempo real a la sede del Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives de la Generalitat de Catalunya situada en Barcelona.

Esta red está constituida por cuatro estaciones de medida de la radiación gamma ambiental situadas en el entorno de las centrales nucleares de Vandellós, concretamente en l'Hospitalet de l'Infant; Urbanización de l'Almadraba, límite exterior del emplazamiento de la central Vandellós II y límite exterior del emplazamiento de la central Vandellós I. Por lo que respecta a las centrales nucleares de Ascó, existen cuatro estaciones de medida de la radiación gamma ambiental situadas en Vinebre, Flix, Ascó y emplazamiento de las centrales nucleares. Asimismo, se han dispuesto dos estaciones para la medida de la actividad gamma en agua en el río Ebro antes y después de su paso por la central nuclear de Ascó.

La situación de cada una de las estaciones se especifica en la figura I, habiéndose seguido para su ubicación el criterio de elegir los propios emplazamientos de las centrales nucleares, las poblaciones más próximas a los mismos con mayor índice demográfico y otros puntos geográficos que complementen a los anteriores, rodeando cada emplazamiento.

Bajo tal disposición, una fuga radiactiva podría ser detectada para cualquier dirección del viento, aunque ésta no coincidiese exactamente con la situación de los monitores, puesto que en tal caso la medida se efectúa por modelación matemática en la central de recepción de datos en Barcelona, a partir de los datos disponibles y que corresponderían a registros desplazados del eje central del penacho, calculándose de igual manera las estimaciones de dosis en puntos geográficos más alejados.

Los monitores ambientales instalados en cada estación disponen de dos sondas Geiger acopladas que suministran la información radiológica expresada en tasa de dosis entre un intervalo de $10^{-8}$ y $10^{-1}$ Sievert/h, siendo el intervalo temporal mínimo de medición de dos minutos.

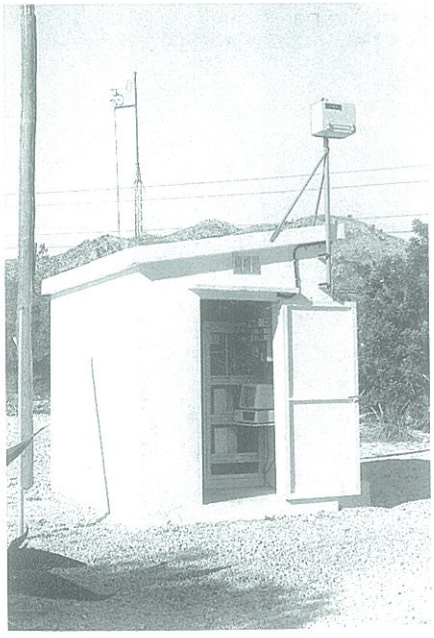
Los monitores de agua están compuestos por un cristal de yoduro de sodio de dos pulgadas, dispuesto en un contenedor de flujo continuo cuyo volumen es de 25 litros, estando blindado el conjunto por un espesor de 5 cm de plomo. Las actividades mínimas detectables son de 0.38 Bq/l para el contaje de gamma global en flujo continuo de agua, fijado a un caudal de 600 l/h referido a un patrón de Cesio-137 y para una duración del contaje de treinta minutos. Estos monitores, cuyos registros se expresan en concentración de actividad, disponen de dos espectrómetros regulables que normalmente se fijan uno entre 100 keV y 2 Mev para gamma global y el otro se fija entre 300 y 410 keV para identificación de yodo-131.

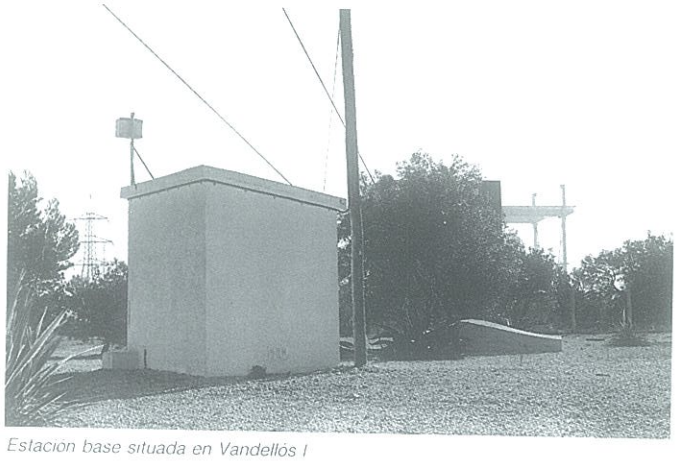
La electrónica asociada a los monitores es de tipo integrado y controlada por microprocesador, el cual es el encargado de programar el proceso e intervalos de medición, así como permitir el tránsito de información de forma bidireccional hacia el exterior por medio de una puerta de comunicaciones asíncronas.

El diseño del conjunto es modular, pudiéndose diferenciar totalmente la fuente de alimentación, teclado y pantalla de programación *in situ*, circuito de unidad central de proceso, circuito de comunicaciones e impresora local.

La ubicación física de cada monitor en su correspondiente emplazamiento se ha efectuado por medio de recintos expresamente construidos o habilitados para tal fin. Todos los recintos disponen de medios de aislamiento térmico adecuado, no superándose en verano condiciones de temperatura superiores a 25°C, disponiéndose además de medios para condiciones climáticas más extremas, como calefacción y aire acondicionado respectivamente.

*Vista exterior del recinto de la estación de monitores de Vandellós I*





Estación base situada en Vandellós I

Estación base situada en Ascó

En cada recinto se ha instalado una fuente de alimentación ininterrumpida de una potencia de 0.250 kVA, que garantiza una autonomía eléctrica del orden de veinticuatro horas, estando prevista para una posible ampliación del número de baterías en caso de instalarse otros equipos de detección complementarios.

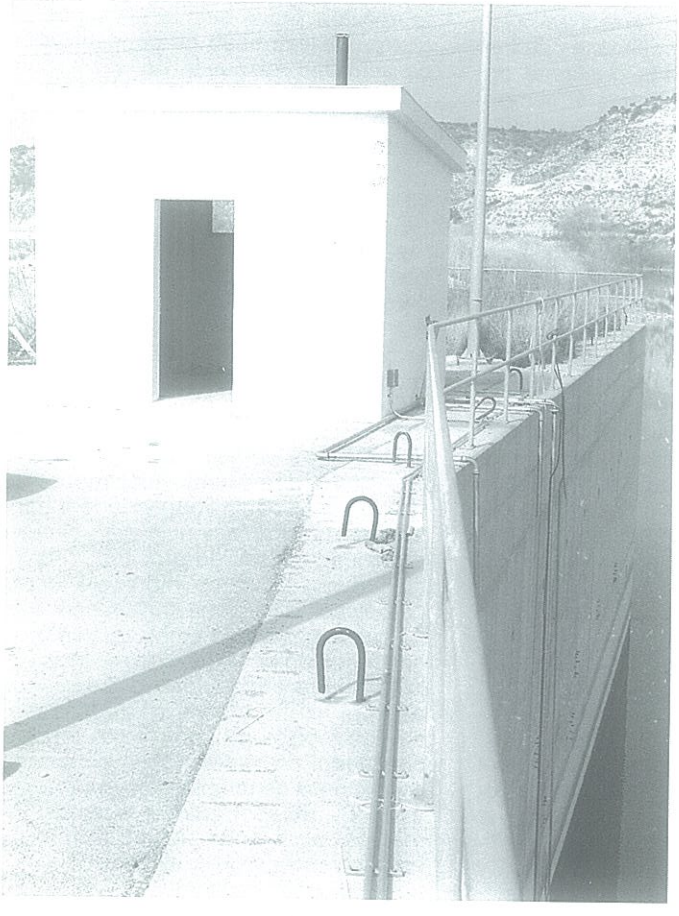
En las estaciones de bombeo de agua del río Ebro se han colocado protecciones anticavitación para asegurar la integridad del mecanismo frente a cualquier problema en el punto de aspiración, como puede ser la colmatación del filtro debido a una posible cantidad anómala de elementos en suspensión en el agua. Asimismo, se ha dispuesto un grupo electrógeno para alimentación eléctrica de la bomba de agua en caso de fallo de la red; este equipo dispone de un automatismo que lo activa cuando se produce el fallo de la red y lo para al recuperarse éste.

Todos los equipos, frente a cualquier anomalía técnica, envían una señal de avería al ordenador de control situado en Barcelona, pudiéndose proceder de inmediato a su reparación.

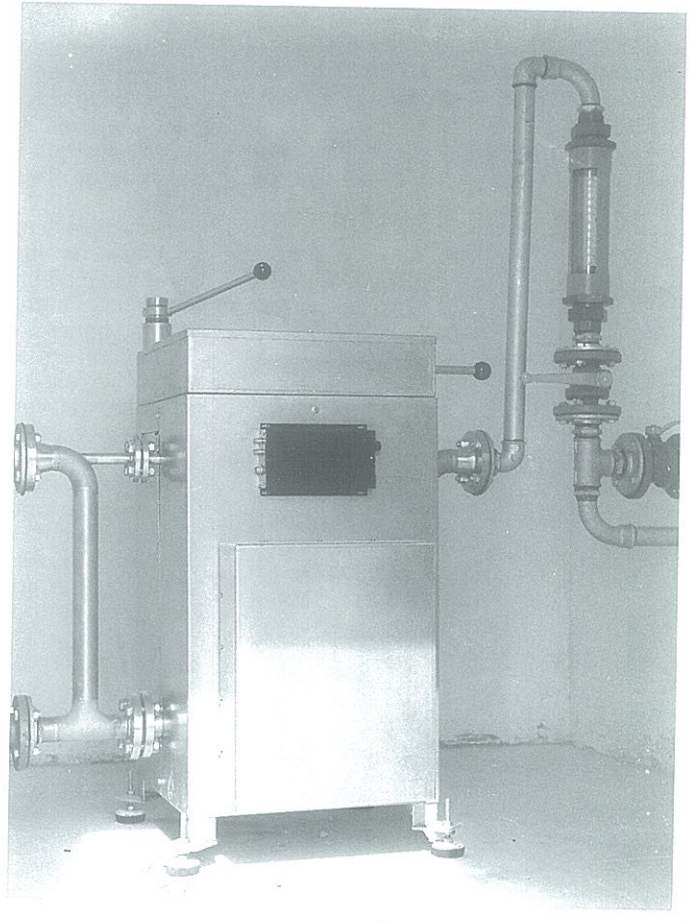
## LA RED DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL DE CATALUNYA

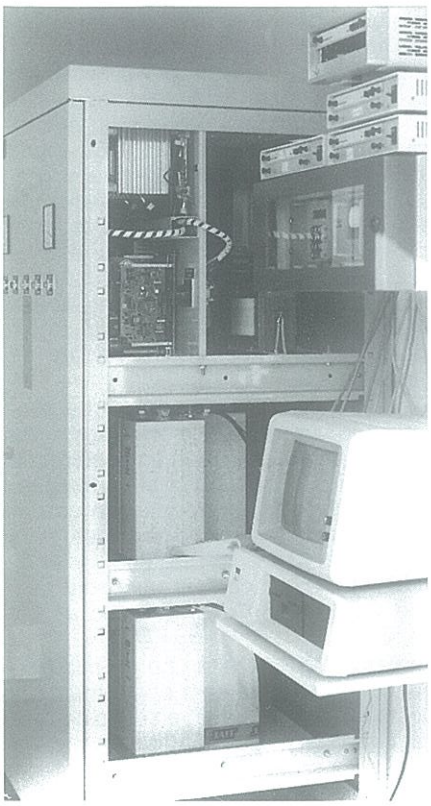
Tal y como se ha mencionado anteriormente, el accidente de Chernobil puso en evidencia la necesidad de disponer de medios técnicos que permitan un control radiológico en todo el ámbito territorial de Catalunya.

Estación de bombeo y análisis en continuo del agua del río Ebro



Recinto de análisis en continuo de agua del río Ebro





*Estación Base: Ordenador y sistema de comunicaciones*

Como es sabido, la radiactividad procedente de Chernobil fue detectada por otros países antes de que la Unión Soviética reconociese y comunicase que había tenido lugar el accidente.
En Europa, además, existen unas doscientas centrales nucleares en funcionamiento, de las cuales más de medio centenar están en Francia, teniendo que añadir a las cifras anteriores otras centrales europeas en construcción, de las cuales varias de ellas se hallan igualmente en Francia.
Así pues, en junio de 1986, como consecuencia de estos hechos, y con el fin de poder conocer en todo momento la situación radiológica de Catalunya, el Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives de la Generalitat de Catalunya inició un proyecto para la realización de una red de vigilancia radiológica ambiental en todo el ámbito territorial.
Esta red está constituida en su proyecto básico por una serie de monitores situados en las zonas periféricas de Catalunya, así como en los núcleos de población con mayor índice demográfico. La figura II muestra esquemáticamente la ubicación de estos monitores, de los que siete se hallan ya instalados en: Barcelona, zona occidental de los pirineos de La Vall d'Aran, Puigcerdà en la parte central, Roses en la oriental y en las ciudades de Girona y Lleida.
La tecnología utilizada en los monitores de la red general permite conocer la concentración de radiosótopos en el aire mediante dos detectores, uno de centelleo de polivilino de tolueno y zinc para radiación alfa y beta actuando sobre un filtro de papel y otro de centelleo de yoduro de sodio para radiación gamma actuando sobre un filtro de carbón activo para retención de yodo.
El monitor dispone de recintos de análisis blindados mediante plomo, siendo el caudal de aire bombeado a los mismos de 6 $m^3$/h. Las medidas se registran en tres canales, teniendo cada uno de ellos niveles de alerta variables, así como los parámetros de calibración correspondientes.
Con el objeto de dotar de una mayor autonomía a los equipos, se les ha instalado un sistema automático de cambio del filtro de papel que reduce su mantenimiento, así como los riesgos de colmatación o rotura de los mismos.
Asimismo, disponen de un sistema electrónico de discriminación de la radiactividad natural presente en la atmósfera, que proporciona un bajo nivel de fondo a los equipos y, en consecuencia, una capacidad de detectar concentraciones muy bajas de radielementos exclusivamente artificiales.
Por último, los equipos tienen puertas de comunicaciones a las que se les enlaza una línea de transmisión de datos centralizada en Barcelona, informando de cualquier eventualidad que supusiera una superación de las concentraciones de fondo, en el mismo instante en que ésta se registrase.

**F II** *Distribución geográfica de los monitores*

## EL SISTEMA DE TRANSMISION DE DATOS

El sistema de transmisión de datos en tiempo real desde los monitores hasta Barcelona ha sido diseñado por el propio Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives de la Generalitat de Catalunya después de analizar las posibilidades de los equipos existentes en el mercado para tal fin y considerarse más adecuado poder disponer de una electrónica lo más simplificada posible sin necesidad de circuitos especiales, al mismo tiempo que permitan disponer de unas características técnicas adicionales tales como:
– Para la red de vigilancia en el entorno a las centrales nucleares se ha utilizado una línea telegráfica de transmisión de datos tipo "punto a punto", particular para cada detector hasta un ordenador denominado BASE situado en cada emplazamiento (Ascó y Vandellós), que centraliza la información de todos los datos correspondientes a los alrededores del mismo.

Asimismo, esta información llega a Barcelona a través de una línea del mismo tipo, instalada entre cada ordenador Base y el ordenador de Control situado en Barcelona. La figura III muestra esquemáticamente la disposición de las líneas de enlace mencionadas.

La utilización de líneas particulares se ha considerado más adecuada que el uso de red telefónica convencional, o líneas conmutadas, que utilizan normalmente los sistemas de comunicación de este tipo existentes en el mercado, ya que garantiza la disponibilidad de la línea de forma permanente, evitando de este modo posibles problemas de ruidos, interferencias y colapsación de líneas como consecuencia de horas punta o como consecuencia de una hipotética situación de emergencia en la zona.

Las líneas utilizadas son de tipo telegráfico de 50 Bd. Esta velocidad resulta suficiente para transmisión de datos radiológicos, al tiempo que son las más económicas que ofrece la CTNE.

De forma simultánea, se ha previsto el funcionamiento de una estación mediante enlace experimental por radiofrecuencia, los resultados de esta prueba piloto pondrán de manifiesto la posibilidad de poder prescindir de forma fiable de las líneas físicas.

– Para la red general de vigilancia, las líneas utilizadas son convencionales por red conmutada, ya que su funcionamiento no está tan asociado a una situación local de emergencia y, por tanto, la posibilidad de colapsación de estas líneas es más remota. A este hecho le complementa una mayor economía de este tipo de línea, puesto que al estar la red constituida por estaciones lejanas entre sí, no es posible la utilización de una "base" concentradora de datos.

Para el control del sistema se ha considerado adecuada la utilización de equipos convencionales en el mercado informático español y a tal fin el sistema de transmisión y captación de datos se ha desarrollado en base a un microprocesador INTEL 8088 y a un equipo informático que utiliza tal Unidad Central de Proceso como es PC de IBM.

La utilización de este tipo de microordenador garantiza en todo momento la posibilidad de sustituir, en caso de avería, cualquiera de los equipos que componen la red de enlace, ya que tal equipo es un estándar en la informática de oficina actual y el Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives dispone, para la gestión administrativa, de varios equipos de este tipo.

El sistema de control de transmisiones así diseñado da, en consecuencia, una autonomía tecnológica que evita los problemas inherentes a los equipos existentes en el mercado, ya que, al ser de importación, costosos y no haber multiplicidad de los mismos en España, cualquier avería puede tener problemas de repuestos, dando lugar a posibles paradas de varios días en las redes.

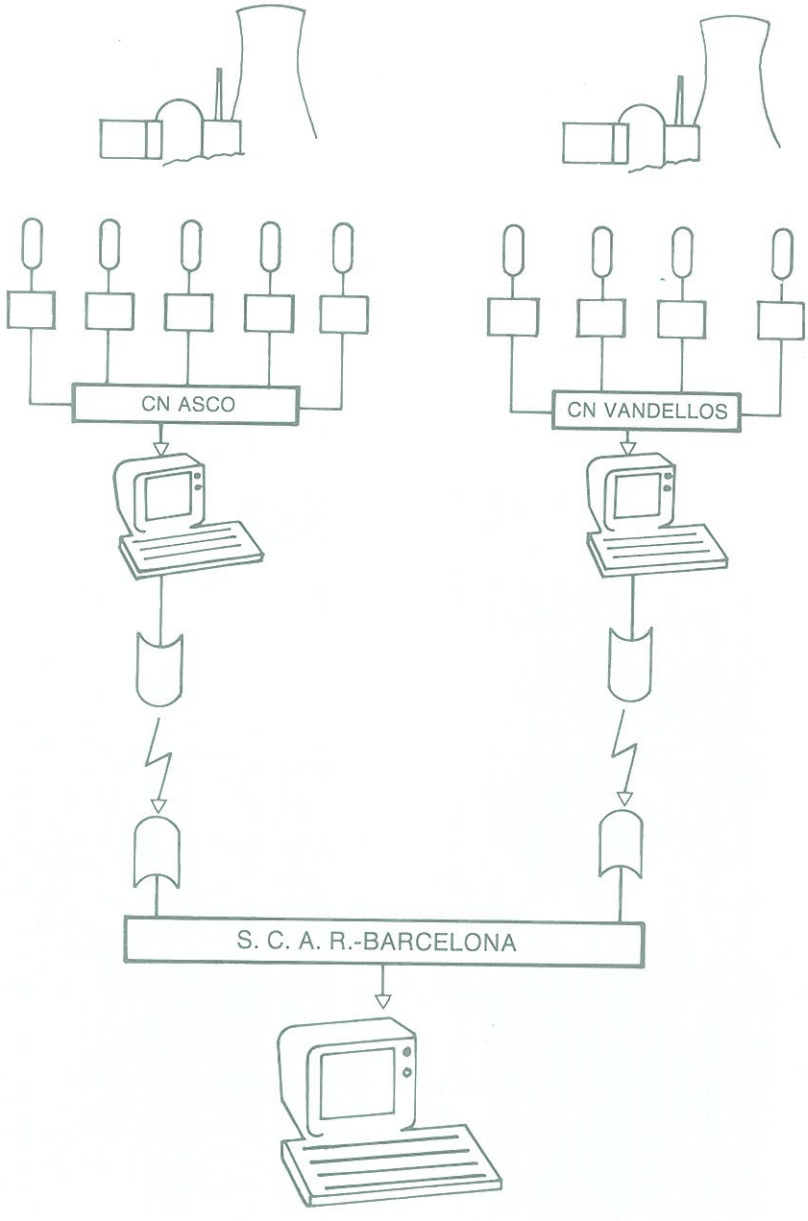
El software de control, consulta y tratamiento de datos ha sido desarrollado por el propio Servei, lo que permite disponer de capacidad de reprogramación en cualquier momento que se considere oportuno.

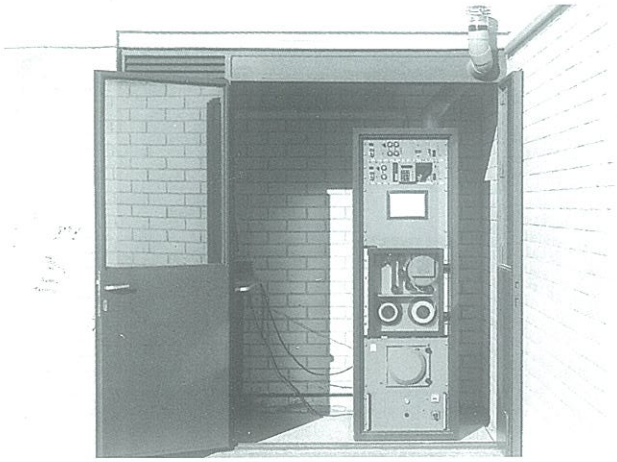
El sistema de comunicaciones en tiempo real permite un intervalo mínimo de consulta a cada detector de tres minutos, pudiendo variar tales tiempos en función de las necesidades o atención especial preferente que requiera un determinado emplazamiento.

El ordenador central, situado en Barcelona, recibe los datos y los muestra por pantalla, los imprime en papel y los graba en discos flexibles. Tales discos generan el historial radiológico de los emplazamientos, el cual puede ser consultado por otro ordenador para efectuar los estudios que se consideren oportunos.

El funcionamiento del sistema es autónomo y se puede programar su estado

**F III** *Esquema del sistema de transmisión de datos*





*Red General de vigilancia radiológica de Catalunya, monitor de análisis de radiactividad en aire.*

*Centro de recepción y tratamiento de datos de Barcelona*

de alerta cuando uno de los registros sufre variación por encima de un umbral prefijado; en tal caso el registro queda identificado por una tonalidad diferente en la pantalla, al tiempo que se activa una señal acústica durante el horario normal de oficina.
Para el caso de horarios nocturnos o festivos el ordenador central, cuando detecta en un registro un valor superior a un umbral prefijado, tiene la posibilidad de activar un sistema de llamada automática a los números telefónicos que se consideren adecuados, así como a cada uno de los mensáfonos asignados permanentemente al personal técnico del Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives, para comunicar la posible situación de alerta en uno de los emplazamientos.

**MANTENIMIENTO**

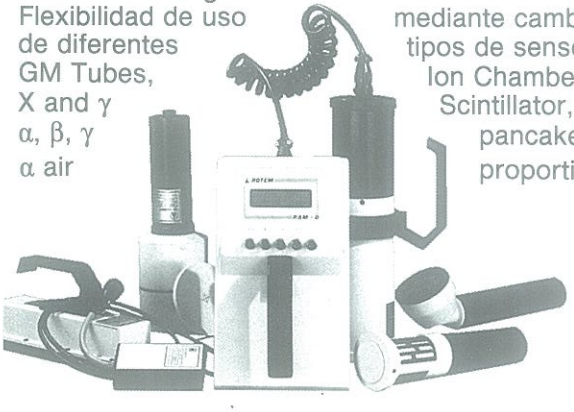
Las redes de vigilancia radiológica ambiental en tiempo real están previstas para un funcionamiento autónomo y no requieren de la presencia de operador. Frente a eventuales problemas técnicos se dispone de elementos de análisis rápido de averías a un primer nivel, para poder proceder a la sustitución de una placa, módulo o equipo completo y asegurar un tiempo mínimo de interrupción del proceso de control radiológico. Asimismo, se realiza una periódica inspección de los monitores de la red como mantenimiento preventivo de los equipos, en intervalos máximos de funcionamiento de cuatrocientas a quinientas horas, revisándose los elementos mecánicos y eléctricos de los monitores, fuentes de alimentación y sistemas de bombeo, efectuándosele a este último una purga de posibles barros en el recipiente del analizador.


## Monitores de radiaciones ROTEM INDUSTRIES LTD.

Desarrollados por el Nuclear Research Center-Negev

### Tipo RAM
**Monitores Portátiles**

El funcionamiento basado en microprocesador permite una extrema facilidad de uso.
Indicación digital, analógica o de ambos modos.
Aparato medidor único multiuso.
Sensores intercambiables sin necesidad de recalibración alguna.
Flexibilidad de uso de diferentes GM Tubes, X and γ α, β, γ α air mediante cambio tipos de sensores: Ion Chamber, Scintillator, pancake, proportional.



### Tipo ENVIRAM
**Monitores fijos para medio ambiente y redes de vigilancia ambiental**

- El sistema ENVIRAM permite gran flexibilidad porque se puede utilizar bien para uso local (ej., alrededores de Centrales Nucleares) o bien interconectando más unidades locales a un centro de supervisión (vía moden connection) o/y ordenador a fin de crear una red de vigilancia ambiental más o menos compleja.
- Adquisición, revelación y transmisión de datos en tiempo real.

*Para asistencia técnica e*

**fesmont s.a.**

Paseo de la Castellana, 121, 2-C. 28046 Madrid.