

CSN-40.3

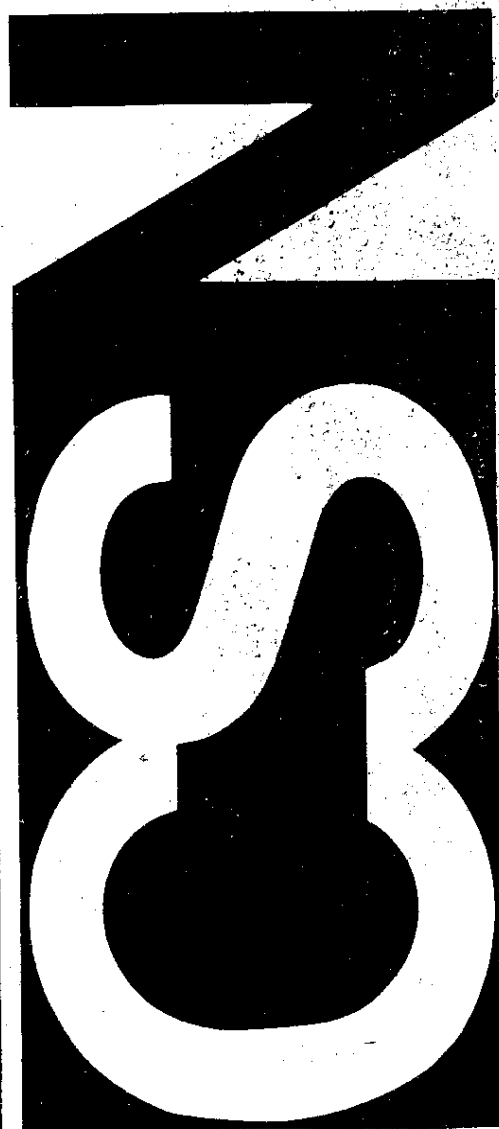
**Accidente del 19 de Octubre
de 1989 en C.N. Vandellos I**

INFORME PRELIMINAR



23 Noviembre 1989

**CONSEJO
SEGURIDAD
NUCLEAR**



Accidente del 19 de Octubre de 1.989 en C.N.Vandellos I

INFORME PRELIMINAR



23 Noviembre 1.989

INDICE

INTRODUCCION

A. DESCRIPCION DEL SUCESO

A.1. Escenario y cronología del incidente

A.1.1. Escenario

A.1.2. Cronología

A.2. Sistemas de protección contraincendios

A.2.1. Actuación de los sistemas de protección contraincendios del edificio IPE

A.2.2. Organización de los medios humanos de lucha contra el fuego

A.2.3. Causas del incendio

A.2.4. Areas y equipos afectados por el incendio e inundación

A.3. Análisis operativo del incidente

A.3.1. Sistemas de refrigeración del reactor

A.3.1.1. Sistemas de refrigeración normal

A.3.1.1.1. Descripción General

A.3.1.1.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.1.2. Sistema de refrigeración en parada

A.3.1.2.1. Descripción general

A.3.1.2.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.2. Sistemas eléctricos

A.3.2.1. Descripción general

A.3.2.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.3. Sistemas de Instrumentación y Control

A.3.3.1. Descripción general

A.3.3.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.4. Sistema de aire comprimido

A.3.4.1. Descripción general

A.3.4.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.5. Sistema de agua desmineralizada

A.3.5.1. Descripción general

A.3.5.2. Comportamiento durante el incidente

A.3.6. Sistema de refrigeración de componentes EDOR

A.3.7. Piscina de almacenamiento de combustible irradiado

A.4. Organización del personal de la C.N. Vandellós I durante el incidente

A.5. Análisis radiológico del incidente

A.5.1. Estado radiológico de la planta

A.5.2. Impacto radiológico sobre el personal y equipos que participaron en el incidente.

A.5.3. Control de vertidos de efluentes líquidos y gaseosos

A.5.4. Impacto radiológico en el medio ambiente

B. ACTUACIONES DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LOS PLANES DE EMERGENCIA

B.1. Actuación de la Organización de Vandellós I

B.2. Actuación de la Organización de emergencia del CSN

B.3. Actuación de la Organización del PENTA

C. SITUACION TECNICO-LEGAL DE LA C.N. VANDELLOS I

C.1. Situación legal

C.2. Programa de la Reevaluación de la Seguridad

CONCLUSIONES

LISTA DE ABREVIATURAS

- ACiC (i=1 y 2), ACOD** - *Funciones que constituyen el sistema de aire comprimido (producción y distribución).*
- ACO/** - *Compresores del circuito de aire comprimido de servicios auxiliares.*
- BWR** - *Reactor de agua en ebullición.*
- CECOP** - *Centro de Emergencias del Gobierno Civil.*
- C.N.** - *Central Nuclear.*
- CROM** - *Función de parada rápida del reactor por potencia neutrónica y período.*
- CROS** - *Función de parada rápida del reactor desde sala de control.*
- CROV, CROG** - *Funciones de parada rápida del reactor por alta temperatura CO₂ a la salida del reactor.*
- CSN** - *Consejo de Seguridad Nuclear.*
- CTNE** - *Compañía Telefónica Nacional de España.*
- DGi / (i=0,1 y 2)** - *Barras eléctricas normales.*
- DSiA,B ó C / (i=1,2,3 y 4)** - *Barras eléctricas socorridas de 5,5KV y 380 V.*
- DSOM** - *Función de distribución eléctrica de socorro en 115 V a disyuntores, contactores..*

- DSOP** - Función de distribución en 115 V a equipos de potencia > 25w.
- DSOQ** - Función de distribución eléctrica de socorro en 48 V. normal.
- DSOR** - Función de distribución eléctrica de socorro en 48 V. de seguridad.
- DXiA / (i=1,2,3 y 4)** - Barras eléctricas alimentadas de los turboalternadores GXi.
- DXiQ / (i=1 a 4)** - Función de alimentación en 48 V. a automatismos y cadena de regulación de cada conjunto turbo-grupo-caldera auxiliar.
- DXOM** - Función de alimentación en 115 V. a equipo de central auxiliar.
- DXOR** - Función de alimentación en 48 V. única y redundante con la función anterior.
- EAOF** - Función que constituye el sistema de acondicionamiento de agua de calderas.
- EDOD, EDOK, TFOR** - Funciones que constituyen el sistema de agua desmineralizada (distribución, almacenamiento y transferencia).
- EDOR** - Función que constituye el sistema de refrigeración de componentes.
- FEOQ - FEIP** - Funciones que constituyen los sistemas de PCI de central principal y transformadores principales.
- GAO** - Grupo de análisis operativo de la organización de emergencia del CSN.

- G-M** - *Detector Geiger-Müller*
- GPI / (i=1 y 2)** - *Grupos turboalternadores principales.*
- GXi / (i=1,2,3 y 4)** - *Turboalternadores de la central auxiliar.*
- HIFRENSA** - *Compañía Hispano Francesa, S.A., explotadora de la central nuclear de Vandellós I.*
- IPE** - *Edificio de producción eléctrica o de turbinas.*
- IPSN** - *Instituto de Protección y de la Seguridad Nuclear de Francia.*
- I&C** - *Instrumentación y control.*
- MR** - *Monitor de radiación.*
- NRC** - *Organismo Regulador en materia de Energía Nuclear de EE.UU.*
- PAiD 01VA y 02VA** - *Válvulas de conexión de los condensadores de las turbosoplantes con el tanque de transferencia TFOR, antes y después de las bombas de extracción de condensadores.*
- PCI** - *Protección contra incendios.*
- PAiX 01VA** - *Válvula de regulación del agua desde condensador de las TS a tanque de alimentación complementaria.*
- PED** - *Permiso de Explotación Definitivo.*
- PENTA** - *Plan de Emergencia de Tarragona.*
- PEP** - *Permiso de Explotación Provisional.*
- PRS** - *Programa de Reevaluación de la Seguridad.*

RAOR, RAiE / (i=1 a 6) - Funciones que constituyen el sistema de refrigeración en parada (llenado y refrigeración).

RAOV, RAOC - Funciones que constituyen el sistema de ventilación en parada.

RBiT / (i=1 a 4) - Función de regulación general alimentación 48 V de regulación y tratamiento de defectos.

RCOC - Función que constituye el sistema de refrigeración del cajón.

RDOT - Función de regulación general del cambiador; alimentación en 48 V.

Rapport DAS - Informe del Departamento de Análisis de Seguridad del IPSN.

SALEM - Sala de Emergencias.

SCSIN - Servicio central de seguridad de instalaciones nucleares de Francia.

SPOR - Función que constituye el sistema de refrigeración general por agua de mar.

STOD - Función que constituye el sistema de refrigeración de agua de piscinas de combustible irradiado.

TICA - Ordenador de proceso

TIOB - Ordenador de parámetros fundamentales del reactor.

TL - Dosímetro de termoluminiscencia.

TS - Turbosoplante.

UNGG - Uranio-natural, grafito-gas (reactores del mismo tipo de C.N. Vandellós I).

ACCIDENTE DEL 19 OCTUBRE 1989 EN C.N. VANDELLOS I

INFORME PRELIMINAR

INTRODUCCION

*El objeto del presente informe es describir, en primer lugar el incidente * ocurrido en la C.N. Vandellós I el día 19/Octubre/89 contemplando diferentes aspectos del mismo (evolución, análisis operativo, análisis radiológico y organización). En un segundo apartado se describen y valoran las actuaciones de la central y el CSN en lo que se refiere a la puesta en marcha del Plan de Emergencia. El último apartado se dedica a describir la situación técnico-legal de la central, incluyendo el Plan de Reevaluación de la Seguridad exigido por el CSN e iniciado por la central así como las repercusiones en la seguridad de la central.*

El CSN elaborará un informe final sobre el incidente con objeto de identificar las causas raíces del mismo, realizar un análisis de las consecuencias sobre el núcleo del reactor de una posible degradación adicional de los sistemas de seguridad en el curso del incidente y analizar las repercusiones del incidente sobre los criterios y alcance del Programa de Reevaluación.

() Según la práctica internacional al uso, la denominación de incidente se utiliza para identificar sucesos que, cualquiera que sea su gravedad: no producen daño al núcleo del reactor, ni suponen liberación de material radiactivo al medio ambiente por encima de los límites anuales autorizados, ni dan lugar a una irradiación o contaminación de las personas tal que requiera tratamiento médico especializado.*

Las fuentes de información empleadas para la elaboración de este informe han sido, la información recibida en el centro de Emergencia (SALEM) del CSN durante el transcurso del incidente; la comprobación directa efectuada por los técnicos del CSN, desplazados a la C.N. Vandellós I en las horas siguientes al inicio del incidente; una primera revisión de los registros y salidas de impresoras de sala de control solicitados al explotador en el transcurso de la mencionada inspección, y el informe de Hifrensa sobre el incidente. Su carácter es por tanto preliminar, encontrándose el CSN, en estos momentos, trabajando en la profundización de determinados aspectos del incidente, que precisan un análisis detallado.

La tecnología de la C.N. Vandellós I es francesa (UNGG), su potencia térmica máxima autorizada 1670 Mwt, estando limitada, con anterioridad al incidente, a una potencia equivalente al 85% del caudal nominal de agua de alimentación al cambiador.

La C.N. Vandellós I es una central nuclear que utiliza uranio natural como combustible, CO_2 como refrigerante y grafito como moderador. Combustible, refrigerante y moderador se albergan en un cajón de hormigón pretensado, y en operación normal, la refrigeración se realiza por cuatro turbosoplantes, accionadas por vapor generado en el propio cambiador principal de calor. Cuando se produce la parada del reactor, las turbosoplantes pasan a ser accionadas por vapor generado en la central auxiliar, que dotada con cuatro calderas y cuatro grupos turboalternadores, garantiza autonomía de suministro eléctrico y de vapor para el servicio de la central nuclear. Después de la caída de barras (parada del reactor), es suficiente una soplante y un cuarto del cambiador principal de calor para la refrigeración del núcleo, siempre que se conserven los sistemas de seguridad y de apoyo necesarios. Como método alternativo de refrigeración la central dispone de un cambiador de parada (función RAiE), que solo tiene capacidad para extraer el calor correspondiente al 1 % de la potencia nominal, y que su actuación debe comenzar, en condiciones normales, unas 6 horas después de la parada. La ventilación en parada (RAOV, RAOC) es asimismo un medio alternativo para la refrigeración en parada, empleable a valores de la potencia residual menores que los requeridos para el empleo del RAiE. Su

actuación corresponde, en condiciones normales a unos tres días después de la parada.

Existen una serie de sistemas importantes para la seguridad entre los cuales se mencionan, por su interés en el análisis del incidente que nos ocupa, el circuito de refrigeración del cajón (RCOC), el circuito de aire comprimido de regulación (ACIC, ACOD), el sistema de refrigeración general por agua de mar (SPOR), el sistema de agua desmineralizada (EDOD, EDOK, TFOR), el sistema de refrigeración de componentes mediante agua desmineralizada (EDOR) el sistema de refrigeración de agua de piscinas de combustible irradiado (STOD), los sistemas de instrumentación y control y los sistemas eléctricos de seguridad en corriente alterna y continua.

En el incidente que seguidamente se va a describir, un incendio de un componente no relacionado con la seguridad, como es la turbina principal nº 2, ocasionó la pérdida de dos turbosoplantes al haberse perdido la alimentación eléctrica a sus auxiliares, la degradación del sistema de aire comprimido de regulación (necesario para el funcionamiento de las otras dos turbosoplantes, de la central auxiliar y para la regulación automática de la alimentación al cambiador principal), la pérdida de la alimentación eléctrica a las bombas del RAiE y la pérdida de la tensión de mando de 48 voltios, causante a su vez de múltiples fallos en el control y la regulación de la instalación. El incendio asimismo originó indirectamente una inundación que ocasionó la pérdida de todas las bombas del sistema RAiE hasta la mañana del día 21, del sistema de refrigeración de piscinas y de los compresores de la ventilación en parada.

A. DESCRIPCION DEL SUCESO

A.1. Escenario y cronología del incidente

A.1.1. Escenario

El día 19/Octubre/89 el estado operativo de la C.N. Vandellós I, según se recoge el télex diario de comunicación al C.S.N., era el siguiente: Potencia del reactor 1492 Mwt, potencia eléctrica 400 Mwe, temperatura del CO₂ a la entrada del reactor 229°C, temperatura de CO₂ a la salida del reactor 402°C y presión de CO₂ a la entrada del reactor 29 bar.

A las 21:39 horas, se declaró un incendio en el grupo turboalternador principal nº 2 a consecuencia de un problema mecánico en el cuerpo de alta presión de la turbina correspondiente, cuya causa está siendo investigada, que ocasionó la rotura de las tuberías de aceite de lubricación de la turbina y una fuga del hidrógeno de refrigeración del alternador.

Al tener conocimiento del incendio, el personal de turno efectuó inmediatamente la parada manual del reactor, y a consecuencia de ésta, se produjo la parada automática del grupo turboalternador principal nº 1 un minuto más tarde.

Como consecuencia del incendio, según se ha podido constatar con posterioridad, resultaron perdidos directamente, quemados, algunos cables eléctricos de potencia de los principales auxiliares necesarios para el funcionamiento de las turbosoplantes 3 y 4, algunos cables eléctricos de potencia de los motores de las bombas de la función RAiE, los motores de dos bombas de la función EDOR, parte de los circuitos de aire comprimido de regulación, distintos cuadros eléctricos de control y mando (48 V), y diferentes equipos auxiliares a los grupos turboalternadores principales 1 y 2.

Asimismo, el deterioro observado en las juntas flexibles del circuito de agua de circulación del condensador del grupo turboalternador principal nº 2, pudo ser debido al fuego, si bien es posible que el daño fuese provocado por la vibración del turbogruppo. El incendio fue por tanto la primera causa que provocó la pérdida de equipos necesarios para la refrigeración del reactor y a su vez el origen de la inundación, segunda causa de la pérdida de componentes necesarios para refrigerar el núcleo.

Minutos después del comienzo del fuego, con el reactor parado, y las turbosoplantes en polaridad fija, se pararon las turbosoplantes 3 y 4 a consecuencia de la pérdida de estanqueidad en el primer caso, y pérdida de engrase en el segundo, efectuándose posteriormente la estanqueidad mecánica de las mismas. El basculamiento de la admisión principal a la admisión auxiliar en las turbosoplantes 1 y 2 hubo de hacerse desde los armarios locales, al no funcionar el mando previsto al efecto en sala de control. En esos momentos, los dos calculadores estaban en defecto por saturación de información, y en la sala de control había penetrado un humo denso y negro que dificultaba la visibilidad y obligó a utilizar extractores de humos portátiles. Asimismo se habían perdido la red de megafonía y la red telefónica interior.

Entre diez y quince minutos mas tarde del inicio del incidente dispararon por primera vez el grupo auxiliar 3 y a continuación el grupo auxiliar 4. El grupo auxiliar 4 disparó primero por defecto de tierra, permaneciendo parado una hora y después por pérdida de tensión, estando parado en esta segunda ocasión media hora. El primer disparo del grupo llevó asociado disparo de caldera. El grupo auxiliar 3 disparó también en dos ocasiones, la primera por defecto de tierra permaneciendo parado una hora y cuarto y la segunda por pérdida de tensión, durando en este caso la parada un cuarto de hora. La caldera auxiliar 3 disparó al disparar por primera vez el grupo. Los primeros disparos de los grupos auxiliares 3 y 4 llevaron asociada la parada de los compresores 3 y 4 respectivamente, apareciendo alarma de baja presión de aire de regulación. La baja presión de aire fue debida, asimismo, a que las tuberías de aire

comprimido de regulación, próximas al grupo turboalternador principal nº 2, y las válvulas de aislamiento automático correspondientes, se habían quemado, siendo preciso realizar localmente y de forma manual el aislamiento de los consumos de aire no prioritarios y del aporte de aire a los grupos turboalternadores principales. Se efectuó asimismo, de forma manual la conexión con los compresores del circuito de servicios auxiliares (ACO/). Posteriormente los compresores ACO/ dispararon y tuvieron que ser puestos en marcha manualmente. Esta situación se repitió una vez mas. Era preciso mantener el suministro de aire para el funcionamiento de las calderas auxiliares, que a su vez aseguran el funcionamiento de las turbosoplantes 1 y 2 y, en caso de apertura de las válvulas de protección frente a sobrepresiones del cajón, poder asegurar el cierre de las mismas posterior a su actuación. Por otra parte, la pérdida parcial del aire de regulación ocasionó, entre otras deficiencias, fallos en la regulación de EDOR y fallos en la regulación automática de la alimentación al cambiador principal de calor.

Para poder arrancar las calderas, y arrancar los compresores de aire comprimido parados, el personal de operación puso asimismo un gran esfuerzo en mantener tensión en las barras DS3 DS4 Dx3 y Dx4, para lo cual tuvo que cerrar localmente y de forma manual los disyuntores correspondientes.

Veinte minutos después del inicio del incidente, empezaron a observarse en sala de control problemas en la regulación automática de la alimentación al cambiador principal de calor, lo que provocaba paradas y arranques alternativos y simultáneos de las bombas de alimentación de agua al cambiador por bajo nivel en los tanques de alimentación complementarios. El personal de operación intervino localmente para regular manualmente la alimentación al cambiador, siendo necesario mantener la regulación manual hasta que a la mañana siguiente fueron reparadas las tuberías de aire comprimido, que hasta ese momento, y a pesar del acoplamiento con ACO/ y el aislamiento manual de determinados consumos, presentaban fugas.

Entre quince y veinte minutos después del inicio del incidente, el explotador tuvo noticia de que en la cava había nivel de agua. Paralelamente, se constató que los tanques de almacenamiento de agua EDOK y de transferencia TFOR perdían nivel por consumos incontrolados, lo que unido al hecho de que las cadenas de producción de agua desmineralizada estaban fuera de servicio (no se recuperaron hasta las 00:40 horas del día 20/Octubre/89) provocó que se llevara a cabo una operación de localización de fugas y de reducción de consumos. A tal efecto, se realizó manualmente el aislamiento de la aportación de agua TFOR a los condensadores de los grupos principales y de las turbosoplantes 3 y 4, el cierre de las válvulas manuales de aportación de agua EDOD a los condensadores de las turbosoplantes 3 y 4 y el cierre de las válvulas automáticas de aporte a los tanques bajos de agua desmineralizada EDOR, que habían quedado abiertas a causa de la pérdida de la tensión de mando de 48 V. y la pérdida de aire comprimido de regulación, y habían provocado el rebose de los tanques bajos al sumidero del edificio IPE. Los drenajes de dicho edificio no funcionaron a causa de la pérdida de tensión de mando de 48 V. a las bombas de achique correspondientes y el agua paso a la cava del reactor por las puertas existentes en el muro de separación entre ambos edificios, y después al edificio de combustible irradiado, a su vez comunicado con la cava. En el edificio de combustible irradiado si funcionaban las bombas de drenaje, pero se pararon manualmente para evitar que el agua pasase a la estación de tratamiento de líquidos, provocando la parada de estas bombas, la inundación de las cotas inferiores del edificio y el consiguiente rebose de una poceta de recogida de purgas del sistema de refrigeración de piscinas, cuya actividad total contenida ha sido estimada por el explotador en 1 mCi.

Estas pérdidas de agua desmineralizada tuvieron una contribución importante a la inundación y junto a la aportación de agua de protección contra incendios (PCI) y de agua de circulación (como se supo posteriormente al ver las juntas de goma de las tuberías rotas) dieron como resultado un volumen de agua máximo estimado presente durante la inundación de 4000 m³. El análisis químico del agua de la cava daría posteriormente, por comparación de concentración de

cloruro sódico con el agua del Mediterraneo, que el 65 % del agua de la cava era agua de mar.

La inundación de las cotas inferiores del edificio IPE, edificio de combustible irradiado y la cava, llegó a alcanzar alturas de 80cm a 1 m y afectó a los siguientes equipos: motores de las bombas de los circuitos RAiE, (y de las bombas RAOR de llenado del RAiE), motores de las bombas de refrigeración de las piscinas de combustible irradiado y compresores de la ventilación en parada. Las bombas de extracción de los condensadores de las turbosoplantes y las bombas de alimentación complementarias fueron asimismo inundadas, pero continuaron funcionando, en el primer caso por tratarse de bombas de eje vertical que estuvieron sumergidas hasta el palier de unión entre el motor y la bomba, y en el segundo, de bombas de eje horizontal que estuvieron sumergidas hasta el nivel del eje. No obstante, la alimentación a los cuartos de cambiador 3 y 4 se perdió a causa de la pérdida de las barras DS3A y DS4A respectivamente, sin posibilidad de recuperarla nuevamente.

También entre quince y veinte minutos después del inicio del incidente, simultáneamente a la observación de que la cava había empezado a inundarse, llegaron los primeros bomberos correspondientes a C.N. Vandellós II y Hospitalet.

A partir de las 22:00 horas comenzaron las labores de extinción de incendios, a las que se dió prioridad sobre las de achique de la inundación, declarándose a la 1:30 horas del día 20/Octubre/89 fuego controlado. El incendio no estuvo totalmente extinguido hasta las 3:30 - 4:00 horas del día 20/Octubre/89.

A la 1:30 horas el día 20/Octubre/89 tuvieron comienzo las labores de achique de agua de la inundación, utilizándose para ello, bombas de achique de la propia central, de los bomberos, de C.N. Vandellós II y de empresas contratadas. A las 6:00 horas el nivel de agua ya no afectaba a los equipos y a las 10:00 horas se dió por finalizado el achique de la inundación.

Desde que en los primeros minutos se perdieron las turbosoplantes 3 y 4 y la alimentación a los cuartos del cambiador de calor principal 3 y 4, la refrigeración del núcleo se realizó con las turbosoplantes 1 y 2 y los cuartos del cambiador 1 y 2, regulando su alimentación en manual y habiendo ésta sido muy deficitaria e intermitente a partir de las 22:00 horas del día 19 hasta las 00:20 horas del día 20, lo que ocasionó la subida de presión del cajón hasta 29.7 bar, llegando a pensar el explotador en la posibilidad de aliviar presión mediante la regulación de masa de CO_2 del cajón de forma manual, antes de que a 30.1 bar percutiesen automáticamente las membranas de las válvulas de protección contra sobrepresiones del cajón, para cuyo cierre es necesario el aire comprimido de regulación. En esos momentos la temperatura del CO_2 en el cielo del reactor era de 310°C . Posteriormente, desde las 00:30 horas del día 20/ Octubre/89 hasta las 2:20 horas, la alimentación volvió a ser deficitaria. Sólo a partir de las 17:00 horas del día 20/Octubre/89 se consiguió alimentar los cuartos 1 y 2 con 70 T/h cada uno.

Durante el transcurso del incidente mantuvo su función el circuito SPOR (refrigeración general con agua de mar) ya que estaban en servicio bombas alimentadas desde barras a las que no faltó tensión. Referente al circuito RCOC (refrigeración del cajón) se pararon tres de sus bombas al quedarse sin tensión las barras DS3A y DS4A, volviendo a arrancar dos de ellas cuando se recuperó tensión, quedando por tanto en ese momento cinco bombas en servicio. Por otra parte, a pesar de haberse perdido por la inundación las bombas del circuito de refrigeración de piscinas, la temperatura del agua de las mismas no superó el valor de 27°C .

A partir del inicio de las operaciones de achique de la inundación, se emprendieron acciones encaminadas a la recuperación de los equipos que habían estado sumergidos, comenzando por la lubricación en marcha de los cojinetes de las bombas de agua de alimentación complementarias, de las turbosoplantes 1 y 2, para que no griparan a medida que descendía el nivel de agua y continuando, una vez achicada la inundación, con la revisión del aislamiento de los motores

de las bombas del RAiE (y los motores de las bombas de RAOR) y de los motores de las bombas del circuito de refrigeración del agua de piscinas, así como de los compresores de ventilación en parada. La recuperación de los motores que se habían mojado requería su tiempo, por lo que se empezaron a buscar otros para sustituirlos, de tal forma que el día 20/Octubre/89 por la tarde, se estaban instalando en el circuito RAiE dos motores de bombas del circuito de vacío del grupo turboalternador nº 2, de potencia algo inferior y un motor de igual potencia cedido por C.N. Ascó.

El día 21/Octubre/89 se disponía para la refrigeración del reactor de dos soplantes (1 y 2) y dos cuartos del cambiador principal de calor (1 y 2) garantizados, además del RAiE, sistema alternativo de refrigeración de la potencia residual (en recirculación con dos bombas alimentadas desde barras seguras y una más alimentada desde un grupo electrógeno) y la ventilación en parada disponible. Los motores de las bombas del circuito de refrigeración del agua de piscinas habían sido asimismo sustituidos.

A.1.2. **CRONOLOGIA****TIEMPO****ACONTECIMIENTOS RELEVANTES**

Día 19/10/1989

- 21:39 horas _____ Alarma de vibraciones anormales en la turbina del grupo turboalternador principal nº 2.
Disparo del grupo 2.
- Falta de presión de engrase del grupo principal 2, entran en servicio todas las bombas de lubricación que no lo estaban.
- 21:40 horas _____ Incendio.
Llamas y varias explosiones sucesivas.
Llamadas a los bomberos de la Generalitat y C. N. Vandellós II.
Llamada al C.A.P. para aviso a retenes y personal técnico.
- 21:40 horas _____ Parada manual del reactor.
- 21:40 horas _____ Alarma de primer umbral de presión baja de hidrógeno en el alternador del grupo 2.
- Alarma de nivel bajo en el tanque de aceite de lubricación de turbina

del grupo 2.

Comienzan las pérdidas de 48 V de control y mando.

21:40 horas _____ *Paso a polaridad fija de las cuatro turbosoplantes (400 rpm).*

21:41 horas _____ *Parada del grupo turboalternador principal nº 1.*

21:43 horas _____ *Pérdida de 48 V de control y mando a EDOR.*

21:46 horas _____ *Falta de 48 V de control y mando a las bombas de achique de los sumideros.*

21:47 horas _____ *Turbosoplante 4 parada por falta de engrase.*

21:48 horas _____ *Pérdida de estanqueidad de la turbosoplante 4.*

21:49 horas _____ *Turbosoplante 3 parada por falta de estanqueidad.*

21:49 horas _____ *Basculamiento de la admisión principal a la admisión auxiliar*

en las turbosoplantes 1 y 2.

21:49 horas _____ Barra DS3A sin tensión.

21:49 horas _____ Disparo del grupo auxiliar nº 3,
caldera auxiliar nº 3 y compresor
nº 3.

21:50 horas _____ Pérdida de alimentación al cuarto 3
del cambiador de calor principal.

21:53 horas _____ Sobrepasamiento del primer um-
bral de temperatura del motor de
los supresores de la DRG y
DRGG.

21:55 horas _____ Primer disparo de los supresores
de la DRG y DRGG.

21:55 horas _____ Presión de CO₂ RFOE muy baja.

21:55 horas _____ Barra DS4A sin tensión.

21:55 horas _____ Disparo del grupo auxiliar nº 4,
caldera auxiliar nº 4 y compresor
nº 4.

21:55 horas _____ Pérdida de alimentación al cuarto

nº 4 del cambiador de calor principal.

21:55 horas _____ Problemas en la regulación automática de la alimentación al cambiador de calor principal.

21:58 horas _____ Cambio de las turbosoplantes 1 y 2 a 700 rpm.

22:00 horas _____ Indicios de que hay nivel de agua en la cava.

22:00 horas _____ Se constata que los tanques de almacenamiento de agua EDOK y de transferencia TFOR pierden nivel por consumos incontrolados.

Inicio de una operación de localización de fugas y de reducción de consumos.

22:00 horas _____ Llegada de los primeros bomberos C.N. Vandellós II y Hospitalet.

22:00 horas _____ A partir de este momento tienen problemas de alimentación de agua al cambiador por indisponibilidad de agua desmineralizada, pérdida de regulación automática y de aire

comprimido. La regulación se hace en manual y localmente.

Comienza a subir la temperatura del CO_2 (entrada y salida del núcleo) y la presión de CO_2 que llegó a alcanzar valores próximos a 29.7 bar. La temperatura del CO_2 en el cielo de pila llegó a ser 310°C .

22:10 horas _____ Cadena 1 CROT en defecto por temperatura CO_2 salida soplante superior 250°C .

22:10 horas _____ Cadena 2 CROT, en defecto por temperatura CO_2 salida soplantes superior a 250°C

22:11 horas _____ Se comunica el incidente al centro de Emergencias (SALEM) del CSN.

22:13 horas _____ Cadena 4 CROT en defecto por temperatura CO_2 salida soplantes superior 250°C .

22:14 horas _____ Cadena 3CROT en defecto por temperatura CO_2 salida soplante superior 250°C .

22:15 horas _____ Quedan fuera de servicio la DRG y ,

la DRGG al disparar el último sorpresor que quedaba en funcionamiento.

22:28 horas	_____	Defecto de nivel de agua de piscinas. Se supone corresponde a nivel alto en la poceta de recogida de efluentes del edificio de combustible irradiado.
22:32 horas	_____	Alarma estadio 1 presión elevada CO ₂ (cadena 2 de RFOS).
22:33 horas	_____	Alarma estadio 1 presión elevada CO ₂ (cadena 3 de RFOS).
22:45 horas	_____	Alarma estadio 1 presión elevada CO ₂ (cadena 1 de RFOS).
23:30 horas	_____	Constatación de que el nivel de agua en la cava afectaba a los equipos.
23:42 horas	_____	Falta de tensión en la barra que alimenta la bomba de agua de circulación del condensador del grupo turboalternador principal nº 2.

Día 20/10/1989

00:20 horas	_____	Comienzan a alimentarse el cuarto 1
-------------	-------	-------------------------------------

*del cambiador de calor principal
con 70 T/h y el cuarto 2 con 60 T/h*

- 00:22 horas _____ *Barra Dx3A con tensión.*
- 00:28 horas _____ *Barra DX4A con tensión.*
- 00:30 horas _____ *Presión CO₂ baja (cadena 1 de RFOS).*
- 00:31 horas _____ *Presión CO₂ baja (cadena 3 de RFOS).*
- 00:32 horas _____ *Presión CO₂ baja (cadena 2 de RFOS).*
- 00:40 horas _____ *Se recuperan las cadenas de producción de agua desmineralizada.*
- 00:40 horas _____ *La alimentación al cuarto 2 del cambiador de calor principal desciende a 10 T/h.*
- 01:20 horas _____ *La alimentación al cuarto 1 del cambiador principal desciende a 20 T/h.*
- 01:30 horas _____ *Se declara incendio controlado.*

01:30 horas _____ Comienza el achique de la inundación.

01:47 horas _____ Se intenta el bloqueo de la turbosoplante 4 desde la sala de mandos sin éxito.

01:48 horas _____ Se intenta el bloqueo de la turbosoplante 3 desde sala de mando sin éxito.

02:20 horas _____ La alimentación al cuarto 1 del cambiador de calor principal comienza a ser de 70 T/h y al cuarto 2 de 30 T/h.

02:24 horas _____ Fin de defecto en cadena 2 CROT.

02:25 horas _____ Fin de defecto en cadena 1 CROT.

02:26 horas _____ Fin de defecto en cadena 4 CROT.

02:26 horas _____ Fin de defecto en cadena 3 CROT.

04:00 horas _____ Se declara incendio extinguido.

06:00 horas _____ El nivel de agua ya no afectaba a los equipos.

- 08:00 horas _____ La alimentación a los cuartos 1 y 2 del cambiador de calor principal era de 30 T/h y 25 T/h respectivamente.
- 10:00 horas _____ Se dan por terminadas las labores de achique de la inundación.
- 17:00 horas _____ Comienzan a alimentarse los cuartos 1 y 2 con 70 T/h cada uno.

Día 21/10/89

- 10:00 horas _____ Reactor refrigerado por dos turbosoplantes (1 y 2) y dos cuartos del cambiador principal de calor garantizados (1 y 2).
- RAiE en recirculación (con dos bombas alimentadas desde barras seguras y una más alimentada desde un grupo electrógeno).
- Circuito de refrigeración de las piscinas de elementos combustibles irradiados disponible.
- 18:00 horas _____ Ventilación en parada disponible.

NOTA: Se ha recuadrado la situación mas crítica durante el incidente.

- * *Los tiempos tienen carácter aproximado, ya que, por una parte, como se ha indicado anteriormente, a los pocos minutos del inicio del incidente los dos calculadores entraron en defecto por saturación de información con lo que el análisis de las salidas de las impresoras solo permite una estimación aproximada y por otra, algunos datos fueron comunicados oralmente al CSN durante su inspección por el personal de operación de C.N. Vandellós I.*

A.2. Sistemas de protección contra incendios

A.2.1. Actuación de los sistemas de protección contra incendios del edificio IPE

El edificio IPE es una construcción de hormigón armado de tres plantas (+ 3.30 m + 9m y + 18m) situado al norte del edificio del reactor y adosado a él. Al este limita con el edificio eléctrico. El techo del nivel + 9m. es de hormigón armado salvo unas zonas que llevan unas persianas metálicas deslizantes. Interiormente las diferentes cotas no están tabicadas y además existen dos puertas de comunicación con la cava del reactor en la cota + 3.30m. La cota + 9m también está comunicada por puertas con el edificio del reactor.

Los principales materiales combustibles existentes en el edificio son las bandejas de cables trazados por el mismo, dos tanques (uno por cada turboalternador principal) de aceite de regulación de turbina situados en la cota + 3.30m, y dos tanques de aceite de lubricación de turbina (así mismo uno por cada turboalternador principal), ubicados en la cota + 9m. Por otra parte, el hidrógeno de refrigeración de los alternadores supone un riesgo de explosión e incendio.

Los tanques de aceite de regulación y lubricación disponen de detección doble ionica de humos-óptica de llama y termovelocimétrica y de extinción por rociadores de agua, que actúan por señal de detección cruzada siempre que en sala de control se haya accionado el mando que permite la circulación por la tubería de agua a presión. Distribuidos por el edificio existen diferentes extintores portátiles. Las cotas + 3.30m y + 9m disponen de drenajes dotados de bombas de achique.

El día 19/Octubre/89 los sistemas de extinción no actuaron al estar bloqueado su funcionamiento desde la sala de control. El sistema de aportación de agua para rociado de tanques es común con los trans-

formadores y las turbosoplantes, y el explotador mantuvo bloqueado su funcionamiento por temor a que actuase la extinción sobre estos otros equipos.

Las bombas de achique de los drenajes del edificio IPE y de la cava no funcionaron, por pérdida de la tensión de 48 V de control y mando.

El hecho de tener fuera de servicio la extinción de los tanques, pudo contribuir a la evolución libre del incendio en los primeros momentos. La compartición del suministro de agua de rociado entre diferentes equipos, no habría llevado probablemente a la activación de la extinción no requerida ya que, a pesar de la presencia de humo, los otros tipos de detectores (ópticos de llama y termovelocimétricos) posiblemente no se habrían activado.

Por otra parte, la no actuación de las bombas de achique de los drenajes tuvo importancia en la generación de la inundación, si bien es cierto, que el aporte de agua debido a distintas contribuciones, fue muy superior al debido exclusivamente a la extinción del incendio.

A.2.2. Organización de los medios humanos de lucha contra el fuego

En la C. N. Vandellós I no existe una brigada de protección contra incendios compuesta por personal con misión exclusiva de P.C.I. Tampoco existe ningún vehículo de bomberos, ni trajes de amianto para las intervenciones de lucha contra el fuego. Si existen equipos autónomos de respiración, que fueron utilizados la noche del 19/Octubre/89, por el personal de lucha contra el fuego y estuvieron disponibles para el personal de sala de control. La organización y medios de la central para la protección contra incendios figura descrita en tres procedimientos que desarrollan el Plan de Emergencia y tres notas técnicas sobre la ubicación de las botellas de aire comprimido, equipamiento de los postes de incendios y ubicación de los extintores portátiles respectivamente.

La organización de lucha contra el fuego es asumida por el supervisor jefe de turno quien designa un coordinador del puesto avanzado que permanece en el lugar de incendio manteniéndose en contacto con el supervisor jefe de turno. Está previsto, según procedimiento, que el coordinador del puesto avanzado establezca al menos dos líneas de lucha contra el fuego, una de extinción y otra de protección y que cada una de ellas esté dotada por dos personas. El personal se recluta en los diferentes servicios, preferentemente operación (equipo de turno) y protección radiológica.

La noche del 19/Octubre/89, al producirse el incendio y tener los diferentes auxiliares de turno noticia de él, se dirigieron al punto de concentración, para coger los equipos autónomos de respiración, y después al grupo turboalternador principal nº 2 procediendo a desenrollar mangueras y a acoplar racores mientras llegaban los parques de bomberos vecinos. La primera actuación contra el fuego la efectuaron los bomberos de C.N. Vandellós II y los de Hospitalet, que fueron los primeros en llegar, habiendo sido alertados por sendas llamadas de la central a C.N. Vandellós II y a los bomberos de la Generalitat al minuto de iniciarse el incendio.

En las proximidades del edificio IPE existen dos postes de incendios equipados, cada uno de ellos, con varios tramos de manguera un bifurcador y dos lanzas.

Como se dijo al hablar de que los sistemas de extinción sobre tanques no habían actuado, también en este caso el retraso de la intervención sobre el fuego contribuyó a la evolución libre del mismo en los primeros momentos.

Después de los bomberos de C.N. Vandellós II y de Hospitalet, fueron llegando progresivamente los diferentes bomberos de los municipios vecinos, realizando la planificación de la intervención el Coordinador del Servicio Contra Incendios y Salvamento de la Generalitat en Tarragona, asistido por un técnico de mantenimiento y un técnico de parque. El Jefe del Servicio de Protección Radiológica de C.N. Vandellós I permaneció en sala de control manteniéndose en contacto con el coordinador de la Generalitat, para lo cual, después de los fallos ocurridos en las comunicaciones, hubo de desplazarse en varias ocasiones personalmente.

En cuanto a la estrategia desarrollada, inicialmente comenzaron empleando agua sobre el grupo turboalternador principal nº 2, para más tarde cortar el paso al fuego también empleando agua sobre el cuerpo de alta del grupo turboalternador principal nº 1 (que asimismo se había visto afectado). Una vez hecho esto, se abrió una de las persianas que forman parte del techo de la cota + 9m. del IPE y se empezó a verter agua y espuma sobre las cotas inferiores del edificio.

Se emplearon cuatro horas en controlar el incendio y cinco horas y media (o seis horas) en extinguirlo totalmente.

A.2.3. Causas del incendio

El incendio se declaró en el grupo turboalternador nº 2, siendo su origen posible^(*) mecánico. Se detectaron vibraciones importantes del grupo (por encima de 180), produciéndose la parada rápida del grupo GP2, la rotura del sello del alternador (refrigerado por H_2) con la consiguiente fuga de H_2 que se inflamó y posteriormente explotó, y la rotura de las tuberías del circuito de engrase del cojinete exterior del cuerpo de alta de la turbina.

Debido a la rotura de las tuberías de aceite de lubricación de la turbina se derramó una cantidad apreciable de aceite al arrancar automáticamente todas las bombas auxiliares de lubricación, vaciando el depósito de lubricación situado en la cota +9.00 del edificio de turbina IPE, lo que contribuyó junto con el depósito de aceite de regulación situado en la 3,30 del IPE al mantenimiento del incendio. El volumen de aceite vertido se puede estimar de forma mayorada en 23 m³ del tanque de lubricación más 1 m³ de aceite de regulación.

El aceite derramado, en contacto con el hidrógeno inflamado o con equipos calientes, comenzó a arder en la parte superior e inferior del Grupo GP2, no pudiendo ser confinado al no existir un sistema de detección y extinción específico, en el turboalternador. El aceite fue derramándose incendiando los materiales existentes en la sala inferior del edificio de turbinas (IPE) cotas +9 y +3,30, como son las numerosas bandejas de cables que discurren por las salas sin ningún tipo de detección, extinción y protección pasiva, así como los diferentes equipos que encontró a su paso, dado que estas salas son diáfanas, sin compartimentaciones entre equipos y cables

(*) La causa raíz de este suceso todavía está en la fase de investigación a la hora de emitir este informe.

de distintas redundancias, ni separaciones físicas entre los auxiliares de los dos grupos. Los depósitos de aceite no disponen de cubetos para poder recoger los posibles vertidos, lo que favoreció que el aceite derramado se extendiera por todas las salas.

Por otro lado, tal como ya se ha mencionado, los sistemas de detección y extinción no funcionaron durante el incidente y además eran ineficaces.

Todo ello da una idea del porqué de la extensión y duración del incendio, combinado con la no existencia de una brigada específica de bomberos en la central, y el consiguiente retardo en la actuación de los bomberos de la Generalitat y C.N. Vandellós II.

Hay que significar que en la cota +9, una de las bandejas que recorre en horizontal la placa metálica de separación entre la sala del edificio de turbinas y la sala de cables, estaba quemada parcialmente, llegando incluso al sellado de penetración a la sala de cables.

Similares consideraciones (falta de salas compartimentadas, falta de puertas de resistencia al fuego y estancas, cortafuegos, sistemas de ventilación adecuados, etc.) se pueden hacer para la inundación y el humo, lo que permitió que el agua llegara a la cava del reactor y al edificio de piscinas y el humo a todas las dependencias de la central, incluida la sala de control.

A.2.4. Áreas y equipos afectados por el incendio e inundación

Las áreas afectadas por el incendio fueron las cotas +9.00 y +3.30 del IPE (figuras 2.1 y 2.2) justo debajo del turbogruppo 2.

Entre los equipos importantes para la seguridad de la central fuera de servicio afectados por el fuego, podemos citar:

- a) *Dos de los cuatro motores de las bombas de los circuitos de agua desmineralizada EDOR que sirven para refrigerar diferentes auxiliares importantes para la seguridad.*
 - b) *Circuitos del sistema de aire comprimido de regulación que, entre otras funciones, es necesario para la regulación de niveles de agua en los condensadores y tanques de alimentación de turbosoplantes y cuartos de cambiador.*
 - c) *Cables eléctricos de potencia de los auxiliares principales necesarios para el funcionamiento de las turbosoplantes (TS) nº 3 y 4.*
 - d) *Cables eléctricos de alimentación de los motores de las bombas de los circuitos de agua del intercambiador de parada (RAiE).*
- Hay que indicar que las bandejas de estos cables junto a los cables de potencia de los auxiliares de las TS 3 y 4 pasan por la cota 3'30 del IPE (ver figura 2.3).*
- e) *Armarios eléctricos de mando y control (48 Voltios) que entre otros muchos efectos produjo la pérdida de actuación de las bombas de achique del IPE y de la cava del reactor.*
 - f) *Dos juntas flexibles en el circuito de agua de circulación del condensador del grupo GP2 situadas entre las cotas +9,00 y +3,50 del IPE, derramándose agua de mar hasta que las bombas dispararon por pérdida de las barras de alimentación general.*

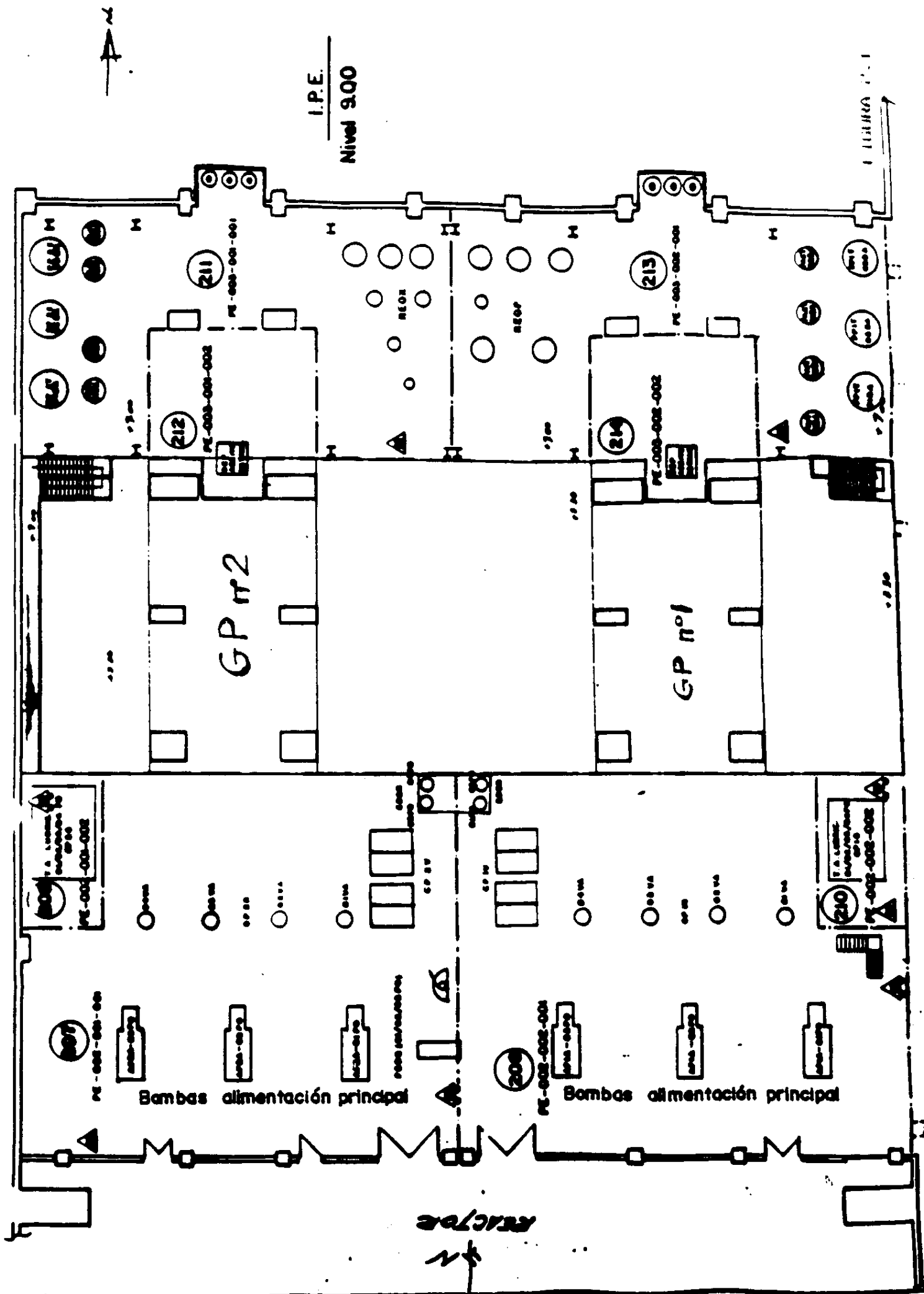
Debido a la rotura de estas juntas flexibles en el circuito del condensador GP2, se derramó agua de mar, que unido a la pérdida de regulación del nivel de agua en circuitos EDOR y al agua utilizada por los bomberos provocó la inundación de la cava del reactor a través de una de las puertas que ponen en comunicación la cava con el IPE, alcanzando en la cava un nivel aproximado de 0'80 a 1 m. y, en conjunto, ocupando un volumen de 4.000 m^3 (Ver figura 2.4).

Entre los equipos importantes para la seguridad de la central afectados por la inundación se pueden citar:

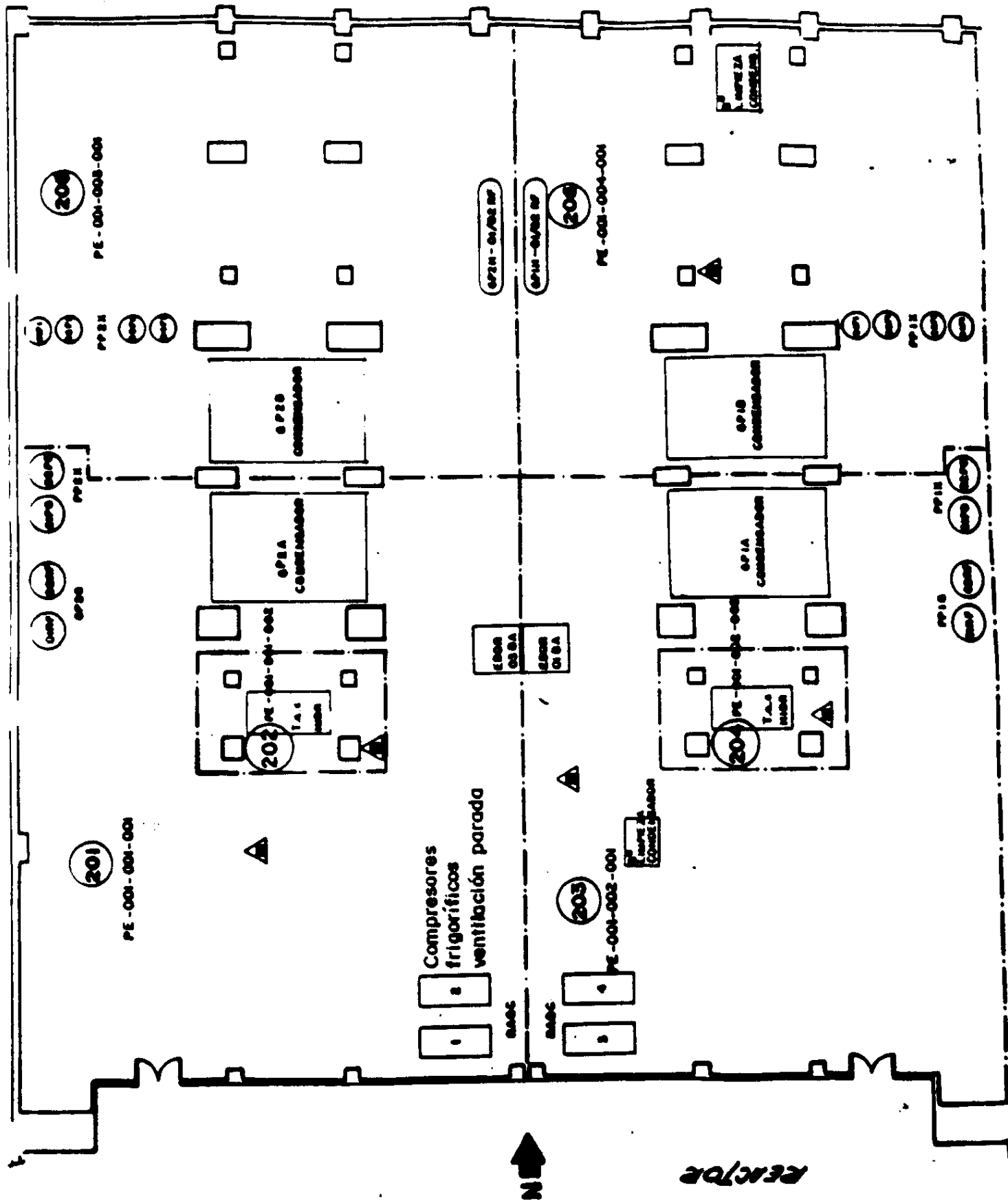
- a) Las bombas de extracción de los condensadores de las TS (verticales) que estuvieron inundadas hasta el acoplamiento entre motor y bomba, pero aún así siguieron funcionando.*
- b) Las bombas de alimentación complementarias (horizontales) estaban inundadas hasta el nivel del eje. Los motores de 5,5 Kw siguieron funcionando al estar en un carter estanco y no llegar el agua a las bornas (situadas por encima del nivel de agua). Hay que indicar que estas bombas debido a los problemas habidos en la regulación de los condensadores y tanques de alimentación de las TS1 y TS2 sufrieron paradas y arranques alternativos.*
- c) Los compresores de refrigeración de la ventilación de parada.*
- d) Los motores del circuito de refrigeración del agua de piscinas.*
- e) Las bombas del RAiE y las bombas de llenado del sistema de refrigeración de parada.*

El agua de la cava fue evacuada, una vez el fuego fue controlado, mediante equipos de achique que existían en la central y otros conseguidos en el exterior.

I.P.E.
Nivel 900

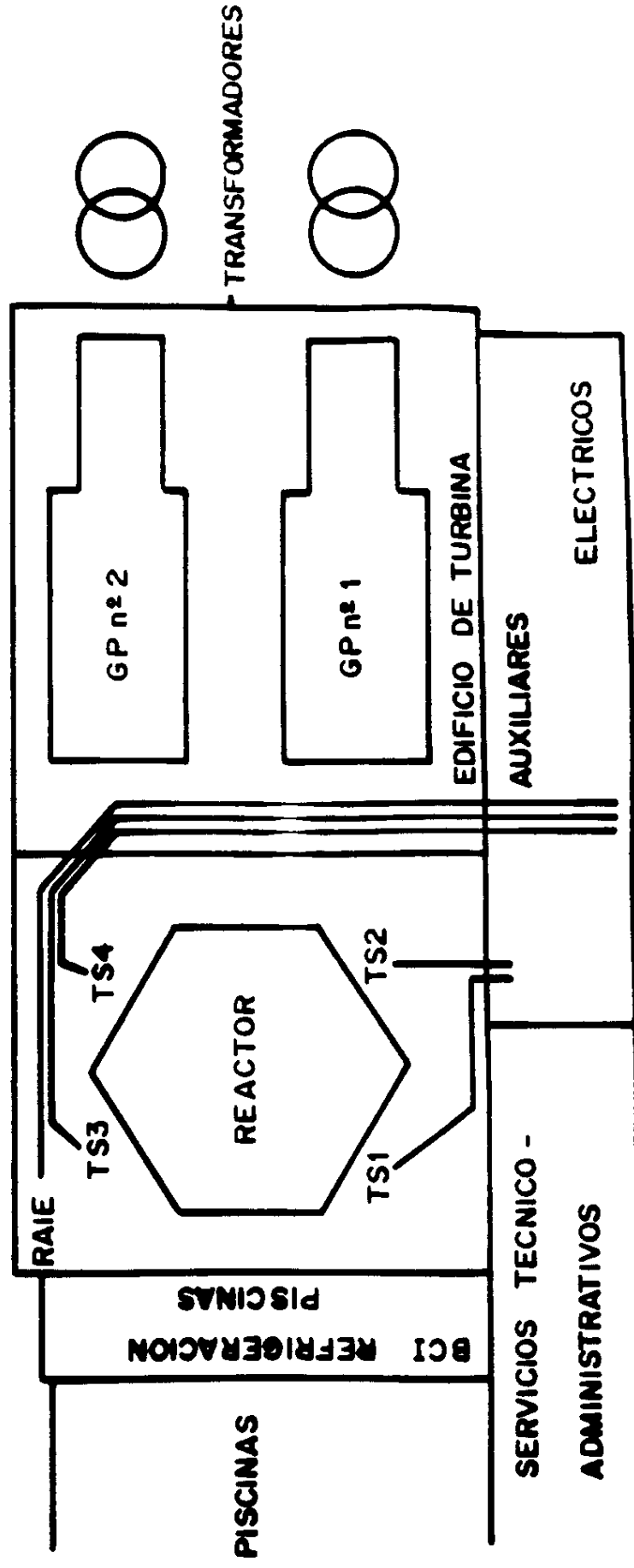


I.P.E.
Nivel 3.30



VANDELLOS I

RUTADO DE LOS CABLES ELECTRICOS DE ALIMENTACION A LAS TURBOSOPLANTES Y LAS BOMBAS DEL RAIE



A.3. Análisis Operativo del Incidente

En este apartado se analizan los sistemas de la planta necesarios para mantener adecuadamente las condiciones de seguridad y la refrigeración del núcleo.

La evolución de los principales parámetros de seguridad durante el incidente está reflejada en la figura 3.1.

La presión de CO_2 en el cajón alcanzó un valor máximo de 29,7 bars a las 22h. 37', debido a la elevación de la temperatura del CO_2 a la salida del cambiador principal. A 30.1 bars de presión está prevista la percusión de las membranas de las válvulas de seguridad del cajón, para evitar que se supere la presión de diseño. Esto hubiera sido problemático en las condiciones del incidente, ya que las válvulas que producen el cierre tras la percusión de las membranas, son accionadas por aire y no hubieran podido cerrar por falta de presión en el sistema de aire comprimido (ver apartado 3.4). Para evitar estos problemas, la central había previsto hacer un alivio manual de CO_2 por la línea de vaciado del cajón si la presión seguía subiendo, antes de que se alcanzara el tarado de percusión de las membranas de las válvulas de seguridad.

La temperatura del CO_2 a la salida del cambiador principal alcanzó un valor máximo de 310°C, a las 23h 51', debido a la falta de alimentación adecuada al cambiador. Esta temperatura que es también la temperatura del CO_2 en la salida de las turbosoplantes, superó ampliamente los valores de operación normal que están en torno a 230°C. A 250°C existe un disparo del reactor y a partir de 315°C no puede garantizarse la hermeticidad en la zona de turbosoplantes.

La temperatura del CO_2 a la salida del núcleo se mantuvo por debajo de los valores de operación a potencia que están en torno a 400°C. El máximo valor alcanzado tras el disparo fue 328°C.

A continuación se describen brevemente cada uno de los sistemas necesarios para mantener los anteriores parámetros dentro de valores aceptables, y la forma en que fueron afectados cada uno de ellos durante el incidente.

A.3.1. Sistemas de refrigeración del reactor:

Existen varios sistemas para refrigerar el reactor, que en general, no pueden considerarse redundantes unos de otros, porque las condiciones de la planta en que pueden operar son distintas para cada uno de ellos. A continuación se describen dichos sistemas y la forma en que fueron afectados durante el incidente.

A.3.1.1. Sistema de refrigeración normal

A.3.1.1.1. Descripción General

El sistema de refrigeración en operación normal está constituido por cuatro turbosoplantes que impulsan el CO_2 a través del núcleo y un cambiador de calor principal en la parte baja del cajón, que actúa como foco frío. El CO_2 atraviesa el núcleo en sentido descendente, extrayendo el calor producido en el mismo, y pasa a continuación por el cambiador principal donde es refrigerado. En operación a potencia el CO_2 se mantiene a una presión de unos 29 bars.

Las turbosoplantes son accionadas por vapor producido en el cambiador principal cuando la central opera a potencia y por vapor producido en la central auxiliar durante los arranques y las paradas. Una sola de las turbosoplantes es suficiente para extraer el calor residual tras un disparo del reactor.

Para su correcto funcionamiento, las turbosoplantes necesitan una serie de circuitos auxiliares de aceite y de agua-vapor. El aceite de estanqueidad tiene como misión evitar fugas de CO_2 al exterior del cajón a través de los mecanismos de la turbosoplante. Dicha estanqueidad se consigue mediante la inyección a presión de una mezcla de aceite y CO_2 nuevo. El aceite de engrase tiene como misión de lubricación y refrigeración de los empujes y cojinetes de las turbosoplantes. El aceite de regulación actúa los servomotores de accionamiento de las válvulas de admisión y regulación de vapor de las turbinas de arrastre de las soplantes.

En operación a potencia, el cambiador principal se alimenta con dos bombas de alimentación principal de cada grupo (existen tres por grupo) y con cuatro bombas de alimentación complementarias, quedando otras cuatro de reserva.

El vapor producido a una temperatura aproximada de 390°C y a una presión de unos 34 bars en turbina, acciona las turbinas de los grupos principales, las turbinas de las soplantes y las de los grupos auxiliares de la central auxiliar. Los caudales de vapor en condiciones nominales son de 900 Tm/h por cada grupo principal.

Tras un disparo del reactor, se produce el basculamiento de las turbosoplantes a la admisión auxiliar, pasando a alimentarse tanto las turbosoplantes como los grupos auxiliares con vapor producido por la central auxiliar. La alimentación al cambiador principal se realiza a cada cuarto del cambiador con las bombas de alimentación complementarias. Existen dos por cada cuarto, estando una en funcionamiento y otra en reserva. Las bombas de alimentación complementaria aspiran el agua de los depósitos de alimentación complementaria, donde el agua es desgasificada y precalentada.

El vapor producido en cada cuarto de cambiador es condensado en las expansiones desobrecalentadoras, de donde pasa al con-

densador de la turbosoplante correspondiente, que es el foco frío del circuito. Desde el pozo del condensador el agua es aspirada por las bombas de extracción. Existen tres por cada turbosoplante, siendo necesarias dos durante los arranques y paradas y una en operación normal. El agua procedente del condensador es enviada a través del condensador de vahos y del sistema de tratamiento continuo de agua, al depósito de alimentación complementaria, o bien al depósito de transferencia TFOR, en función de los niveles del propio condensador y de los depósitos de alimentación complementaria. Las válvulas neumáticas PAiX 01VA, PAiD 01 y 02 VA son las encargadas de hacer esta regulación. Asimismo, con un alineamiento adecuado de dichas válvulas, se puede aportar agua de TFOR a los condensadores de las turbosoplantes por bajo nivel en los mismos. En caso de pérdida de TFOR, puede aportarse directamente agua desmineralizada a los condensadores de las turbosoplantes a partir del circuito EDOD de distribución de agua desmineralizada.

A.3.1.1.2. Comportamiento durante el incidente

Durante el incidente se quemaron los cables de alimentación eléctrica a las bombas de aceite de engrase y de estanqueidad de las turbosoplantes TS3 y TS4, quedando dichas turbosoplantes y los cuartos correspondientes del cambiador principal indisponibles, ya que se perdió la alimentación eléctrica a las bombas de alimentación complementarias.

Las bombas de agua de alimentación complementaria de las otras dos turbosoplantes, que son bombas horizontales, única forma de refrigeración prevista del cambiador en ese momento, funcionaron cubiertas de agua hasta algo más de la altura del eje. Asimismo las bombas de extracción, que son de eje vertical, estuvieron funcionando inundadas hasta el cojinete de unión entre el motor y la bomba.

La alimentación a los cuartos 1 y 2 tuvo serias dificultades ya que la pérdida de aire comprimido (ver apartado 3.4) hizo que fallaran las válvulas PAiD (i=1,2) 01VA PAiD (i=1,2) 02VA y PAiX (i=1,2) 01VA de regulación de nivel de los condensadores y tanques de alimentación complementaria, disparando sucesivas veces las bombas de alimentación por falta de nivel.

Las válvulas PAiD (i=1,2) 01VA y 02VA permiten la conexión de los condensadores de las turbosoplantes con el tanque de transferencia TFOR, aportando o enviando agua a dicho tanque en función del nivel en los condensadores. Para ello las válvulas PAiD (i=1,2) 01VA debe estar abiertas y las PAiD (i=1,2) 02VA cerradas. Durante el incidente quedaron en posiciones contrarias a las descritas y debieron ser actuadas manualmente, entrando con equipos autónomos en el Edificio del Reactor (están situadas en la Cota 9 de dicho Edificio).

Las válvulas PAiX (i=1,2) 01VA regulan el caudal de agua que envían las bombas de extracción de los condensadores a los tanques de alimentación complementaria. Estas válvulas quedaron cerradas, produciéndose a pesar de ello un pequeño aporte de agua al tanque por fugas de dichas válvulas, aunque totalmente insuficiente, ya que en cuanto se arrancaban las bombas de alimentación volvía a bajar el nivel y volvían a disparar. Debieron ser abiertas manualmente.

Esta situación se mantuvo arrancando y parando sucesivamente las bombas, hasta aproximadamente las 12 de la noche en que se realizaron las intervenciones manuales sobre las válvulas, logrando mantenerse un caudal de alimentación estable al cuarto 1, hasta las 01h 16', en que se produce un nuevo desajuste en la regulación manual. La regulación manual de la alimentación al cambiador se mantuvo hasta la tarde del día 20. Ver figura 3.1-bis con los registros de los caudales de agua de alimentación proporcionados por C.N. Vandellós I.

Las maniobras sobre el cuarto 2 fueron similares a las del cuarto 1 aunque un poco retrasadas en el tiempo, porque el personal de operación se dedicó en primer lugar a controlar el cuarto 1 y cuando se lograba estabilizar, se iniciaban las maniobras en el cuarto 2.

A partir de las 17h del día 20 se logró mantener una alimentación estable a ambos cuartos de 70T/h.

A.3.1.2. Sistema de refrigeración en parada

A.3.1.2.1. Descripción General

El sistema de refrigeración en parada tiene capacidad para extraer una potencia de 16Mwt, es decir, una potencia que corresponde al calor residual del núcleo unas 3 horas después de la parada. Está constituido por dos subsistemas de cambiadores de calor situados en la parte alta del cajón (figura 3.2) y está concebido para funcionar con el reactor a presión y con las turbosoplantes paradas, estableciendo una circulación ascendente de CO₂ en termosifón entre el núcleo y los tubos del cambiador.

Cada subsistema del cambiador de parada dispone de seis semimódulos en la parte alta del interior del cajón, imbricados entre sí, formando seis módulos, aunque funcionalmente ambos subsistemas son totalmente independientes.

El CO₂ sale caliente de la cara superior del núcleo y es aspirado por las columnas frías de los módulos del Cambiador, descendiendo por el espacio anular entre el núcleo y el cajón, para ser aspirado de nuevo por los canales calientes del núcleo.

En operación normal el cambiador se mantiene en nitrógeno para evitar la activación del agua y la corrosión de los materiales, siendo necesario vaciar el nitrógeno y llenar de agua el circuito antes de su puesta en funcionamiento. Para ello se dispone de dos bombas de llenado (RAOR) que toman el agua del sistema de distribución de agua desmineralizada EDOD y la envían a los tanques del circuito.

El agua se hace recircular por los módulos del interior del cajón mediante las bombas de circulación. Existen dos por cada subsistema, estando una en operación y otra en reserva. A la salida del cajón el agua pasa por los tanques y por unos cambiadores de calor, refrigerados por agua de mar, que constituyen el foco frío del circuito, volviendo a ser impulsados por las bombas hacia el interior del cajón.

A.3.1.2.2. Comportamiento durante el incidente

Durante el incidente este sistema quedó indisponible, ya que tanto las bombas de llenado, como las bombas del circuito, está situadas en la cava del Edificio del Reactor y quedaron cubiertas por el agua que inundó la cava. Además, los cables de alimentación eléctrica a estas bombas fueron afectados por el incendio.

Tras la eliminación del agua de la cava, se trató de recuperar lo antes posible la operabilidad del sistema. Para ello fue necesario efectuar un nuevo tendido de cables eléctricos por las zonas afectadas, sustituir los motores de las bombas por otros de potencia equivalente y alimentar eléctricamente uno de ellos mediante un grupo electrógeno. La potencia nominal de los motores de las bombas es de 100 CV. y fueron sustituidos uno de ellos por un motor de la misma potencia y otros dos por motores de 75 CV. El sistema quedó disponible con tres bombas operables en la mañana del día 21.

A.3.1.3 Sistema de ventilación en parada

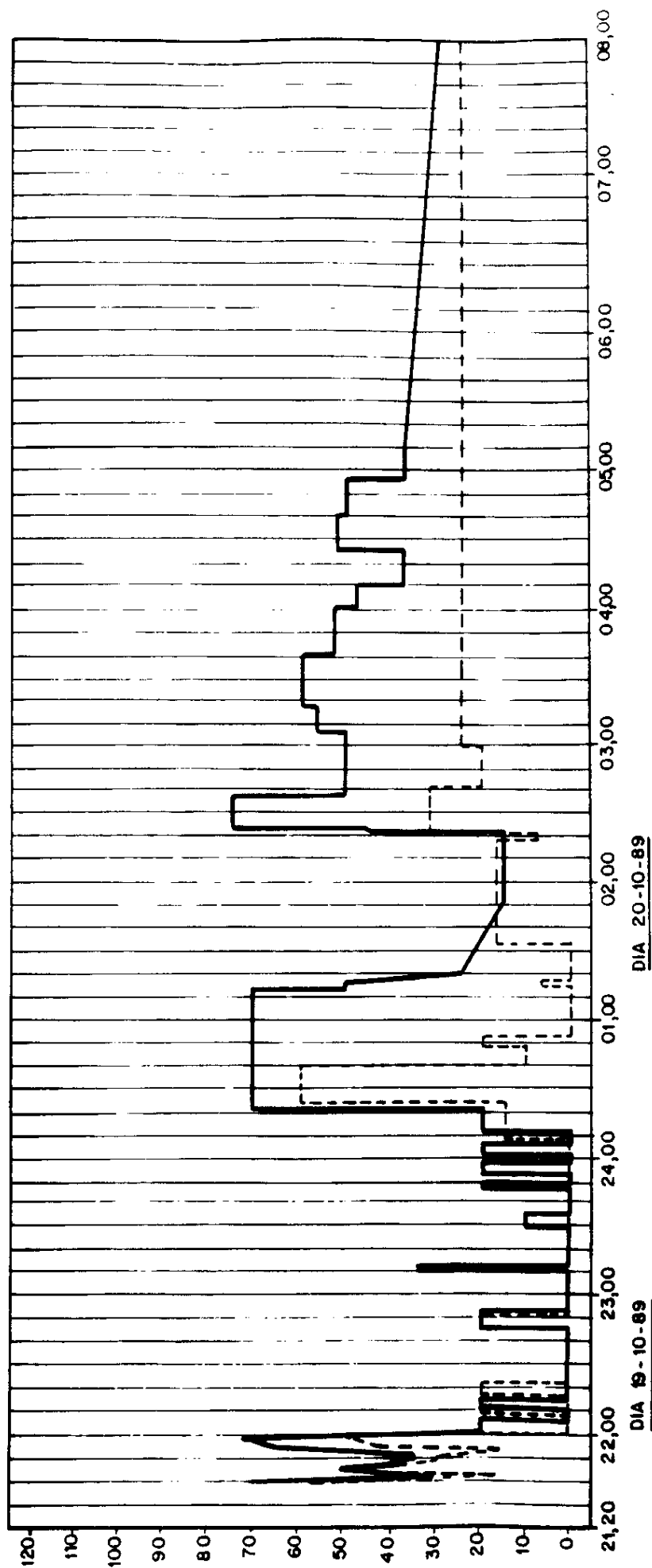
El sistema de ventilación en parada está diseñado para mantener la refrigeración del núcleo con el cajón abierto, permitiendo el acceso de personal al cajón para realizar tareas de inspección, reparación o mantenimiento. Establece una corriente de aire a través del núcleo con capacidad para refrigerar una potencia de 6,25 Mwt, es decir, una potencia correspondiente al calor residual del núcleo unos tres días después del disparo del reactor.

Está constituido por ocho compresores de aire y cuatro conjuntos de acondicionamiento del aire, que realizan la desecación, filtrado y calentamiento del mismo antes de su entrada en el cajón. A la salida se dispone de un refrigerante para bajar la temperatura del aire de 150°C a 60°C, un conjunto de filtros y cuatro ventiladores que provocan el tiro forzado.

Este sistema también quedó indisponible durante el incidente, ya que los compresores están situados en la cava del Edificio IPE y estuvieron inundados. Volvió a estar disponible a partir de la tarde del día 21.

FIG. 3.1 (BIS)

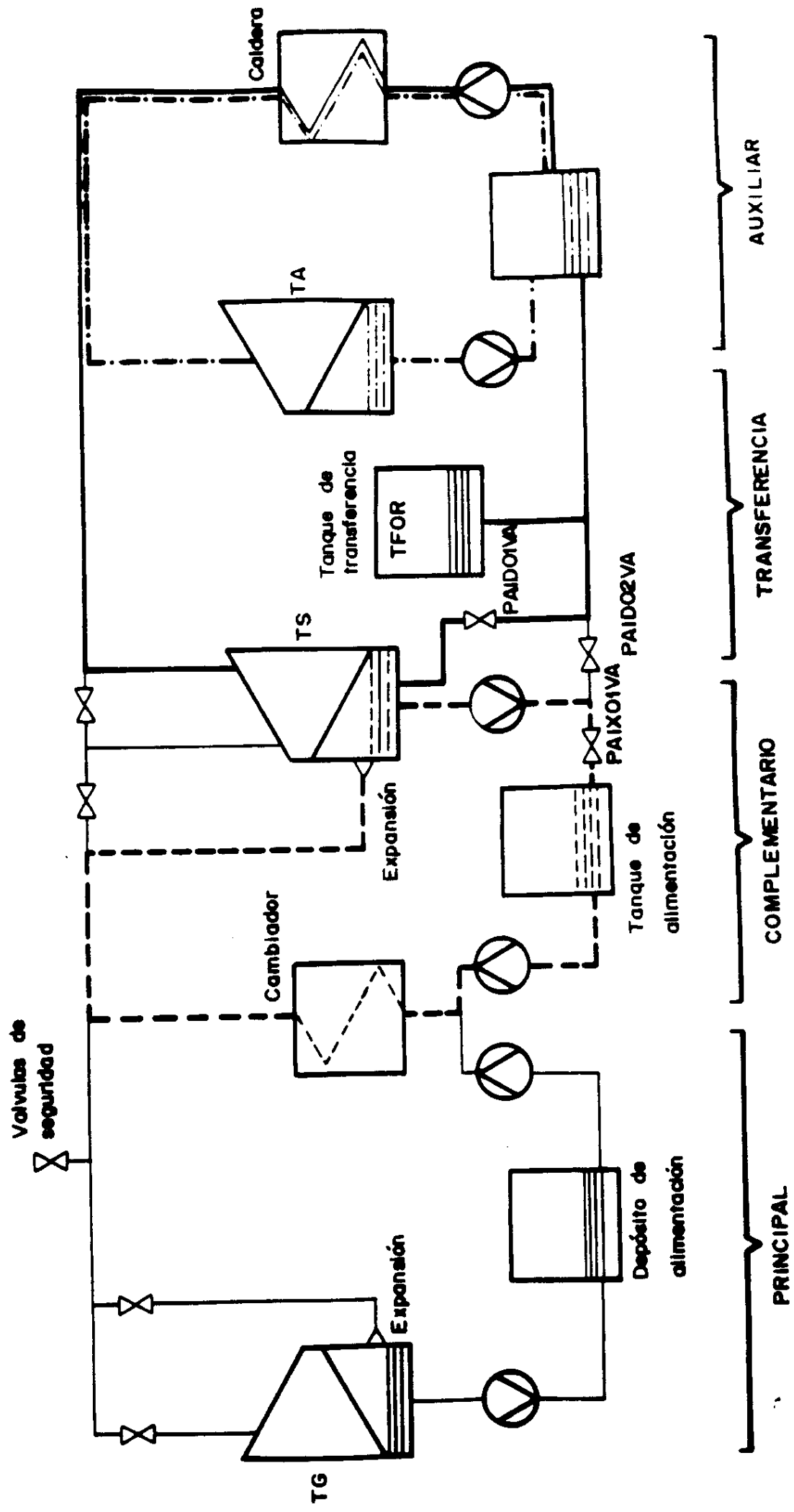
CAUDALES DE ALIMENTACION A LOS CUARTOS DE CAMBIADOR N° 1 Y N° 2



NOTA: A partir de las 22 h los medidos de caudales se han de entender como valores medios

AA1A caudal de agua al cuarto de cambiador n° 1 (t/h)
AA2A caudal de agua al cuarto de cambiador n° 2 (t/h)

FIGURA 3.2 ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION NORMAL



CONJUNTO DEL CAJON

Corte vertical

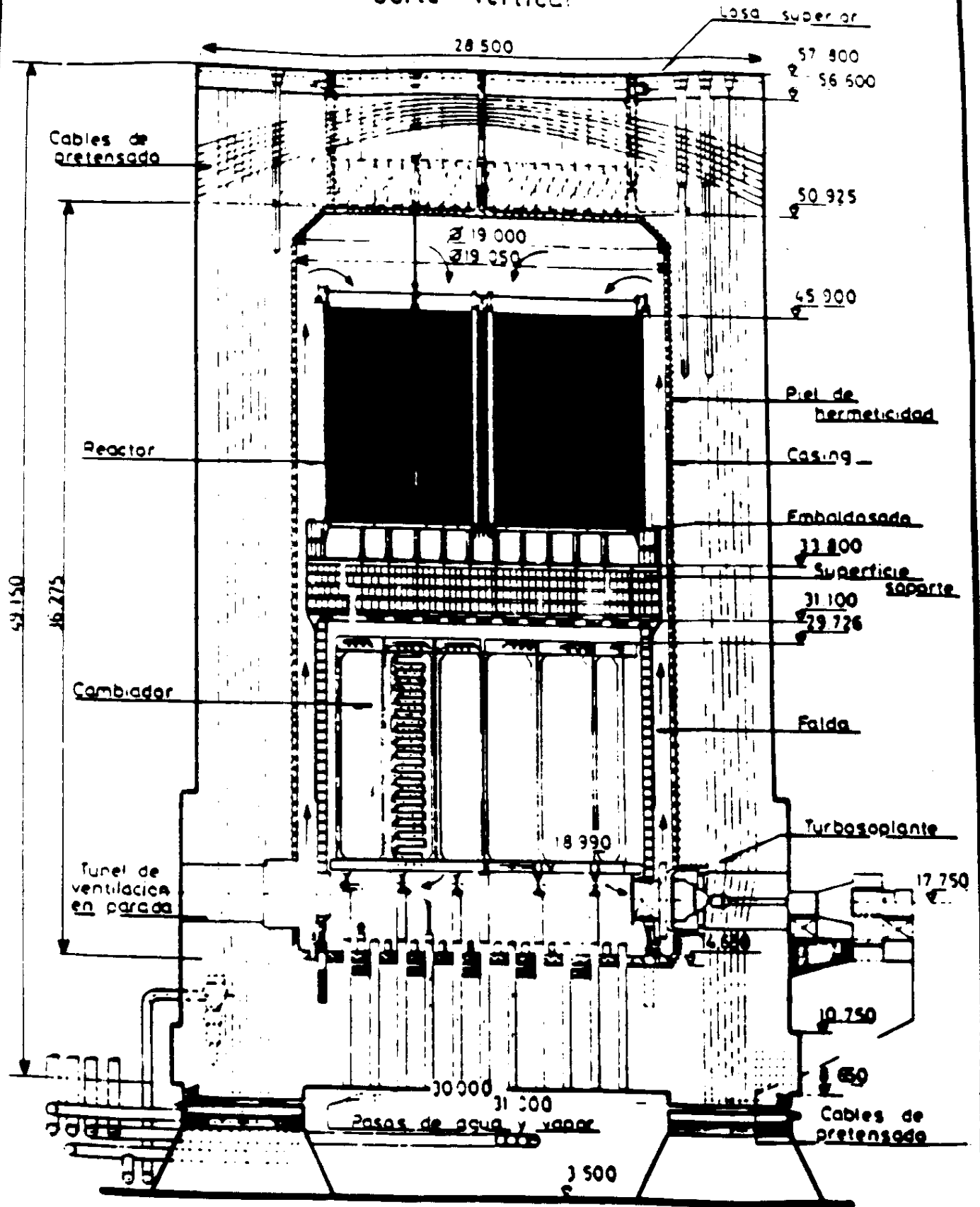
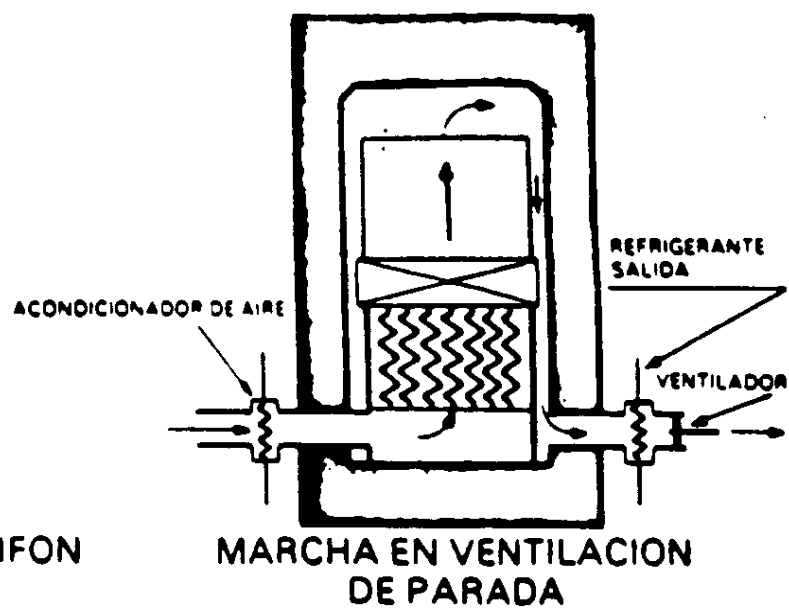
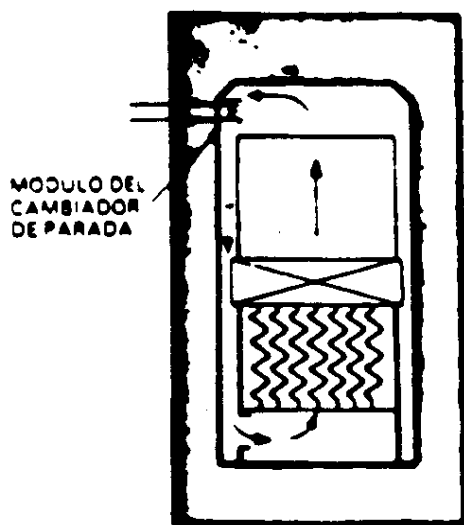
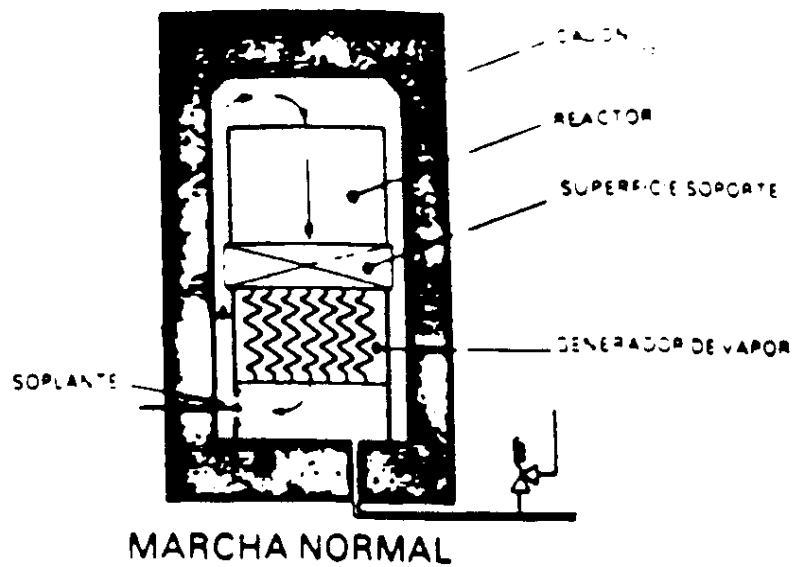


FIGURA 3.3



Esquemas de funcionamiento de la refrigeración del reactor.

FIGURA 3.4

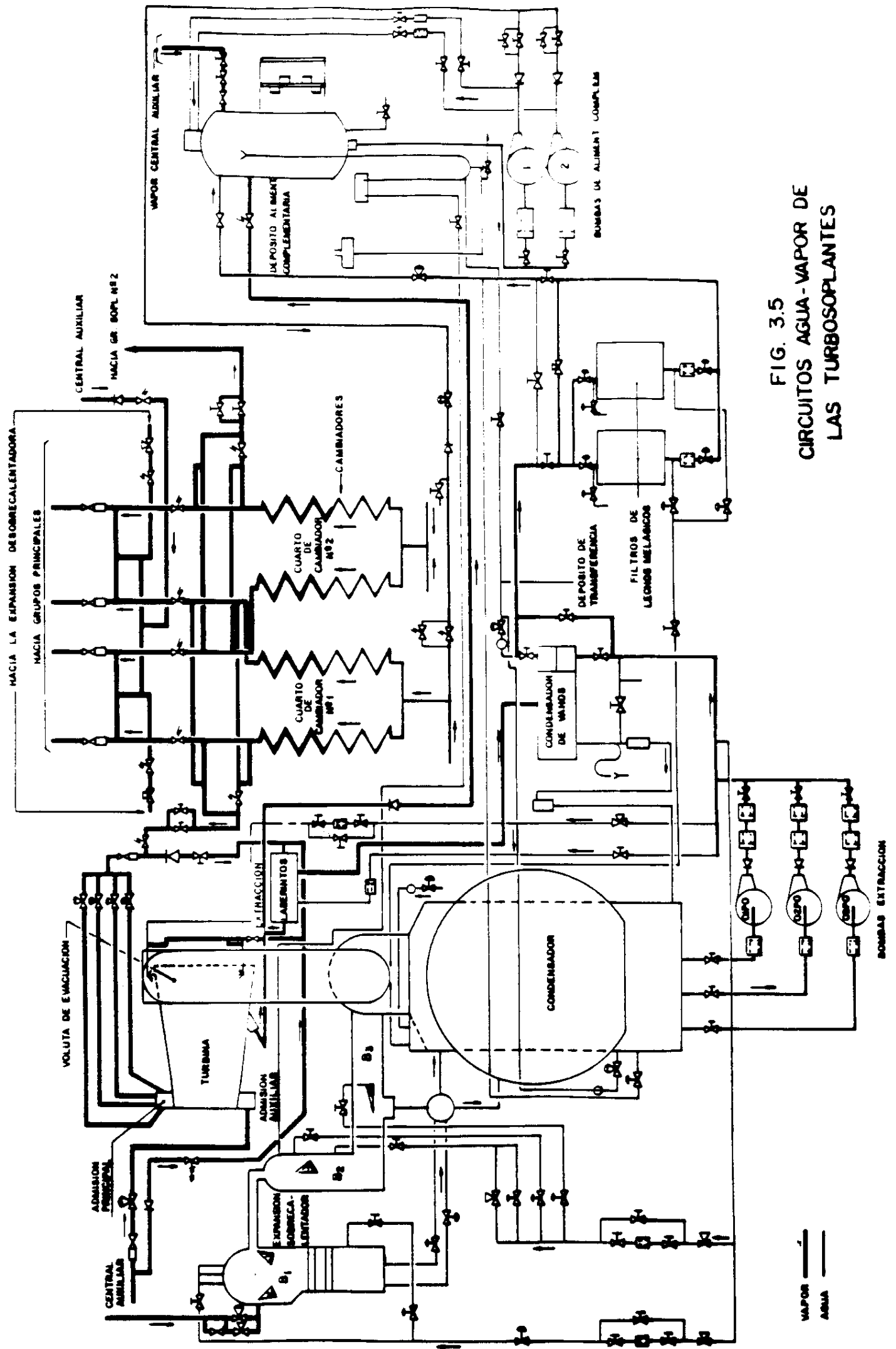


FIG. 3.5
CIRCUITOS AGUA-VAPOR DE
LAS TURBOSOPPLANTES

Diagrama de flujo detallado del sistema de soporte vital para la Estación Espacial Skylab. El diagrama muestra la ventilación de la estación (MODULO) a través de un sistema de filtración y recambio de nitrógeno (RAZE, RAIE, OIBA, OIBA). El sistema incluye bombas de circulación (O2PO, O2PO), bombas de llenado (EDOD), y un depósito de nitrógeno (RAOR). Se detallan las conexiones a la atmósfera (ATM) y al sistema de refrigeración (HACIA FOSA DE RETENCION DEL CIRCUITO DE REFRIG. CAJON).

FIGURA 3.6

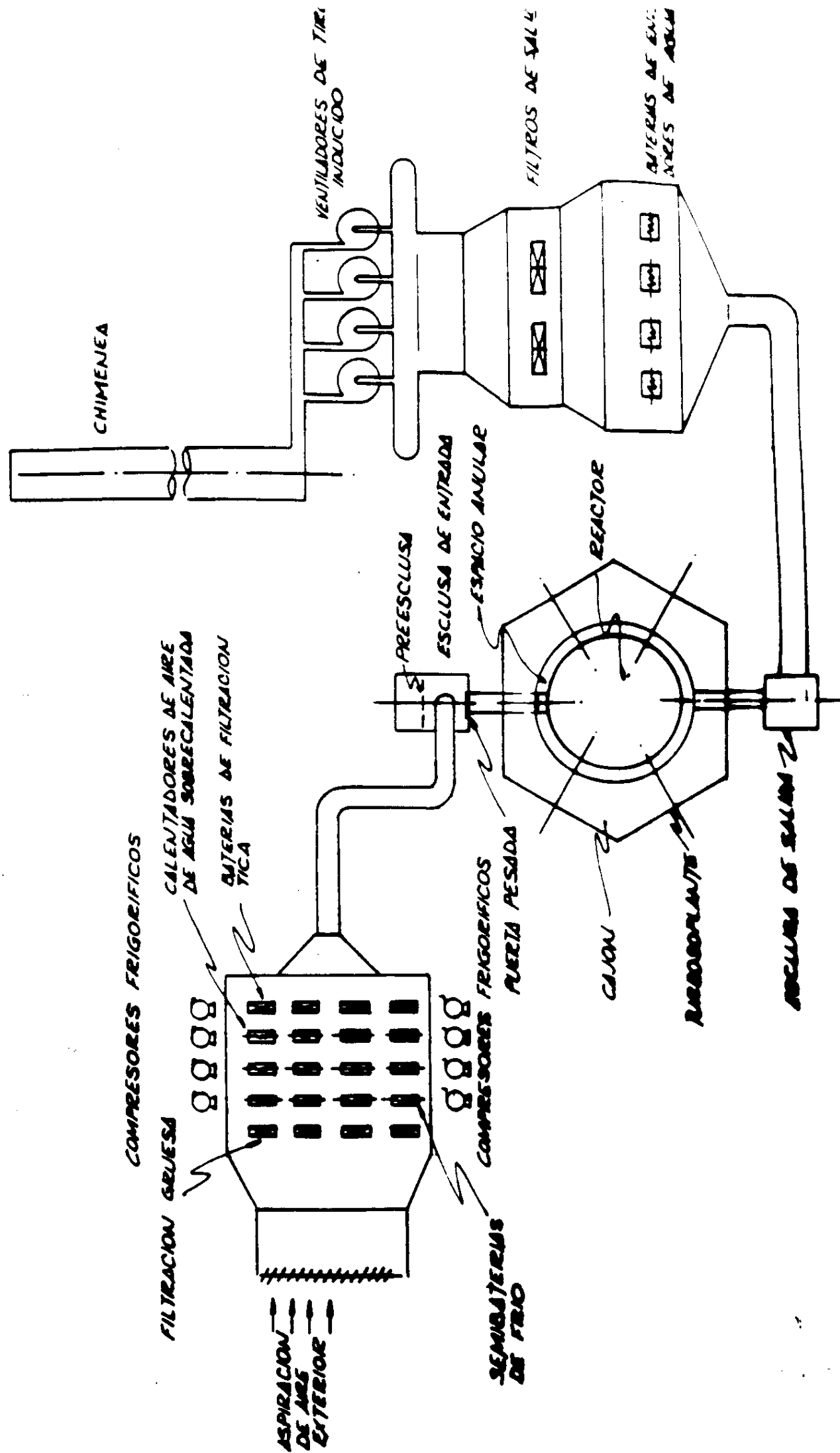


FIGURA 3.7 SISTEMA DE VENTILACION EN PARADA

A.3.2. Sistemas eléctricos

A.3.2.1. Descripción General

Siguiendo el esquema de distribución eléctrica de la figura 3.7, la Central consta de dos grupos turbo-alternadores GP1 y GP2, con una potencia unitaria de 250 MVA. Para evacuar la energía producida cada alternador esta conectado a un transformador principal de 296 MVA (GP1LO1TP y GP2LO1TP) cuyas bornas de alta tensión están enlazadas con el parque de 380 KV próximo a la central mediante una línea de 380 KV de aluminio/acero. Esta línea constituye además la alimentación eléctrica exterior necesaria cuando los grupos turbo-alternadores están parados o en curso de arranque (interruptor de salida de cada alternador abierto). El suministro de energía eléctrica a los servicios auxiliares de la central se realiza mediante los transformadores auxiliares de 12 MVA (GP1LO1TT y GP2LO1TT) cada uno asociado a un grupo turbo-alternador con posibilidad de alimentación a través de dicho grupo o de la red exterior.

A partir de los transformadores auxiliares de relación de transformación 20/5.5 KV se alimentan los auxiliares de media tensión de la central a 5.5 KV y los auxiliares de baja tensión a 380 V. Ambos se clasifican en auxiliares vitales y no vitales.

Dentro de los auxiliares no vitales de 5.5 KV existen dos juegos de barras (DG1A y DG2A) que alimentan los auxiliares de grupo de cada uno de los turbo alternadores principales y un juego de barras (DG0A) que alimenta los auxiliares comunes a ambos grupos y al reactor, esta barra puede alimentarse desde uno a otro transformador auxiliar. Desde estas barras, mediante transformadores de 630 KVA se alimentan los equipos no vitales a 380 V.

Los auxiliares vitales se alimentan a través de las barras de 5.5 KV DS1A, DS2A, DS3A, y DS4A cada una de ellas está unida a su

correspondiente barra DX1A, DX2A, DX3A y DX4A de la central auxiliar y estas a su vez están alimentadas independientemente por los turboalternadores de la central auxiliar (GX1, GX2, GX3 y GX4).

Los grupos funcionan permanentemente, de forma que la alimentación normal de las barras DSiA es la procedente de estos turbo grupos, en el caso de pérdida de uno de ellos, el conjunto DSiA/DXiA de la división afectada se transfiere automáticamente a la alimentación eléctrica exterior a través del transformador auxiliar. De las barras DSiA y sus correspondientes a nivel de 380 V (DSiB y DSiC) se alimentan los equipos más importantes desde el punto de vista de la seguridad de la central, tales como bombas de agua de alimentación auxiliar, bombas del RAiE, refrigeración del RAiE, refrigeración del cajón, bombas de estanqueidad, engrase y bloqueo de las turbo-soplantes y ventilación en parada. De las barras DXiA y sus correspondientes a nivel de 380V (DXiB) cuelgan los equipos de la central auxiliar (turboalternadores, calderas, compresores de aire, etc).

En relación con los sistemas de distribución de corriente continua de la central, tienen como misión la alimentación de los circuitos de control y mando, el accionamiento de aparatos de apertura y cierre, y la alimentación de equipos varios. La distribución de C.C. está dividida en dos áreas independientes, una es la correspondiente a la central principal y otra la central auxiliar. En cuanto a los niveles de tensión hay dos tipos 48 V y 115 V. En la central principal el sistema de 48 V tiene la función de transmisión de ordenes (alimentación de relés) y alimentación de electroválvulas de potencia reducida (inferior a 25 W). Existen dos circuitos diferentes uno denominado 48 V normal (DSOQ) y otro de seguridad (DSOR), estas barras se alimentan a través de tres conjuntos batería-cargador dependiente de las barras vitales DSiB. Dentro del sistema de 48 V se tienen además 48 V de regulación para la alimentación a la regulación de las turbosoplantes (RBiT, $i = 1$ a 4) con 4 conjuntos batería-cargador independientes ligados también

a las barras DSiB. Para la regulación general se dispone de un conjunto batería-cargador (RDOT) ligado a la barra no vital DGOA.

El sistema de 115 V de la central está dividido en dos subsistemas.

- 115 voltios equipos (DSOM) (alimenta a disyuntores, contactores, etc).
- 115 voltios distribución (DSOP) (alimenta equipos diversos de potencia superior a 25 W, tales como electroválvulas, acopladores excitación de grupos, etc).

Ambos sistemas dependen mediante 4 conjuntos Batería-cargador de las barras vitales DSiB.

En la central auxiliar el sistema de 48 V está dividido en dos subsistemas 48 V normal (DXiQ) y 48 V de seguridad (DXOR). DXiQ alimenta los automatismos y cadenas de regulación de cada conjunto turbo-grupo-caldera auxiliar de forma independiente a través de 4 conjuntos batería-cargador que cuelgan de las barras vitales DXiB. DXOR constituye la segunda alimentación para los automatismos es única y común a los cuatro grupos, esta formada por un conjunto batería-cargador que puede ser alimentado a través de cualquiera de las barras vitales DXiB.

El sistema de 115 voltios de la central auxiliar (DXOM) alimenta las bobinas de mando de los disyuntores situados en la Central Auxiliar y las bombas de C.C. de engrase a los turboalternadores.

El juego de barras DXOM está subdividido en dos, cada uno alimenta la mitad de los equipos y se alimenta por un conjunto batería cargador que pueden ser conectados a cualquiera de las barras vitales DXiB.

A.3.2.2. Comportamiento durante el incidente

Con anterioridad al incidente los sistemas de distribución eléctricos estaban normalmente conectados, es decir, las barras vitales alimentadas desde sus respectivos grupos turbo-alternadores auxiliares y las barras no vitales alimentadas por los grupos principales a través de los transformadores auxiliares. El disparo del grupo principal 2 (apertura del interruptor de salida del alternador) es prácticamente simultáneo al inicio del suceso. Un minuto después, provocado por el disparo del reactor, dispara el grupo principal 1, esto origina el que las barras no vitales pasen a alimentarse de la red exterior. Las barras vitales no se ven afectadas al estar alimentadas desde la central auxiliar.

El incendio originado en el grupo principal 2 afecta fundamentalmente a bandejas de cables y equipos dependientes de barras no vitales y barras vitales (DS3A y DS4A) así como al sistema de corriente continua de la central principal. Estos defectos son despejados por los disyuntores correspondientes, en los primeros minutos del incidente, perdiéndose alimentación eléctrica a equipos auxiliares de los turbosoplantes 3 y 4 que provocan el disparo de las mismas así como pérdida de tensión de 48 V a diversos sistemas.

Alrededor de los 10 minutos de iniciado el suceso se produce la activación de los relés de protección de la barra DS3A disparándose su alimentación desde la central auxiliar y no actuando la transferencia automática de alimentación a la red exterior. Lo mismo ocurre pocos minutos después con la barra DS4A. (según los registros obtenidos en las impresoras). Los operadores intentaron reponer tensión en estas barras actuando los controles desde Sala de Control sin éxito. Los controles locales (barras de 5.5 KV) tampoco respondieron, siendo necesario la actuación de la palanca de cierre manual en los interruptores DS3A01DJ y DS4A01DJ para alimentar estas barras desde la red exterior.

En la central auxiliar, el operador, pocos minutos después del inicio del suceso, observa alarma de defecto a tierra barra DX4A y 1 minuto después disparo del grupo y caldera GX4. Algunos minutos después disparan el grupo y caldera GX3. (Estos sucesos deben de ser simultaneos con la pérdida de tensión en las barras DS3A y DS4A aunque el orden de disparos observado por el operador de la central auxiliar no coincide con los datos obtenidos a través de la impresora del ordenador).

De los registros obtenidos en la central auxiliar, se observó que el grupo GX3 se mantuvo parado durante 1 h 15 minutos, hubo un arranque con disparo casi inmediato y 15 minutos después se pudo arrancar definitivamente. Con respecto al grupo GX4, se mantuvo parado durante 1 hora, se arranca y permanece en funcionamiento durante 45 minutos, disparando nuevamente, por último se arranca definitivamente 30 minutos después del disparo. Los grupos auxiliares GX1 y GX2 así como las barras vitales que alimentan, no se vieron afectados, manteniéndose con tensión en todo momento según se pudo comprobar en los registros de la central auxiliar.

En relación con el sistema de corriente continua, la pérdida de tensión de 48 Voltios no solo afecta a los equipos en la zona del incendio o inundación sino que al existir disyuntores que alimentan varias funciones, el disparo de uno de estos disyuntores por faltas originadas en la zona afectada, origina la pérdida de alimentación de otras funciones no directamente implicadas. Por ejemplo, se comprobó que la pérdida de tensión de 48 V. en la barra DGOA podría haberse originado por faltas en el sistema de bombas de achique del edificio de turbina. De forma similar, esto podría explicar, la pérdida de control en los paneles de Sala de Control e incluso en las manetas locales de las cabinas de distribución eléctrica.

Independientemente de la zona afectada por el incendio e inundación, se realizó una inspección visual a los distintos centros de distribución eléctrica de la central el día 21-10-89 con objeto de verificar la disponibilidad de dichos centros.

Como resultado de esta inspección se observó:

- *Edificio auxiliar: Los cuatro grupos auxiliares en funcionamiento alimentando independientemente sus barras vitales. El sistema de corriente continua se encontraba disponible.*
- *Plataforma exterior: Disyuntores de salida de GP1 y GP2 abiertos. Transformadores principales y auxiliares disponibles y energizados alimentando desde la red exterior a las barras DGOA (Grupo 1) y DG2A (Grupo 2).*
- *Edificio eléctrico: No fue afectado por el fuego pero si por el humo que penetró a las distintas plantas del edificio, desde la sala de cables de media tensión (planta baja, cota 16) hasta la planta más alta donde se encuentra la Sala de Control.*

En la inspección realizada se observó que todos los centros de distribución estaban energizados excepto:

- . *Barra de 5.5 KV DGOA, donde se había producido un cortocircuito en el transformador de tensión.*
- . *Diversos centros de control de motores (380 V) extraídos (pertenecientes a equipos afectados por el incendio o inundación)*

ESQUEMA DE LAS DISTRIBUCIONES ELECTRICAS 5,5 KV. Y 380 V.

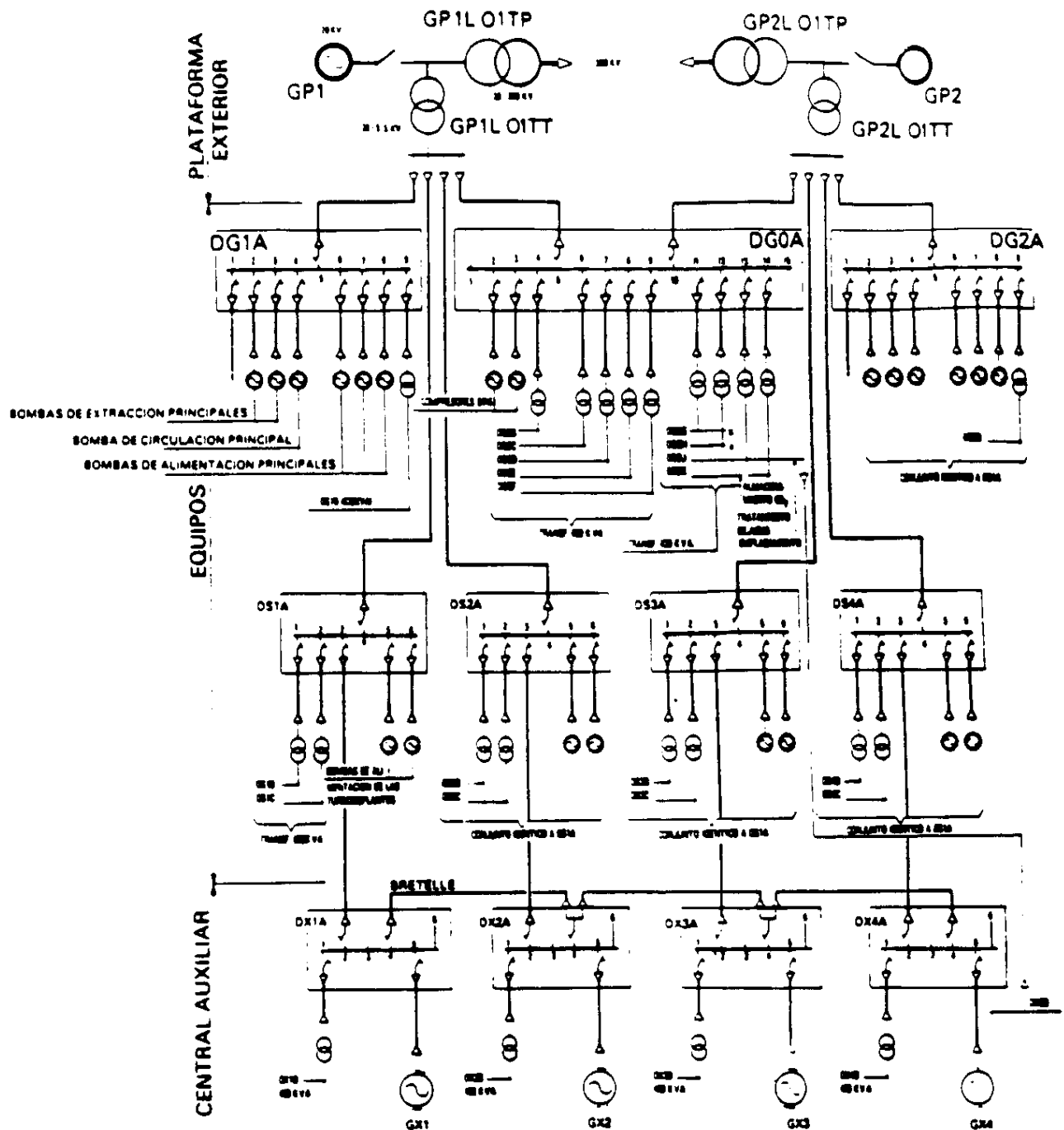


FIGURA 3.8

A.3.3. Sistemas de Instrumentación y Control

A.3.3.1. Descripción General

Los sistemas de I & C relacionados con la seguridad de la central se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- a) Sistemas de protección del reactor*
 - b) Sistemas de I & C necesarios para llevar y mantener la parada segura del reactor*
 - c) Sistemas de instrumentación post-accidente*
- a) El sistema de protección del reactor en la C.N. de Vandellos I tiene como función el proteger el reactor en condiciones operacionales que supongan riesgo para la integridad del combustible o de las estructuras que lo contienen. La acción fundamental del sistema de protección del reactor es la parada automática del reactor mediante la caída libre de las barras de control, además puede activar automáticamente el sistema de seguridad por sobrepresión en el cajón para evitar que éste pueda alcanzar en ningún caso presiones por encima de las de su diseño estructural.*

Existen una serie de funciones que provocan la llamada caída de barras 1 y de estas, la función CROM (disparos de potencia neutrónica y periodo) y CROS (petición de parada desde Sala de Control) provocan también la caída de barras 2.

Las bases de diseño de este sistema se basan en : Redundancia en la medida, lógica de detección duplicada (a través del ordenador, lógica 2/3 programada y de los cuadros de relés, lógica 2/3 cableada), redundancia en la lógica de actuación, principio

de actuación por falta de tensión y validación de las señales procedentes de los sensores a través del ordenador.

- b) Dentro de los sistemas de I & C necesarios para llevar y mantener la parada segura del reactor podemos distinguir entre aquellos propiamente de regulación de equipos y sistemas necesarios para la refrigeración del reactor, tales como: la regulación de velocidad de las turbosoplantes, la regulación de nivel del condensador y tanque de agua de alimentación de agua asociados a las turbosoplantes, el control de los grupos y calderas auxiliares, etc., y los sistemas de instrumentación y control situadas en la Sala de Control cuya función es la indicación del estado de funcionamiento y control de los sistemas necesarios para la refrigeración del reactor.*

Cabe señalar que el tablero de mando de la Sala de control es muy limitado comparado con centrales nucleares de otra tecnología debido al papel que en C.N. Vandellos I juega el ordenador, el cual permite el control de equipos a través de la platina diálogo, supervisando los enclavamientos y condicionantes que estas operaciones suponen. El tablero de mando está dividido en nueve secciones, reactor, servicios generales, (4) turbosoplantes, (2) grupos principales y unifilar eléctrico.

- c) La instrumentación post-accidente es aquella requerida en Sala de Control para permitir al personal de operación durante condiciones de accidente, la adquisición de información sobre distintas variables de la planta para tomar acciones con objeto de mantener el reactor en condiciones de parada segura; determinar si los sistemas de seguridad han realizado sus funciones específicas (control de reactividad, refrigeración del núcleo, etc); proporcionar información al operador para ser capaz de determinar causas potenciales de rotura de la distintas barreras (combustible, cajón) que permiten el escape de productos de fisión y determinar si estas roturas se han producido. Adicionalmente es necesario información sobre el estado operativo de ciertos sistemas y componentes con objeto de determinar su dis-*

ponibilidad y posible uso, e información relativa al escape de material radiactivo y variables meteorológicas para determinar la magnitud y las acciones necesarias para la protección de la población.

En la C.N. de Vandellos I la instrumentación a este respecto en paneles de Sala de Control es muy reducida, fundamentalmente la adquisición de información se realiza a través del ordenador de proceso (TICA), el cual se compone de dos ordenadores de características idénticas, cargados cada uno de ellos con los mismos programas y procesando en paralelo y al mismo tiempo las señales procedentes de la planta. En funcionamiento normal, uno de los ordenadores realiza todas las funciones permaneciendo el otro en reserva, funcionando en paralelo pero bloqueadas sus salidas. En caso de avería se realiza una conmutación automática.

El sistema está formado por dos unidades de adquisición de datos que en total procesan 2054 señales conectadas a los dos ordenadores.

Independientemente existe otro ordenador (TIOB) que procesa un conjunto de 100 medidas de temperatura con escrutación periódica de 20 segundos y 1 minuto, cuya función principal es conocer directamente en Sala de Control los parámetros fundamentales del reactor.

Los elementos de interfase entre el operador y los ordenadores, están constituidos por:

- . Platina Diálogo, que es el elemento a través del cual el operador da al ordenador las instrucciones que desea sean ejecutadas.
- . Teleinscriptoras: son un conjunto de impresoras lentas en Sala de Control que constituye el elemento base de comunicación del ordenador con el operador. Sus funciones son las siguientes.

tes: (1) Proporciona respuesta a las peticiones realizadas por el ordenador; (1) transcribe las alarmas concernientes a los automatismos; (2) registran cada minuto los valores numéricos de aquellas variables analógicas que han rebasado su umbral de vigilancia o que han sido puestas en evolución.

Impresora rápida que registra todos los cambios de estado de variables digitales.

Dos Registradores analógicos situados en paneles de Sala de Control permiten el registro de dos cualesquiera de las medidas del ordenador en cada uno de ellos.

Platina de pilotos de estado con 192 pilotos que indican cada uno el estado operativo de una función.

A.3.3.2. Comportamiento durante el incidente

Siguiendo la clasificación establecida en el punto anterior analizaremos de forma general el comportamiento de los sistemas de I & C durante el incidente.

- Sistemas de protección del reactor.

El sistema de protección de reactor actuó en los momentos iniciales del incidente (antes del primer minuto), parando el reactor mediante la caída libre de las barras de control. La señal que originó el disparo no ha quedado totalmente definida, por una parte en los listados de impresora del ordenador queda registrada la orden manual del operador desde Sala de Control (21-40-01) sin embargo el operador del reactor manifestó a los inspectores del CSN que aunque pulsó los controles manuales de disparo del reactor, previamente había indicaciones de disparo automático por CROV y CROG (alta temperatura CO_2 salida del reactor) dichas señales no aparecen en el

listado de impresora del ordenador. En cualquier caso el sistema funcionó, pudiéndose comprobar en las teleinscripciones del ordenador la caída súbita de potencia del reactor y temperaturas de CO₂ a la salida del reactor.

- *Sistemas de I & C necesarios para llevar y mantener la parada segura del reactor.*

A este respecto durante el incidente se originaron tres tipos de fallos:

- . *Fallos en la regulación por pérdida de aire de instrumentos. Tal es el caso en la pérdida de control automático de que hizo disparar las bombas de agua de alimentación auxiliar por bajo nivel en dichos tanques.*
- . *Pérdida de alimentación de corriente continua.*

Esto originó la pérdida de control de diversas funciones desde Sala de Control, tales como el control de los interruptores de alimentación de las barras DS3A y DS4A a la red exterior y el basculamiento de las turbosoplantes a vapor auxiliar. Por otro lado la pérdida de corriente continua en diversas válvulas originó el cambio de posición de estas.

- . *Saturación del ordenador de proceso (TICA).*

Dada la limitada capacidad del ordenador (24 k) y la avalancha de información a procesar durante el suceso, supuso un bloqueo de la platina de diálogo (pérdida de control de las distintas funciones a través del ordenador) y la pérdida de información de salida a las impresoras de Sala de Control.

Como consecuencia de estos fallos, los operadores tuvieron que actuar manualmente y en los propios equipos para mantener la refrigeración del reactor.

- Instrumentación post-accidente

Respecto a la información suministrada por el ordenador durante el incidente, se dispuso a través de las teleinscriptoras de indicación sobre 109 variables que quedan registradas minuto a minuto. Un análisis detallado de la disponibilidad de cada una de estas variables durante todo el transcurso del incidente no se ha realizado. No obstante las variables claves tales como: temperatura de CO₂ entrada y salida del reactor, presión del cajón, temperaturas vapor en los cuartos del cambiador de calor, caudales de agua de alimentación auxiliar y velocidad de turbosoplantes, quedan registradas en los listados de impresoras de ordenador, con la que los operadores pudieron seguir la evolución de los parámetros fundamentales del reactor.

Referente a los paneles de Sala de Control, durante el día 21-10-89 se realizó una inspección con objeto de determinar la disponibilidad de instrumentación en Sala de Control. En dicha inspección se observó:

- . Panel del reactor: todas la indicaciones estaban funcionando excepto la indicación de presión del cajón rango ancho (0-30 Kg/cm²) y rango estrecho (24-30 Kg/cm²) así como la presión de vapor de los cuartos 1 y 2.*
- . Panel de servicios generales: no se observó ninguna indisponibilidad en cuanto a indicaciones y registros en este panel.*
- . Paneles turbosoplantes 1 y 2 : energizados con todos sus indicadores funcionando.*
- . Paneles turbosoplantes 3 y 4: Desenergizados, dada la indisponibilidad de estas turbosoplantes.*
- . Paneles grupos principales 1 y 2 : Desenergizados.*

. Panel unifilar eléctrico: Desenergizado.

Con objeto de comprobar la disponibilidad de termopares del reactor se pidió a través del ordenador un mapa de temperaturas de entrada, salida del reactor y temperaturas del cambiador de calor, observandose la total disponibilidad de dichos termopares

A.3.4. Sistema de aire comprimido

A.3.4.1. Descripción General

La misión del sistema de aire comprimido es la alimentación a todos los órganos de regulación de la Central que utilizan aire comprimido, las válvulas y retenciones neumáticas y las instalaciones de tratamiento de condensados. Este aire de regulación no se utiliza como aire de servicios generales. La alimentación en aire comprimido de la regulación es necesaria durante el funcionamiento normal de la central, pero también en las paradas (si las soplantes están en servicio) y en los arranques.

El sistema de aire comprimido consta de:

- 1. Un conjunto de producción, secado y almacenado de aire (funciones AC1C y ACC2C), situado en la central auxiliar.*
- 2. Una red de distribución con estaciones de expansión para las diferentes presiones de utilización (7 bar, 2'8 bar y 1'4 bar) (función ACOD).*

1. PRODUCCION (Funciones AC1C y AC2C)

Comprende 4 compresores de 450 m³/h TPN cada uno, situados en central auxiliar.

AC1C y AC2C son idénticas y están compuestas cada una por:

- . 2 compresores*
- . 2 secadores*
- . 2 filtros*
- . 1 depósito almacenamiento de 10 m³ a 7 bar.*

2. DISTRIBUCION (Función ACOD)

Comprende 2 redes de distribución:

- Red de distribución de Central Auxiliar compuesta por:

- . Una estación doble de expansión a las presiones 2'8 bar y 1'4 bar.
- . 3 colectores de distribución dobles (7 bar, 2'8 bar y 1'4 bar).
- . 12 estaciones de distribución repartidos geográficamente al objeto de tener los enlaces entre colectores y consumidores lo más corto posibles.
- . 2 puntos de distribución a 7 bar.

- Red de distribución de central principal compuesta por:

- . 2 estaciones dobles de expansión.
- . 3 colectores de distribución en anillo cerrado.
- . 13 estaciones de distribución que incluyen además sendos depósitos, tampón, acumuladores de 0'07 m³ para los colectores de 7 bar (excepto la de piscinas que es de 4 m³ de capacidad).
- . 2 puntos de distribución a 7 bar.

En caso de emergencia se puede alimentar el circuito de aire (ACOD) por medio de una interconexión del Sistema ACO/(aire de Servicios) con el sistema ACiC aguas abajo de los compresores de éste último, a través de unas válvulas manuales de aislamiento, cerradas en operación normal.

Los consumidores están divididos en seguridad o disponibilidad, pudiendo aislarse los ramales que alimentan estos últimos (estaciones de distribución a turbogrupos principales y estación de expansión de la planta de tratamiento de agua) por medio de válvulas solenoides en las líneas de 7 bar. Este aislamiento es automático cuando la presión cae por debajo de 5'5 bar. Las li-

neas de 2'8 bar y 1'4 bar no disponen de este tipo de aislamiento.

Los compresores de aire de regulación disponen de 3 preostatos (01SP, 02SP y 03SP) que ejecutan las siguientes acciones:

- 01SP abre la admisión de aire del primer compresor cuando la presión baja por debajo de 6'6 bar y la cierra cuando alcanza 7 bar.
- 02SP arranca el segundo compresor por presión inferior a 6'3 bar.
- 03SP de orden de arranque a los dos compresores por presión inferior a 6 bar.

Cada uno de los compresores están alimentados de 380 V. Seguros.

Los dos circuitos alimentan cada uno los mismos consumidores gracias a un juego de retenciones instaladas antes de las estaciones de distribución.

Generalmente están abiertas la totalidad de las válvulas de los dos circuitos salvo aquellas de interconexión. Con esta disposición cada consumidor puede ser alimentado por las dos vías (si las dos están a igual presión, y si no por la vía de presión más alta).

A.3.4.2. Comportamiento durante el incidente

El Sistema de distribución de aire comprimido se vio afectado por el incendio en las estaciones de distribución a turbogrupos principales. Como se ha mencionado anteriormente, ésta estación se aísla automáticamente (líneas de 7 bar) cuando la presión cae a un deter-

minado valor. Dado que las válvulas de aislamiento también fueron afectadas por el fuego, dicho aislamiento no se produjo.

El efecto que esto produjo, fue la pérdida de presión total en las líneas de 1'4 bar y 2'8 bar y una bajada de presión (< 6 bar) en las líneas de 7 bar en la central principal. La pérdida de aire de instrumentos en la central principal afectó fundamentalmente a la regulación de nivel de los condensadores y tanque de agua de alimentación auxiliar de los turbosoplantes 1 y 2 (únicas en funcionamiento) por lo que dicha regulación tuvo que realizarse manualmente por el personal de la central mediante actuación local, durante las 15 horas posteriores al incidente.

En la central auxiliar, el sistema de aire comprimido es vital para el funcionamiento de los turbogrupos y calderas. Al tener la central auxiliar su propia estación de expansión a las presiones de 2'8 y 1'4 bar, las roturas en el edificio de turbina no afectaron a la central auxiliar, únicamente la bajada de presión en las líneas de 7 bar puso en marcha los 4 compresores.

El disparo de los grupos y calderas auxiliares 3 y 4 produjo la pérdida de alimentación de 2 de los 4 compresores en funcionamiento, lo podría haber afectado el funcionamiento de los grupos y calderas 1 y 2.

El personal de la central actuó para mantener la presión del sistema, por un lado se conectó el sistema de aire de servicios (ACO/) y por otro lado se intentó aislar al máximo posible las fugas en el edificio de turbogrupos principales cerrando válvulas manuales aguas abajo de las válvulas de aislamiento automático (esto no corta todas las fugas pero las disminuye en gran medida). En la central auxiliar, aunque los grupos 3 y 4 estuvieron parados durante aproximadamente 1 hora y media, sus compresores asociados fueron alimentados bien a través de la alimentación eléctrica exterior o utilizando el enlace (bretelle), ver figura 3.8, desde el grupo 2, por lo que el tiempo que estuvieron parados fue menor. Una vez

recuperados los grupos 3 y 4 dichos compresores se alimentaron de sus respectivos grupos.

Durante la mañana del 20.10.89 se estuvo trabajando en el aislamiento de las líneas afectadas en el edificio de turbogrupos principales y a media mañana se pudo recuperar el sistema de aire comprimido en el edificio del reactor, lo que permitió la recuperación del sistema de regulación de niveles de condensadores y tanque de agua de alimentación complementaria de las turbosoplantes 1 y 2.

A.3.5. Sistema de agua desmineralizada

A.3.5.1. Descripción general

El sistema de agua desmineralizada está formada por una estación de producción de agua desmineralizada y los sistemas de almacenamiento y distribución de la misma a los distintos consumidores de la Central.

1. Producción de Agua Desmineralizada.

La estación desmineralizadora está situada en la cota +9,00 del Edificio de Producción de Energía (IPE) y está compuesta por:

- dos cadenas desmineralizadoras en paralelo, iguales, con un caudal de producción de 60 m³/h.*
- una estación de regeneración común a las dos cadenas desmineralizadoras.*
- un almacenamiento de reactivos.*

El funcionamiento de la instalación es manual en producción y automática o semiautomática en regeneración. Normalmente el arranque de una cadena debe estar desfasado unas 8 horas respecto al arranque de la otra.

2. Almacenamiento y distribución de agua desmineralizada.

Este sistema tiene como misión asegurar el aporte de agua desmineralizada entre otros a los siguientes circuitos:

EDOR	Refrigeración de componentes.
RCOC	Refrigeración del cajón
RAiE-RAOR	Cambiador de parada

STOD	<i>Piscinas de almacenamiento de combustible</i>
TFOR	<i>Circuitos agua-vapor del Cambiador Principal y de Central Auxiliar</i>
EAOF	<i>Acondicionamiento de agua de calderas</i>
FEOQ-FEIP	<i>Circuitos contraincendios de Central Principal y transformadores principales.</i>

La instalación comprende:

- *dos tanques de almacenamiento de agua desmineralizada con un volumen útil de 540 m³ cada uno (EDOK).*
- *un circuito doble de distribución desde los tanques a los diferentes consumidores (EDOD).*
- *dos circuitos de suministro desde la estación de producción de agua desmineralizada, uno a los tanques de almacenamiento y otro a las piscinas de almacenamiento de combustible.*

Dada la importancia de este sistema como aporte a los circuitos vitales y de seguridad, deben estar siempre los tanques disponibles con una capacidad de almacenamiento comprendida entre 750 y 1050 m³ y los dos circuitos de distribución en servicio.

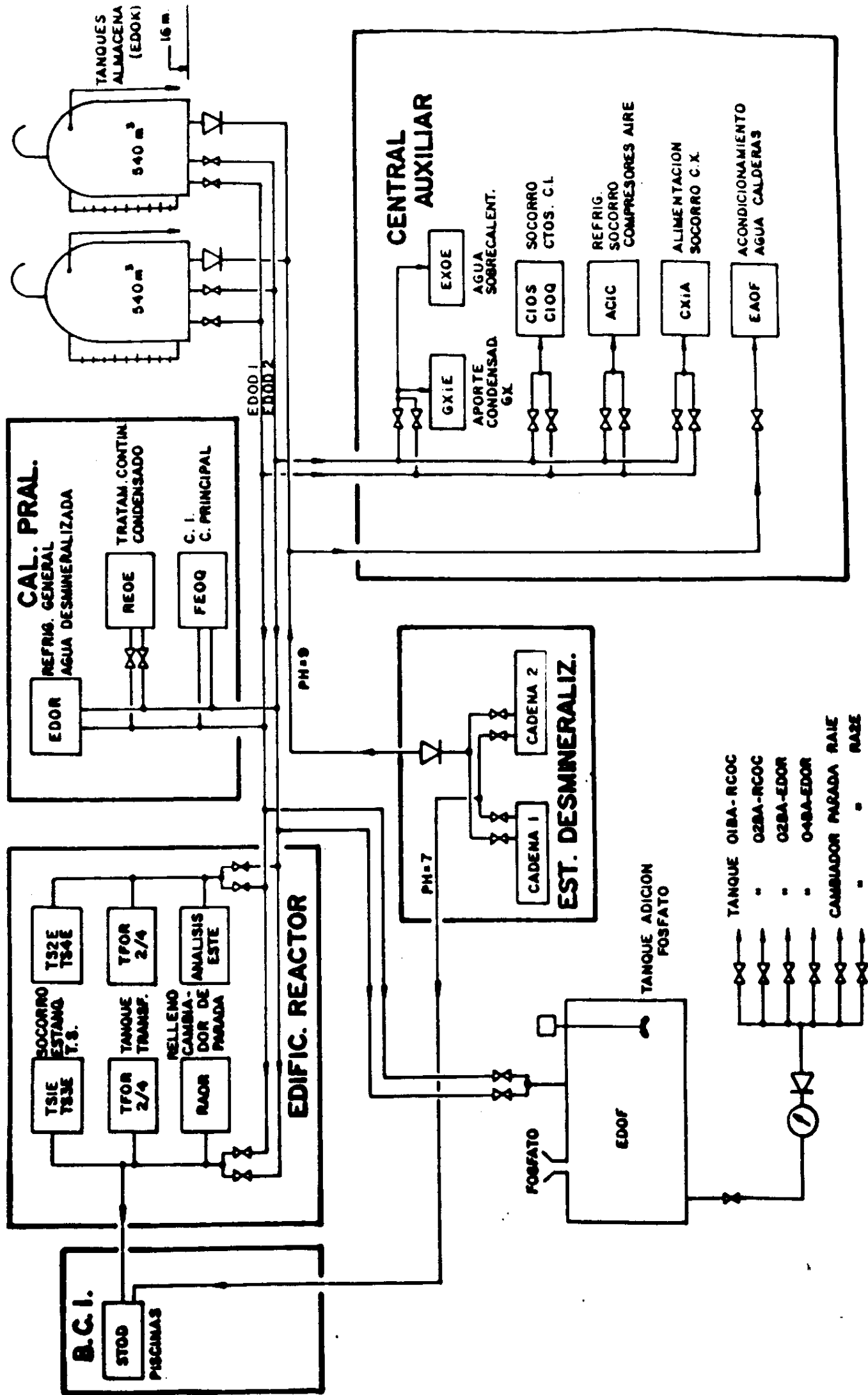
A.3.5.2. Comportamiento durante el incidente

En los primeros minutos del incidente se detecta pérdida de nivel en el tanque TFOR de transferencia de agua a los circuitos agua-vapor del Cambiador Principal y de la Central Auxiliar y en los tanques EDOK de almacenamiento de agua desmineralizada, por consumos incontrolados. Las cadenas de producción de agua desmineralizada quedaron fuera de servicio durante la primera fase del incidente.

Pérdidas incontroladas de agua de estos circuitos fueron las mencionadas en el punto 1 de este apartado a través de los tanques bajos del sistema EDOR y pérdidas a través de las líneas de vacío de los condensadores de los turbosoplantes TS3 y TS4, por subida incontrolada de nivel en dichos condensadores. Se ha estimado que las pérdidas de agua desmineralizada fueron de unos 1500 m³.

Para minimizar consumos se cerraron manualmente las válvulas TFOR 07, 08, 11 y 12 VA correspondientes a los aportes de TFOR a los condensadores de los Grupos Principales y de las turbosoplantes TS3 y TS4 y las válvulas manuales de aporte de agua EDOD a los condensadores de las turbosoplantes TS3 y TS4.

Las cadenas de producción de agua desmineralizada fueron afectadas por el suceso en algunos de sus componentes (está situada en el IPE) y no pudieron ser puestas en servicio hasta las 00 h. 40'. En caso de que hubiera sido necesario, la Central había previsto una conexión para aporte directo de agua bruta al circuito.



A.3.6. Sistema de refrigeración de componentes EDOR

Este sistema tiene como misión refrigerar una serie de componentes para asegurar su correcto funcionamiento. Los componentes que refrigera están divididos en prioritarios, que son los que tienen funciones de seguridad, y no prioritarios.

Los componentes prioritarios son:

AA:A Bombas de alimentación auxiliares.

AC:C Aire comprimido de regulación.

CA:V Condensadores de las turbosoplantes. Vacío.

TSiE Estanqueidad aceite CO₂ de las turbosoplantes.

RAOV Ventilación en parada.

El sistema está compuesto por dos tanques altos de 750 m³ cada uno y dos tanques bajos de 7500 m³ cada uno. La circulación del agua para los componentes no prioritarios se efectúa por gravedad desde los tanques altos y para los prioritarios por medio de dos bombas, una de cada circuito (existen dos por circuito) desde los tanques bajos, o bien por gravedad, desde los tanques altos, en caso de fallo de las bombas. En este caso, la reserva de agua de los tanques altos permite la refrigeración de los componentes prioritarios durante media hora. Tras su paso por los refrigerantes, el agua es recuperada en los depósitos bajos y vuelve a ser impulsada por las bombas a los depósitos altos.

Durante el incidente se quemaron las dos bombas de un circuito. Además, se produjeron pérdidas incontroladas de agua desmineralizada por los rebosaderos de los tanques bajos al Edificio IPE, al haber quedado abiertas por falta de aire comprimido las válvulas de aporte de agua desmineralizada a dichos tanques (107 y 110 VA EDOR). Estas válvulas se cerraron manualmente hacia las 02h. del día 20, cuando pudo accederse sin dificultades a la zona.

A.3.7. Piscina de almacenamiento de Combustible Irradiado

Debido a que la inundación afectó también al Edificio de Combustible, las bombas de refrigeración de la piscina de almacenamiento de combustible irradiado quedaron sumergidas bajo el agua. Una vez eliminada el agua, se desmontaron los motores de las bombas y fueron sustituidos por otros, quedando las bombas nuevamente en operación en la mañana del día 21.

El valor máximo de temperatura alcanzado en la piscina fue de 27°C, siendo la temperatura normal antes del incidente de 24,5°C. El límite máximo de temperatura admisible en la piscina es de 30°C. Por encima de 32°C empiezan a ser importantes los fenómenos de corrosión en la vaina de los elementos combustibles.

A.4. Organización del personal de la C.N. Vandellós I durante el incidente.

Cuando ocurrió el incidente el día 19/Octubre/89 se encontraba al frente de la operación de la central el turno de tarde. Al tener noticia del incendio, el supervisor jefe de turno efectuó, entre otras llamadas, una al control principal de accesos (C.A.P.) para que avisase al personal de retén y a todo el personal técnico de C.N. Vandellos I.

A los pocos minutos llegó a la central, no solo el personal que había sido llamado, sino también un porcentaje elevado de la plantilla de C.N. Vandellós I, que sin haber sido llamado, había tenido noticia del incendio por habitar en las proximidades de la Central. Haciendo frente a la situación estuvieron el director de C.N. Vandellos I, los diferentes jefes de servicio, todos los supervisores, un 80% de los operadores y elevado número de auxiliares.

La función de Director de la Emergencia la desempeñó el Director de la Central, que a su vez llevó a cabo la función comunicaciones. La coordinación de la lucha contra el fuego la realizó el Jefe del Servicio de Protección Radiológica. Una persona del Servicio de Operación, el Jefe del Servicio de Control Técnico, y el Jefe del Servicio de Ingeniería de Apoyo, estuvieron en la sala de control dirigiendo al personal del turno de tarde, que estaba de servicio en el momento de producirse el incendio y permaneció en sus puestos a pesar de la incorporación de los miembros del turno de noche, con objeto de dar una continuidad a la operación de la planta y asegurar un solape entre turnos de varias horas.

Ya en los primeros minutos del incidente fue preciso realizar intervenciones manuales locales sobre los equipos, siendo éstas efectuadas por el supervisor jefe de turno, y a medida que evolucionaba la situación fueron necesarias, asimismo, frecuentes intervenciones manuales locales tal y como se ha descrito en los puntos 2 y 3 del presente apartado. El conocimiento profundo de la instalación por parte del personal de explotación de la C.N. Vandellós I, hizo posible suplir, me-

diante actuaciones manuales locales, determinadas carencias de su diseño y es preciso, asimismo, mencionar que estas intervenciones se realizaron, en ciertos casos, en condiciones de penosidad y peligrosidad provocadas por la presencia de humos densos, fuego e inundación.

A.5. Análisis radiológico del incidente

El presente apartado se desglosa en los siguientes aspectos:

- *Estado radiológico de la planta*
- *Impacto radiológico sobre el personal y equipos que participaron en la recuperación de la planta*
- *Control de vertidos de efluentes líquidos y gaseosos*
- *Impacto radiológico en el medio ambiente*

A.5.1. Estado radiológico de la planta

El riesgo radiológico derivado del incidente quedó condicionado por los siguientes factores:

- *El reactor fue parado a los pocos segundos de iniciarse el incendio.*
- *La refrigeración del núcleo se mantuvo a un nivel tal que en ningún momento quedó comprometida la integridad del combustible.*
- *La actividad del refrigerante fue decreciendo a partir de la parada del reactor.*

Estas condiciones fueron confirmadas por el inspector residente a lo largo del incidente y fueron confirmadas posteriormente por la inspección del CSN a partir de los registros de los monitores de área y de las medidas de radiación ambiental y de contaminación superficial, efectuadas "in situ" cada hora desde las 2:00 horas aproximadamente hasta las 14:00 horas del día 20. La existencia de humo imposibilitó realizar estas medidas hasta ese momento.

Asimismo se comprobaron los niveles de concentración de actividad del refrigerante primario y de la piscina de combustible irradiado.

En todos los casos las medidas registradas son similares a los valores medios habituales durante la operación normal de la planta, con las siguientes particularidades:

- *Se registran valores anómalos durante el incidente, superiores al primer nivel de alarma, que desaparecen a los pocos segundos, en los registros de los monitores MROA 04 MA y MROA 01 MA (tasa de radiación ambiental en cota 16 y losa superior de la nave del reactor, respectivamente). El hecho de que estas medidas no estuvieran ratificadas por los valores de monitores de concentración ambiental, de gases nobles y partículas ubicados físicamente muy próximos a los primeros, induce a pensar que estas medidas anómalas se deben a transitorios eléctricos.*
- *Tras la inundación producida en la cota 3,5, únicamente se detectó ligera presencia de material radiactivo en los frotis realizados en las inmediaciones de la poceta de purgas de la nave piscinas. Esta zona, según se pudo comprobar durante la inspección, estaba siendo descontaminada.*
- *En el monitor MROA 02 MG (medida de la proporción de CO_2 en el aire de la nave del reactor), se registraron valores superiores al punto de tarado de alarma (0,4% de CO_2 en aire), lo que motivó la activación de las alarmas acústicas y el encendido intermitente de las señales luminosas de evacuación.*

Considerando que estas medidas no se ven ratificadas por las de los monitores de tasa de radiación ambiental situados en sus proximidades, se concluye que la activación de estas alarmas se debió a la presencia de gases de combustión originados durante el incendio.

A la vista de los resultados de los análisis efectuados y de las medidas de los monitores reflejadas en los registros, se puede afirmar que el estado radiológico de la planta, no se vio alterado como consecuencia del incidente.

Las anomalías ya mencionadas reflejadas en los diversos monitores están justificadas por la incidencia de gases de combustión o por las perturbaciones ocurridas en la alimentación eléctrica.

A.5.2. Impacto radiológico sobre el personal y equipos que participaron en el incidente

Una práctica habitual establecida en C.N. Vandellós I es proceder a la reclasificación de las zonas radiológicas tras la parada del reactor.

Según esta reclasificación, sólo se mantiene como zona controlada la nave de piscinas, cuyo acceso permanece controlado por un vigilante de seguridad física, y como zona vigilada la cava del reactor, las salas DRG y la zona de compresores.

Tras la parada del reactor como consecuencia del incidente del día 19 de octubre, C.N. Vandellós I justificó la reclasificación de zonas radiológicas en base a las medidas de niveles de radiación ambiental, efectuadas mediante los monitores de área y las medidas de radiación ambiental y de contaminación superficial efectuadas "in situ", mediante radiómetros (sondas G-M) y frotis.

Por tanto, ninguno de los participantes en el incidente tuvo necesidad de acceder a zona controlada y no fue necesario ni el uso de dosímetros ni de equipos especiales de Protección Radiológica.

Por otra parte, al no producirse como consecuencia del accidente ninguna contaminación radiactiva ni de personas ni de equipos, no fue necesario realizar tareas de descontaminación en ningún caso.

No obstante, ante la intranquilidad de algunos de los bomberos participantes en la extinción, se efectuó en C.N. Vandellós II, a instancias de la Generalidad de Cataluña, un control de los niveles de ra-

diación y contaminación en personas y equipos, no encontrándose en ningún caso presencia de material radiactivo.

La ausencia de riesgo radiológico se ha confirmado mediante la estimación de la dosis de exposición, tanto individual como colectiva, a partir de las lecturas de los dosímetros personales y de área.

A la vista de los resultados de las medidas de la contaminación de personas y equipos, se puede afirmar que no se ha producido contaminación radiactiva en ninguno de los casos registrados.

A.5.3. Control de vertidos de efluentes líquidos y gaseosos

A fin de evaluar el posible vertido de efluentes radiactivos líquidos al medio ambiente, se revisaron los registros de los niveles de los depósitos del sistema de tratamiento de Residuos Líquidos, verificándose que no se había producido ninguna variación en los mismos.

Dado que el agua de inundación hubo de ser evacuada al mar por la red de pluviales, se efectuó un control radioquímico mediante la toma de dos muestras en puntos diametralmente opuestos de la zona inundada, y tras una medida rápida y otra de mayor precisión, se pudo comprobar la ausencia de material radiactivo en ellas.

Es preciso señalar que durante el incidente el agua de inundación se mezcló con el agua contenida en la poceta de purgas de la nave piscinas. Teniendo en cuenta el contenido máximo de dicha poceta en operación normal, suponiendo conservadoramente que en el momento previo al incidente la concentración de actividad del agua de la poceta era igual a la del agua de piscina y considerando la concentración de actividad residual tras el incidente, se demuestra que la diferencia existente de actividad total es inferior a 1 mCi, valor que hace que no sea contabilizable éste como un vertido radiactivo.

La evaluación del posible vertido de efluentes gaseosos se ha llevado a cabo a partir de las lecturas de los monitores de gases y de

partículas situados en las dos chimeneas de la central (chimeneas de alta y baja presión), así como de los filtros de toma de muestras de halógenos situados también en ambas chimeneas.

En los registros de las medidas realizadas en la chimenea de baja presión, se puede apreciar un ligero incremento en los registros de los monitores de gases, que vuelven a valores normales transcurridas 5 horas después del incidente.

La justificación de C.N. Vandellós de estos incrementos por la posible influencia del humo producido durante el incendio en estos monitores, dado que se trata de cámaras de ionización diferenciales, es aceptable.

A la vista de los resultados de los análisis efectuados sobre las medidas de los monitores de vigilancia de vertidos, se puede afirmar que no se produjo ninguna emisión de material radiactivo, vía efluentes líquidos y gaseosos, que superase los valores medios habituales durante la operación de la planta, que a su vez son inferiores a los límites que C.N. Vandellós tiene autorizados para operación normal.

A.5.4. Impacto radiológico en el medio ambiente

Se procedió asimismo a la verificación de los registros de los monitores de radiación ambiental que, tanto C.N. Vandellós I como C.N. Vandellós II, tienen instalados en sus respectivos emplazamientos.

Del análisis de los mismos se deduce que los valores registrados durante el incidente no han presentado variaciones respecto a la media de los valores que vienen registrándose.

En particular, se visitó la localización denominada La Almadrava, en donde coinciden las ubicaciones de equipos de medida de radiación ambiental de CC.NN. Vandellós I y Vandellós II y de la Generalidad de Cataluña.

A la vista de los resultados de los monitores de radiación gamma ambiental con transmisión de datos a distancia mediante línea telefónica que tiene instalados la Generalidad de Cataluña en las localizaciones denominadas La Almadrava, Depósitos ANV, Hospitalet y C.N. Vandellós y de los resultados del análisis de la muestra de suelos tomada en Vandellós I el día 22 de octubre a las 14:45 horas se puede concluir que los niveles de radiación ambiental en aire durante el periodo 17 de octubre al 22 de octubre y el contenido de actividad de la muestra de suelos analizada, se mantienen dentro de los rangos que son habituales para este tipo de muestras en dichas localizaciones.

El monitor de radiación gamma ambiental localizado en la playa de la Almadrava, perteneciente a la Generalidad registra un único valor a las 00:07 horas del día 20 de octubre de 0,30 microSievert/hora, que supone un incremento del orden del doble respecto de los valores que se registran habitualmente en dicha localización.

Dado que éste es un único valor aislado, de corta duración (no superior a 11 minutos), que no se ve correspondido por ninguna variación en los registros de los monitores de radiación gamma ambiental

de las tres restantes localizaciones de la Generalidad, ni en ningún otro monitor de tasa de radiación ambiental en continuo de las propias centrales nucleares de Vandellós I y Vandellós II (5 monitores en total) y que se da la circunstancia que en dicha localización de la playa de la Almadrava existe, muy próximo al de la Generalidad, un equipo de medida de radiación gamma ambiental en continuo equipado con dos sondas, una para detección de emisores gamma de baja energía (LB-8504-4) y otra para detección de emisores gamma de alta energía (LB-8503-3), que integran sus valores cada hora, y que dicho equipo, según los resultados constatados, registra un valor de 0,12 microSievert/hora a las 00:13 horas del día 20, se puede concluir que este valor aislado, no obedece a una medida real y puede ser considerado una medida espúrea del equipo, teniendo en cuenta, además, que las condiciones meteorológicas reinantes en ese momento y, en general, durante la mayor parte de la noche (viento de 2,5 m/s a 0,5 m/s, soplando preferentemente desde los sectores WN y WNW hacia ES y ESE, es decir, viento tierra a mar) son desfavorables para un posible arrastre de material radiactivo hacia ese punto.

Esta valoración es conforme y coincide con la realizada por los servicios técnicos de la propia Generalidad de Cataluña.

De igual modo, un detector de la Red de Alerta a la Radiactividad que gestiona Protección Civil, ubicado en Hospitalet del Infante, dio a las 21:45 horas una lectura anormalmente superior a las habituales. Se descarta igualmente esta lectura tanto por la hora respecto del inicio del incidente como por las condiciones meteorológicas, no favorables a la dispersión atmosférica hacia esa localidad, así como por ser un único valor que, caso de que hubiese sido real, hubiese sido detectado con anterioridad en los detectores ubicados en el emplazamiento y en localidades intermedias. Estos transitorios se detectan con cierta frecuencia en este tipo de monitores.

Los resultados de los análisis de las muestras de partículas de polvo y de radioyodos, que han sido remitidos por C.N. Vandellós II se mantienen dentro del rango habitual para este tipo de muestras en dicho emplazamiento.

A la vista de los resultados de los análisis efectuados en todos los equipos de vigilancia radiológica ambiental se puede afirmar que no se ha producido impacto radiológico en la zona de influencia de la central.

B. ACTUACIONES DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LOS PLANES DE EMERGENCIA

En este apartado se describen las actuaciones de las diferentes organizaciones implicadas en el PENTA y en el Plan de Emergencia Interior de C.N. Vandellós I durante la fase más crítica del incidente. No se trata de detallar la cronología del mismo ni del estado de los sistemas y evolución de los parámetros mas significativos del reactor, que ya se detallan en otro apartado de este informe.

Aunque desde el punto de vista del CSN, se mantuvo la situación de emergencia hasta las 18.00 horas del día 21-10-89, en que estuvo disponible el sistema de ventilación en parada, este apartado se centrará en las primeras 8 horas desde el inicio del incidente, ya que a partir de ese momento la situación se mantuvo relativamente estacionaria, dentro de la precariedad de los sistemas disponibles para efectuar la refrigeración del reactor. Durante el resto del día 20 y 21 el SALEM continuó activado manteniéndose el contacto con la inspección del CSN desplazada a la central y con la propia central.

Es de destacar, que el sistema de grabación automática disponible en el Centro de Emergencias del CSN está conectado a todas las líneas punto a punto (16), pero no a las líneas normales de la CTNE, por lo que la mayor parte de las conversaciones con la central no han quedado registradas, ya que por la mala calidad de la audición por la línea punto a punto con Vandellós I durante esa noche, muchas conversaciones se llevaron a cabo a través de teléfonos normales. Con el Gobierno Civil todas las conversaciones tuvieron lugar sin dificultades a través del teléfono punto a punto; así como con C.N. Vandellós II.

B.1. Actuación de la organización de C.N. Vandellós I

La primera notificación recibida en el Salem tuvo lugar a las 22.11 horas del 16-10-89, realizada por el Director de C.N. Vandellós I a través del teléfono punto a punto, con el siguiente mensaje "Estamos en situación de incendio del Grupo Principal 1, (Sic) la central está parada en reactor seguro, con 2 turbosoplantes en servicio".

Un minuto después se recibió en el Salem una llamada del CECOP del Gobierno Civil de Tarragona, confirmando el incendio en Vandellós y solicitando información del incidente , en particular en los aspectos radiológicos.

A partir de ese momento el personal de turno en el Salem entró en contacto con el Director Técnico (22'14), con el Subdirector de Centrales Nucleares (22'19), con el Jefe del Area de Licenciamiento (22'21) y con la Jefe de Area de reactores BWR y grafito-gas (22'25).

En la notificación de la central no se señalaba ni la hora de comienzo del incendio, ni del disparo del reactor, tampoco se declaraba como una emergencia, ni se establecía la categoría de la misma, tal y como se establece en el Plan de Emergencia Interior de la central.

La ausencia de esta información inicial motivó un retraso en la activación de toda la organización de emergencia del CSN, como se describe en el punto 3 de este apartado.

Desde el instante de la primera notificación hasta que el Jefe del Area de Licenciamiento y el Director Técnico establecieron contacto con la central desde el Salem, unos minutos después de las 23 horas, no se recibió ninguna información adicional ni verbal ni escrita por parte de la central.

En ese momento se supo que el incendio no estaba todavía controlado y se mencionaba por primera vez problemas en la refrigeración del reactor si bien se indicaba que la situación estaba bajo control. No se hacía ninguna indicación sobre los parámetros mas significativos, ni se mencionaba la existencia de agua en la cava del edificio del reactor, que la central conocía desde las 22 horas y que tuvo una gran trascendencia en la evolución posterior del incidente.

A la vista de la situación se decidió activar toda la organización de emergencia del CSN, como se detalla en el punto 3.

Como se puede apreciar en el apartado A, hasta las 22,40 horas la refrigeración del reactor era precaria (temperatura del CO_2 creciente), aspecto que no se mencionó en la notificación inicial (22,11 horas).

A partir de esa hora la temperatura del CO_2 se mantuvo estacionaria o aumentando ligeramente, hasta pasadas las 0 horas del día 20-10-89 en que se inició un descenso de la misma, lo que indica que existió una refrigeración deficiente del reactor durante los primeros 150 minutos de iniciado el suceso.

Esta información en ningún momento fue transmitida por la central al Salem, lo que impidió que los técnicos del CSN pudieran tener un conocimiento preciso de la situación.

A partir de las 0 horas la comunicación entre el CSN y Vandellós se hizo mas fluida, si bien se puede destacar como un aspecto general que se informaba de los diferentes problemas cuando ya se habían resuelto o estaban en curso de solución, lo que por una parte motivó no conocer la situación real en cada momento y por otra impidió al personal técnico la evaluación precisa que pudiera prevenir las situaciones antes de que se produjeran.

Un aspecto que se puede destacar y que se debe valorar también negativamente es que la central en ningún momento designó a una per-

sona que se hiciera responsable de las comunicaciones con el Salem y el CECOP y que fuera diferente del Director de Emergencia (Director de la central), pese a que se solicitó por el CSN en repetidas ocasiones.

La labor del Director de Central, que también ostentaba la Dirección de la Emergencia estaba fundamentalmente dirigida al conocimiento de la situación, a la evaluación de la misma y a la toma de decisiones, dejando la función de comunicaciones en un segundo término, sin delegar la misma en ningún momento .

Esta situación dificultó enormemente las funciones del CSN y del Gobierno Civil.

Sin entrar en la cronología del incidente ni en los aspectos técnicos del mismo, de la actuación de la organización de Vandellós I desde el punto de vista de los planes de emergencia se puede destacar lo siguiente:

- *En ningún momento se utilizó el Plan de Emergencia interior y así fue manifestado por el Director de la Central en la reunión mantenida con el grupo de inspectores del CSN, el día 20-10-89 en la propia central. No se remitió al CSN ni al CECOP ningún comunicado por escrito, siguiendo los formatos establecidos para situaciones de emergencia en el plan interior y en el PENTA. Tampoco se definió por parte de la central la categoría del suceso, de acuerdo a lo establecido en el Plan interior.*
- *De acuerdo con la información suministrada por la central en las primeras dos horas se consideró un suceso de categoría I (apartado 6.1 g. del Plan de emergencia interior) y procedía haber declarado fase de preemergencia, situación 0, según el PENTA.*
- *De la información obtenida posteriormente y en particular del estado operativo de determinados sistemas de seguridad, especialmente durante las primeras fases del incidente, el suceso debería haberse considerado como categoría II, (apartado 6.2..e del Plan de*

Emergencia Interior). Sin embargo, de la información proporcionada por la central en esas primeras fases, el CSN no pudo concluir que el suceso fuese de dicha categoría. Es de destacar que desde el punto de vista del PENTA las categorías I y II en los primeros momentos de la emergencia corresponden a una situación 0 en la que no se prevén vertidos de material radiactivo al exterior y por tanto no procede ninguna medida de protección a la población.

- La función de comunicaciones por parte de la central quedó muy relegada a un segundo término frente a las actividades de evaluación y actuaciones para hacer frente al incendio y llevar la central a parada segura. Esta situación pudo evitarse fácilmente, sin merma del objetivo fundamental de llevar la central a parada segura y evitar daños a los trabajadores y a la población en general, si el Director de la central hubiera delegado la función de comunicaciones en otra persona de la organización de Vandellós I.

B.2. Actuación de la organización de emergencia del CSN

A partir de la activación de cuatro personas responsables del CSN, desde las 22,11 horas tal y como se ha descrito anteriormente, se inicia la actuación de la organización de emergencia del CSN.

En particular el Jefe de Área de Licenciamiento, desde su domicilio, entró en comunicación telefónica con el CECOP de Tarragona donde confirmaron la noticia y manifestaron que habían declarado situación 0 del PENTA, intentó la comunicación con Vandellós I sin conseguirlo y entró en contacto con la sala de control de Vandellós II de donde se recibió un primer estado de la situación y se indicó que como en principio no se esperaban consecuencias radiológicas se localizara al Inspector Residente de Vandellós II para que se dirigiera inmediatamente a Vandellós I, y se pusiera en contacto con el Gobierno Civil por si requerían su presencia. Asimismo el Direc-

tor Técnico y el Subdirector de centrales nucleares consiguieron contactar con Vandellós I y obtener una primera información de la situación en lo referente al incendio.

El inspector del CSN en Vandellós II fue localizado inmediatamente (22,25 horas) y a las 22.45 horas estaba presente en Vandellós I, ocupándose fundamentalmente de los aspectos radiológicos de la situación, siguiendo las actividades de Protección Radiológica de la central para el control de las diversas zonas a las que se accedió por personal de la central y personal de apoyo exterior.

Inmediatamente y en conversación telefónica con el Director Técnico, a la vista de que se desconocía la hora de inicio del incendio y su impacto sobre la central se decidió convocar a una parte de la organización de emergencia del CSN en el SALEM para seguir desde allí la evolución del incidente.

En este punto es necesario destacar que si la primera información de la central hubiera reflejado el estado de la misma, se hubiera convocado de inmediato a toda la organización de emergencia del CSN, cosa que no se hizo hasta minutos después de las 23 horas, una vez que estas 4 personas desde el Salem tuvieron información de que había "algunos problemas con la refrigeración del reactor".

Hacia las 23,10 horas se convocó en el Salem a los Jefes de los grupos operativo y radiológico, y posteriormente a diferentes componentes de los mismos, hasta quedar compuesta por las siguientes personas de la Dirección Técnica:

- Director de Emergencia (Director Técnico)
- Jefe del Area de Licenciamiento (responsable del SALEM)
- Grupo Radiológico

* Jefe del Grupo: Subdirector de Prot. Radiológica

** 2º Jefe del Grupo: Jefe de área de Prot. Radiológica*

- Grupo de Análisis Operativo

** Jefe del Grupo: Subdirector de Análisis y Evaluaciones*

** Experto en sistemas nucleares*

** Experto en sistemas contraincendios*

- Grupo de Apoyo

** Jefe del Grupo: Subdirector de Centrales Nucleares*

** Jefe del Area de reactores BWR y Grafito-gas*

** Jefe de Proyecto de Vandellós I*

Desde los primeros momentos del incidente se mantuvo un contacto permanente con el Presidente y Consejeros del CSN a los que se tuvo puntualmente informados del transcurso del mismo presentándose el Presidente, el Vicepresidente y un Consejero en el Salem alrededor de la media noche.

Estas actuaciones, en su totalidad están de acuerdo con lo previsto en el "Plan de actuación del CSN para situaciones de emergencia en instalaciones nucleares, radiactivas y transportes", documento de organización de emergencia del CSN en vigor desde Julio de 1988.

En particular sobre la actuación de los diferentes grupos operativos del CSN, se puede destacar lo siguiente, sin insistir en aspectos ya descritos.

B.2.1. Grupo Radiológico

A instancias del Director de Emergencia en el SALEM, (Director Técnico del CSN), se activaron los medios técnicos para la evaluación rápida de una situación de emergencia (códigos de cálculo, mapas de la zona, etc) y se procedió a confirmar la ausencia de vertidos radiactivos al exterior, tanto mediante la información existente en el SALEM en ese momento como a través de los contactos telefónicos mantenidos con el Inspector Residente del CSN en Vandellós II destacado en la central.

Asimismo, se solicitó a la C.N. Vandellós II los datos meteorológicos existentes en ese momento, dada la pérdida de la capacidad de medida de estos datos en Vandellós I al quedar inoperantes los sistemas de transmisión de datos de la torre.

La evaluación de la situación y la evolución de la misma no aconsejaron la necesidad de incrementar los componentes de este Grupo, que quedó en situación de espera, confirmando a lo largo de la noche los datos meteorológicos y la normalidad de los datos de tipo radiológico recibidos tanto de Vandellós I como de Vandellós II.

B.2.2. Grupo Análisis Operativo (GAO)

Cuando el GAO se constituyó no se había recibido ninguna comunicación escrita de la central. Por tanto se estableció una comunicación telefónica. Dadas las dificultades existentes con el teléfono punto a punto se hizo un uso casi exclusivo de la red telefónica pública. El interlocutor del GAO fue, salvo contadas excepciones, el Director de la Central. En base a la información recibida se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- a) En relación con el suceso iniciador, se obtuvo información de la planta sobre el incendio y su localización aproximada. Con esos datos y una copia del informe de riesgos de fuego se identificó la zona y las cargas térmicas existentes. Dada la dura-

ción del incendio se consideró que se había producido la combustión del aceite del tanque situado bajo el turbogruppo accidentado.

- b) En relación con el estado general de la planta se obtuvo información sobre los sistemas que estaban operando en la refrigeración del núcleo: dos turbosoplantes, dos cuartos de cambiador con sus bombas de agua de alimentación complementaria. A lo largo de la noche se tuvo noticia del problema de la inundación del edificio IPE - al fallar varias bombas de achique - y posteriormente de la Cava del reactor, relacionándolo en todo momento con el aporte de agua para la extinción del fuego lo que llevó a pensar que al finalizar el aporte de agua para extinción se detendría el aumento de nivel. Después pudo comprobarse la existencia de otras fuentes de aporte de agua que no fueron claramente comunicadas al GAO durante los contactos telefónicos con la central.*
- c) En relación con las posibles degradaciones de la situación, y dado que ésta se hubiese degradado si se perdiesen las turbosoplantes, o aún sin perderlas, si se perdiesen las bombas de agua de alimentación complementaria, se preguntó por el estado en que se encontraban las dos soplantes funcionando, así como por el nivel de inundación en la cava y la altura de las bombas de agua de alimentación obteniéndose por respuesta a esta segunda cuestión que era un "nivel no deseado". No fue pues posible hacer una valoración precisa del riesgo de degradación de las condiciones de refrigeración.*
- d) En relación con la disponibilidad de medios alternativos de refrigeración en caso de degradación o pérdida de los existentes y teniendo en cuenta que en, aproximadamente 6 horas el RAIÉ (cambiador de calor de parada) hubiera sido capaz de mantener la refrigeración del núcleo, se preguntó en repetidas ocasiones sobre el estado del mismo obteniendo primero la respuesta de que estaba preparado para funcionar, después que podía estar inundado al encontrarse en la cava pero podría ponerse en*

funcionamiento, para finalmente reconocer que estaba inundado y que las bombas no podían funcionar sumergidas. Esta información era necesaria en su momento para una correcta definición de la categoría de la emergencia.

Por otra parte, dada la precaria situación al disponer en la práctica de un único sistema para refrigerar el núcleo del reactor y conscientes de que su pérdida llevaría a una degradación más extensa se pidió a la central que explorase rápidamente las distintas posibilidades para disponer de otros medios alternativos de refrigeración en caso de fallo de las bombas de agua de alimentación complementaria. En concreto se pidió a la central que, a parte de la recuperación del RAiE, explorara el uso del sistema de agua de alimentación principal u otros que estimara oportunos. La central centró su actividad en el RAiE diciendo que creían tener repuestos, luego que no había repuestos pero que secarían los motores existentes, luego que, al comprobar que no funcionaban bien, que pondrían motores nuevos. No existió en la práctica una alternativa clara de refrigeración hasta la mañana del día 21, unas 36 horas después del inicio del suceso. Finalmente a partir de la tarde del propio día 21 estuvo disponible el sistema de ventilación en parada.

B.2.3. Grupo de Apoyo

Se aportó la documentación descriptiva de la central, análisis de riesgos de incendio y las consignas de explotación relativas a pérdidas de cuartos de cambiador. Manteniéndose diversas conversaciones telefónicas con el Director de la Emergencia.

Se redactó una nota informativa para su difusión a diversos Organismos españoles y extranjeros.

La información recibida fue siempre de forma verbal (telefónica, bien por teléfono punto a punto que tenía problemas de audición; o bien por el teléfono normal). En ningún momento se recibió comunicación escrita.

En resumen, una vez constituido el SALEM, las primeras informaciones recibidas presentaban la siguiente situación:

- *Las turbosoplantes 3 y 4 están paradas y existen dudas sobre si están o no disponibles.*
- *El control de agua de alimentación al cambiador principal se efectúa en manual.*
- *Existe en la cava un nivel alto de agua (sin especificar).*
- *El cambiador de parada (RAiE) está preparado.*

A partir de la 1:00 hora el Inspector Residente confirmó la situación ya conocida e informó que no se había identificado ningún indicio de niveles de radiación fuera de lo normal en ningún monitor de área y que había pedido que se analizaran muestras del agua de la cava, confirmándose que esta no presentaban indicios de radiactividad anormal.

Hasta las 2,20 min. no se tuvo conocimiento de que las bombas del RAiE estaban inundadas. En ese momento el incendio se consideraba sofocado y se informaba de que 2 turbosoplantes y 2 bombas de agua de alimentación complementaria estaban en servicio.

Hasta las 2,40 min. no se tuvo conocimiento de que las turbosoplantes 3 y 4 no eran recuperables.

B.3. Actuación de la organización del PENTA

En este apartado se refieren las actuaciones del Grupo Radiológico del PENTA, en que está incluido el CSN.

La primera notificación por parte del CECOP al CSN tuvo lugar un minuto después del aviso de la central.

Durante las dos primeras horas desde la constitución del Salem, la comunicación entre este y el CECOP fue fluida. Hay que destacar que la función soporte que el CSN realiza al Gobierno Civil está centrada en los aspectos radiológicos de la emergencia, por lo que el CSN mantuvo en todo momento informado al CECOP de que no había previsión de escapes de material radiactivo y de que así se iba comprobando en la práctica por las lecturas de los monitores y la información recibida a través del Inspector Residente.

Entre el CSN y el Gobierno Civil todas las llamadas se realizaron por el teléfono punto a punto, sin ningún problema a lo largo del incidente.

De acuerdo con el PENTA el Gobierno Civil asumió la función de información local, tanto a los medios de comunicación como a la población a través de los canales establecidos (ayuntamientos, etc.). Vía telefax, en el CSN se recibieron las diferentes notas de prensa que se emitieron por el Gobierno Civil.

Por último, cabe destacar que, desde el punto de vista del PENTA, la consideración de un accidente como categoría I o II es indiferente puesto que es correcta la declaración de situación 0 en ambos casos. No obstante, si en las primeras horas del incidente se hubiera tenido un conocimiento preciso de la situación el CSN hubiese pedido al Gobierno Civil declarar preventivamente "situación 1" y realizar un control de accesos. La evolución posterior del incidente no hizo aconsejable tomar esta medida.

C. SITUACION TECNICO-LEGAL DE LA C.N. VANDELLÓS I

C.1 - Situación legal

Las autorizaciones previa y de construcción de la C.N. Vandellós I datan de los años 1967 y 1968, respectivamente. El Permiso de Explotación Provisional (PEP) le fue concedido en 1972, habiéndole sido otorgadas, con posterioridad, diferentes prórrogas al mismo, así como distintas autorizaciones relativas a la gestión de sus residuos radiactivos, a determinadas modificaciones de diseño y a la tenencia y utilización de materiales radiactivos.

El 29 de Abril de 1982 se concedió a la central nuclear Vandellós I el Permiso de Explotación Definitivo (PEP), especificándose en el mismo que tiene validez hasta el año 2003.

Las condiciones establecidas en el Permiso de Explotación Definitivo requieren del titular la implantación de un Programa de Garantía de Calidad, la implantación de un Sistema de Protección Física, la continua actualización de la documentación oficial de explotación y de los criterios de Seguridad Nuclear y de Protección Radiológica y el establecimiento de programas de reentrenamiento y actualización de conocimientos del personal de explotación.

El seguimiento del cumplimiento del condicionado del Permiso de Explotación Definitivo se intensificó a partir de 1986, habiendo sido el desarrollo en cada uno de los temas el siguiente:

a) Implantación del Programa de Garantía de Calidad.

En Febrero de 1986, el CSN envió una carta a Hifrensa requiriendo la implantación del Programa de Garantía de Calidad. Después de diferentes cartas y reuniones CSN-HIFRENSA recordatorias, y de la Inspección del CSN efectuada los días 16 y 17/Octubre/86 a la C.N. Vandellós I sobre el particular, el

CSN remitió al M.I.E., con fecha 4/Febrero/87, una Propuesta de Sanción a la C.N. Vandellós I por incumplimiento de la Condición 7ª del P.E.D. Posteriormente a esto, Hifrensa envió al CSN una propuesta de Manual de Garantía de Calidad, siendo finalmente considerada aceptable por el Director Técnico del CSN la revisión 2 de Junio de 1987 del mismo, y a continuación, el CSN ha realizado diferentes inspecciones a C.N. Vandellós I durante los años 1987, 1988 y 1989 para supervisar la correcta implantación del programa.

b) Implantación de un Programa de Protección Física.

Como consecuencia de la constatación por el CSN, durante la visita efectuada a C.N. Vandellós I el 29/Octubre/86, de que Hifrensa no había llevado a cabo la implantación de un Sistema de Protección Física, el CSN remitió al M.I.E., con fecha 4/Febrero/87, una Propuesta de Sanción a la C.N. Vandellós I por incumplimiento de la Condición 4ª del P.E.D.. Seguidamente Hifrensa remitió al CSN una carta comunicando la incorporación del Jefe de Protección Física y mas tarde, en 1988, el Proyecto del Sistema de Protección Física y el Estudio de Definición de Areas Vitales. Durante los años 1988 y 1989 el CSN ha realizado diferentes visitas a C.N. Vandellós I sobre el particular. En la actualidad el Sistema de Protección Física está completamente instalado y operativo.

c) Revisión de la documentación oficial de explotación.

La C.N. Vandellós I presentó al CSN en 1983 la revisión de la documentación oficial de explotación requerida por el P.E.D. Con posterioridad la C.N. Vandellós I realizó diferentes revisiones de la misma. En la actualidad se cuenta con la revisión 1, de Febrero de 1989, del Manual de Protección Radiológica y la revisión 2, de Marzo de 1988, de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento evaluadas y en trámite de aprobación oficial. La revisión 1, de Octubre de 1988, del Plan de Emergencia Interior se encuentra en fase de evaluación por el CSN.

El Reglamento de Funcionamiento ha sido revisado y enviado recientemente por Hifrensa al CSN.

d) Establecimiento de Programas de reentrenamiento y actualización de conocimientos del personal de explotación.

Se han realizado diversas auditorías sobre dichos programas. En concreto en mayo del 84 se supervisaron los programas de formación de nuevos operadores y del personal con licencia y la organización del departamento de formación de la Central, en abril del 86 se auditó el simulador en el que los miembros con licencia de la central efectuaban ejercicios de reentrenamiento desde marzo del 86 y finalmente en diciembre del 88 se analizó el programa de formación del personal de explotación y mas en concreto el del personal candidato a la obtención de licencia de supervisor.

Como se ha mencionado, a requerimiento del CSN, el personal con licencia se reentrenaba anualmente en un simulador de la sala de control en Grenoble (Francia). Desde julio de 1989 un simulador similar opera en la central, con lo que el reentrenamiento puede hacerse de forma mas intensa.

C.2 - Programa de Reevaluación de la Seguridad

El 3 de Marzo de 1986 la Dirección Técnica del CSN requirió a Hifrensa que revisase en profundidad la seguridad de la Central Nuclear Vandellós I, presentando esta en el plazo de tres meses un anteproyecto de programa de reevaluación de la seguridad (PRS). El explotador remitió al CSN el 11 de Junio de 1986 su propuesta de programa de reevaluación de la seguridad y el anteproyecto de dicho programa el 6 de agosto de 1986. El 12 de Junio de 1986 el Pleno del CSN acordó requerir a Hifrensa que continuase el proceso de reevaluación de la

seguridad y que implantase, con carácter de urgencia, las cinco modificaciones ya realizadas o en fase avanzada de realización en la central de referencia Saint Laurent des Eaux. El Presidente del CSN comunicó, con fecha 18 de Julio de 1986, al Director General de la Energía, la imposición a la C.N. Vandellós I de un programa de reevaluación de la seguridad y el requerimiento, con carácter de urgencia, de la realización de las cinco grandes modificaciones acometidas por la central de referencia.

En Junio de 1986, tuvo lugar una reunión entre la Dirección Técnica del CSN e Hifrensa sobre el programa de reevaluación de la seguridad de la C.N. Vandellós I y las cinco grandes modificaciones de la central de referencia, indicando la Dirección Técnica del CSN que consideraba necesario que Hifrensa aumentase sus recursos materiales y humanos y asimismo, que el anteproyecto de las cinco modificaciones debería ajustarse lo mas fielmente posible a lo realizado en la central de referencia para evitar retrasos en su implantación.

El 31 de Octubre de 1986, tuvo lugar una reunión entre Hifrensa y la Dirección Técnica del CSN para tratar el alcance del anteproyecto del PRS y los anteproyectos de las cinco grandes modificaciones que habían sido presentados recientemente al CSN.

El 25 de Noviembre de 1986 se mantuvo una reunión ante representantes del CSN y del SCSIN y del IPSN de Francia, así como se había mantenido en 1985 y posteriormente en 1987 y 1989, relativas al programa de reevaluación de la seguridad de la central de Vandellós y de su central de referencia.

En Diciembre de 1986, el Presidente del CSN dirigió una carta a Hifrensa manifestando la preocupación existente en el Pleno del Consejo por la forma en que la C.N. Vandellós I estaba abordando la revisión de su seguridad, e imponiendo una serie de plazos referentes al programa de reevaluación de la misma

y a las cinco grandes modificaciones, y requiriendo la mejora de los medios técnicos de Hifrensa. Dichos plazos fueron matizados, asimismo, por el presidente del CSN mediante una carta enviada al explotador el 5 de Marzo de 1987, en respuesta a una carta de Hifrensa fechada el 16 de Enero de 1987, y posteriormente por la Dirección Técnica del CSN el 23 de Junio de 1987.

Hifrensa remitió al CSN el 7 de abril de 1987 el documento "Criterios, Alcance y Normativa Contemplada en el PRS", y el 21 de agosto de 1987 los "Informes Preliminares de Evaluación"

Las mencionadas cinco modificaciones son las siguientes:

a) Instalación de las fuentes neutrónicas para comprobación de las cadenas de arranque. Dicha modificación consiste en la incorporación de un sistema en el núcleo del reactor, capaz de presentar a cada detector de las tres vías de arranque, una fuente de neutrones para comprobación, previa a la divergencia, de la disponibilidad de dichas vías de medida de la potencia neutrónica ante flujos muy débiles de neutrones. Fue realizada por C.N. Vandellós I en Febrero de 1987.

b) Instalación de falsas tulipas para impedir la posible obstrucción de canales de refrigeración.

Consiste en disponer, sobre cada una de las tulipas verdaderas de los canales de refrigeración, una falsa tulipa cuyo borde troquelado asegura, que aún en el caso de que se depositase sobre ella una chapa, existiría en el canal un flujo de CO_2 mínimo necesario para garantizar la refrigeración de los elementos combustibles. Llevada a cabo por C.N. Vandellós I en Mayo de 1988.

c) Protección contra incendios del edificio eléctrico. Dicha modificación consiste en la mejora de la protección

contraincendios del edificio eléctrico, con objeto de lograr, mediante la adopción de medidas complementarias de detección, extinción y confinamiento, la máxima independencia de las cuatro vías de soplado. El CSN ha englobado esta modificación dentro del área del Programa de Reevaluación relativa a los sistemas de protección contraincendios de toda la central, habiendo sido evaluadas las propuestas correspondientes por el CSN durante 1988 y transmitidos al explotador los requisitos derivados de dicha evaluación a comienzos de 1989.

- d) *Instalación de una cadena para la protección frente a inserciones de reactividad. Esta modificación se refiere a la creación de seis zonas de temperatura de CO₂ a la salida del reactor, y al establecimiento, con una lógica 2 de 8, de un umbral de alarma para un determinado gradiente de temperatura y de un umbral de caída de barras para un gradiente mayor. Esta modificación no ha sido llevada a cabo por el explotador, que proponía una modificación de diseño alternativa, habiendo efectuado el CSN a Hifrensa durante 1988 diferentes recordatorios sobre el particular.*
- e) *Adaptación del cambiador de parada como sistema de refrigeración de emergencia. Dicha modificación tiene por objeto dotar a la central de un sistema alternativo de refrigeración, para el caso de pérdida total del soplado, debiendo este estar convenientemente dimensionado y ser totalmente independiente del sistema de refrigeración mediante soplantes, con objeto de que no pueda existir ningún fallo común que deje ambos sistemas fuera de servicio simultáneamente. La propuesta presentada por el explotador, consistente en el funcionamiento durante una primera etapa en circuito abierto, difiere de la modificación realizada en la central de referencia, donde se ha instalado un cambiador de calor suplementario. El CSN ha aceptado durante 1989 el proyecto básico propuesto por el explotador y ha impuesto una serie de requisitos concernientes al proyec-*

to de detalle. C.N. Vandellós I aún no ha remitido al CSN dicho proyecto de detalle.

El Programa de Reevaluación de la Seguridad requerido por el CSN a la C.N. Vandellós I, se concibe, de un modo análogo a los llevados a cabo por otras CCNN españolas de la misma generación, como una actividad minuciosa a desarrollar a medio plazo y tiene como objetivo una revisión en profundidad de la seguridad nuclear de la instalación, tomando en consideración, la experiencia acumulada durante la explotación, las modificaciones y acciones correctoras ya introducidas durante la vida de la central, los resultados de los Programas de Reevaluación de las centrales Uranio Natural-Grafito-Gas en el país de origen del proyecto, el grado de cumplimiento de C.N.Vandellós I con los criterios y normativa sobre seguridad nuclear desarrollados con posterioridad a la fecha de construcción de la planta y aplicables a la misma, y la posibilidad de utilización de los Análisis Probabilísticos de Seguridad para la identificación y valoración de modificaciones.

El CSN había requerido ya, con anterioridad, a las demás centrales nucleares españolas de la misma generación, la realización de un programa de reevaluación de la seguridad, cuyo desarrollo hasta su implantación total ha supuesto varios años.

Siguiendo las directrices establecidas por el CSN, HIFRENSA elaboró y remitió a éste, en agosto de 1986, una propuesta de Programa de Reevaluación de la Seguridad de C.N. Vandellós I, que recogía una selección entre los temas tratados generalmente en los programas de evaluación sistemática de la seguridad de las centrales nucleares de la NRC, efectuada teniendo en cuenta las peculiaridades del diseño de las centrales grafito-gas y los Programas de Reevaluación llevados a cabo en las centrales análogas en el país de origen de la tecnología.

El alcance de la reevaluación, que tiene una extensión mayor de la llevada a cabo en el país de origen del proyecto, fue analizado por el CSN, comunicándole seguidamente a HIFRENSA sus conclusiones sobre las áreas relativas a la seguridad de la central que deberían ser revaluadas y requiriendo la presentación, para cada una de dichas áreas, de una definición de alcance, criterios y normativa a aplicar, en primer lugar, y posteriormente, de una propuesta concreta de desarrollo, en cada caso, de la reevaluación, teniendo en cuenta los criterios y normas aplicables.

Los aspectos de la seguridad de la C.N. Vandellós I objeto de reevaluación y el alcance de cada una de ellos son las siguientes:

- *Aspectos documentales y de análisis relativos al emplazamiento, referentes a la actualización de los datos de población y redefinición de zonas en el entorno de la central según el estudio de consecuencias radiológicas de los accidentes postulados; al estudio de riesgos (tales como sobrepresiones consecuencia de explosiones, nubes de vapores inflamables, liberación de productos tóxicos) debidos a agresiones de origen externo inducidas por transportes e industrias vecinas; a la revisión de los medios de medidas meteorológicas disponibles; a la revisión de los datos y cálculos meteorológicos empleados en la estimación de las dosis a la población en operación normal y en el análisis de las consecuencias radiológicas de los accidentes considerados, y al análisis de las consecuencias sobre la instalación de fenómenos atmosféricos severos (tales como vientos extremos, precipitaciones máximas y sobreelevación del nivel del mar).*
- *La clasificación de estructuras, sistemas y componentes, que tiene por objeto reanalizar todas aquellas funciones de la central que no figuran en el Manual de Garantía de Calidad como funciones de seguridad, por si cumpliesen alguno de los requisitos establecidos para ser consideradas como tales. Una vez*

definida la lista de funciones de seguridad se completará la lista de ensayos periódicos correspondientes.

- *Estudio de la posible necesidad de efectuar el reanálisis sísmico de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad, teniendo en cuenta la sismicidad del emplazamiento de C.N. Vandellós I, y los estudios llevados a cabo sobre este particular por la central de referencia C.N. Saint Laurent des Eaux.*
- *Estudio de los efectos de potenciales inundaciones internas, considerando la ubicación de los diferentes equipos pertenecientes a funciones de seguridad y las posibles causas de inundación tales como roturas de tuberías.*
- *Análisis de los efectos de posibles roturas de tuberías consistente en el estudio de las consecuencias de la aparición de una rotura en las tuberías de agua, vapor o CO₂ existentes en la cava del reactor, sobre el soplado, la alimentación al cambiador o el mantenimiento de la presión del CO₂ del cajón.*
- *Estudio de la conveniencia de efectuar cambios en el diseño de las protecciones frente a sobre-carga térmica de los motores de válvulas motorizadas situadas en funciones importantes para la seguridad.*
- *Protección contra proyectiles de la instalación, consistente en un estudio de daños que podrían producirse sobre funciones importantes para la seguridad, en caso de desprendimiento de proyectiles de las turbinas de los grupos principales, de las turbinas de los grupos auxiliares o de las turbinas de las turbosoplantes.*
- *Cualificación ambiental de equipos, consistente en el estudio del comportamiento de los equipos de la central, que no fueron cualificados ambientalmente en el momento de su construcción, ante situaciones accidentales .*

- Aspectos relativos a los integrantes del núcleo del reactor (combustible, apilamiento y estructuras internas) tales como: condiciones de utilización, análisis de comportamiento y conservación, elaboración de un programa de vigilancia de los procesos de corrosión y estudios de tasa de daño por fatiga y fluencia
- Revisión de la integridad del cajón, consistente en el análisis del comportamiento de éste durante la vida de la central, elaboración de una descripción detallada de los límites de confinamiento de la barrera de presión y de un estudio encaminado a reducir al mínimo dichos límites, la elaboración de un programa de control de los sistemas de protección del cajón frente a sobrepresiones y del sistema de refrigeración del cajón.
- Diversos aspectos relativos a la refrigeración del núcleo consistentes, en lo referente al cambiador de calor principal, en la determinación de la integridad actual del mismo, en el estudio de rotura de tuberías en el interior del cajón que pudiesen provocar la pérdida simultánea del cambiador principal de calor y la pérdida de integridad del cajón, así como de las variaciones sobre los puntos de tarado de las cadenas de protección u otras modificaciones necesarias para impedir tal eventualidad, y en la definición de las pruebas periódicas del cambiador requeridas para demostrar el mantenimiento de su integridad. Referente a la refrigeración del reactor por soplado, la reevaluación consiste en el análisis del comportamiento de esta función durante la vida de la central y en el estudio de fallos en modo común (tal como la pérdida del aire comprimido de regulación o la pérdida del agua desmineralizada de refrigeración) que podrían ocasionar la puesta fuera de servicio simultánea de las cuatro turbosoplantes, para cuya eventualidad está prevista la modificación RAIE-último socorro. Referente a la refrigeración del reactor en parada, la reevaluación está ligada a la modificación del RAIE-último socorro y al es-

tudio de su total independencia de la refrigeración por soplado o mediante la ventilación en parada.

- *Reevaluación de la habitabilidad de la sala de control, consistente en el estudio del efecto sobre ésta de posibles liberaciones de productos tóxicos de diferentes procedencias y de potenciales liberaciones de material radiactivo, como consecuencia del accidente base de diseño en C.N. Vandellós II o de la ocurrencia en C.N. Vandellós I de los accidentes postulados.*
- *Revisión del sistema de suministro de vapor auxiliar, consistente en el estudio de comportamiento de la central auxiliar en caso de ocurrencia de fallos únicos de componentes aislados y de fallos en modo común.*
- *Revisión de los sistemas de instrumentación y control. Referente a los sistemas de control y protección, la reevaluación se centra principalmente en la ausencia de dispositivos de aislamiento eléctrico entre ambos sistemas y en la ausencia de independencia física entre las cadenas de seguridad redundantes. En cuanto a los sistemas necesarios para la parada segura, esta reevaluación está asociada a la configuración del edificio ERO correspondiente a la modificación RAiE-último socorro, y a la instrumentación para vigilancia de la radiación y variables de proceso durante y posteriormente a un accidente.*
- *Revisión de los sistemas eléctricos, consistente en un estudio de eventuales fallos de equipos resultantes de condiciones degradadas de la red eléctrica exterior, un estudio del sistema de suministro eléctrico de emergencia actual de C.N. Vandellós I que analice la central auxiliar, como fuente autónoma de producción de energía eléctrica, frente a la ocurrencia de fallos únicos de componentes aislados y a la posibilidad de fallos en modo común, un estudio de la adecuación de los sistemas de corriente continua de emergencia a la capacidad requerida por los consumos que deben alimentar en caso de emergencia, y un*

estudio de las consecuencias de diferentes pérdidas aisladas o simultáneas de las fuentes de control comando.

- *Revisión del dispositivo principal de manutención consistente en el estudio del confinamiento y la refrigeración garantizados por el mismo, el análisis de la adecuación de su alimentación en CO₂ y sus fuentes de control comando y el programa de ensayos periódicos necesarios.*
- *Revisión del sistema de protección contra incendios, consistente en un estudio de las mejoras necesarias en las diferentes áreas de la C.N. Vandellós I en los tres niveles clásicos de la lucha contra el fuego, detección, extinción y confinamiento, así como en la organización y medios con que cuenta la central para la P.C.I.. La modificación consistente en la mejora de la P.C.I. del edificio eléctrico, se amplía mediante el programa de Reevaluación de la Seguridad a la mejora de la P.C.I. global de la central.*
- *Revisión específica del sistema de aire comprimido de control y regulación consistente en el análisis de la suficiencia de su capacidad y de su redundancia, en el estudio de los controles y ensayos periódicos necesarios para garantizar su disponibilidad, y en el desarrollo de un procedimiento de operación de emergencia para el caso de pérdida total del sistema.*
- *Revisión de los sistemas de ventilación y aire acondicionado consistente en un estudio, para los diferentes sistemas, de la suficiencia y redundancia de los mismos.*
- *Revisión de las instalaciones de combustible irradiado, consistente en el análisis de la suficiencia del sistema de refrigeración del agua de piscinas, el estudio del riesgo de vaciado de las piscinas de combustible irradiado, el análisis de la adecuación de los sistemas de detección de fugas del agua de piscinas, el estudio de la posible contaminación del agua de refrigeración general por fugas desde los circuitos de agua de*

refrigeración de piscinas, y el análisis de la necesidad de disponer de un sistema de vigilancia de la actividad del agua de piscinas.

- *Reevaluación de los dispositivos de manejo de cargas pesadas, consistente en un análisis de las consecuencias sobre funciones importantes para la seguridad de potenciales fallos de estos dispositivos.*
- *Análisis de accidentes y transitorios, consistente en la realización de un estudio similar al establecido en la central de referencia.*
- *Revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, consistente en la redacción de unas nuevas Especificaciones Técnicas de la planta, cuyo contenido se adapte a lo establecido para otras centrales en operación.*
- *Revisión de las consignas de operación en emergencia, consistente en la redacción de procedimientos de operación en emergencias según el análisis de accidentes.*

Como se puede observar, después de la exposición de las diferentes áreas que componen el Programa de Reevaluación de la Seguridad, éste tiene un amplio alcance que comprende un importante número de aspectos relacionados con la seguridad de la instalación, si bien, como conclusión del reanálisis de las diferentes áreas surgirán, sólo en algunos casos, modificaciones en la instalación. Ciertos aspectos de la reevaluación, tales como los relativos a Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, consignas de operación en emergencia, programas de pruebas y ensayos periódicos se traducen en la mejora de la seguridad operacional de la central a través del ajuste de las normas que rigen la explotación, y otros aspectos de la misma, se refieren a la realización de estudios de ingeniería de los que podrán desprenderse o no modificaciones de diseño.

A comienzos de 1988, el CSN analizó la conveniencia de contar con el asesoramiento del Organismo técnico del país de origen del proyecto encargado de la realización de las evaluaciones de seguridad de las centrales UNGG (entre otras), para el desarrollo del Programa de Reevaluación de la Seguridad de la C.N. Vandellós I. La negociación del CSN con el Institut de Protection et de Sûreté Nucleaire (IPSN) de un Acuerdo Particular de Colaboración comenzó seguidamente, siendo éste firmado el 1 de julio de 1988. Las primeras peticiones de trabajo (que se refirieron al proyecto básico de la modificación del cambiador de parada y a los "Informes Preliminares de Evaluación") fueron cursados el 17 de octubre de 1988. En los primeros meses de 1989, se recibieron del IPSN el Rapport Das nº 549, referente a la modificación del cambiador de parada, y el Rapport Das nº 579, referente a los "Informes Preliminares de Evaluación", manteniendo el CSN seguidamente con Hifrensa reuniones para transmitirle las conclusiones de las evaluaciones correspondientes. Durante 1988, a la espera de recibir los informes de evaluación encargados al IPSN, el CSN resolvió internamente algunas de las evaluaciones, transmitiendo al explotador las conclusiones del análisis de las propuestas presentadas por el mismo en las áreas relativas a Consignas de Operación de Emergencia, Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, Protección contra Incendios y Cualificación Ambiental de Equipos.

Por otra parte, la Dirección Técnica del CSN requirió a la C.N. Vandellós I, en 1986, en el marco del Plan de Revisión de los Sistemas de Tratamiento y Almacenamiento de Residuos Radiactivos de las Centrales Nucleares Españolas, que presentase un plan de acción para sus residuos radiactivos sólidos que mejorasen la calidad de los productos del acondicionamiento de los mismos. Durante los años 1986, 1987, 1988 y 1989 el CSN ha mantenido diferentes reuniones con Hifrensa y ha efectuado diversas inspecciones a la C.N. Vandellós I con objeto de agilizar el desarrollo por parte del explotador del mencionado plan.

Asimismo, el CSN remitió a Hifrensa en julio de 1986 el "Programa Integrado de Realización y Utilización de los Análisis Probabilis-

ta de Seguridad en España", aprobado por el Pleno del CSN en junio de ese mismo año, y posteriormente, en febrero de 1989, requirió al explotador que le comunicase la situación en que se encontraban las diferentes actividades preparatorias de la realización de un Análisis Probabilista de Seguridad.

Durante el período comprendido entre 1986 y 1989, el CSN ha comunicado a Hifrensa, al tiempo que efectuaba el seguimiento operacional de la C.N. Vandellós I, su preocupación por la forma en que ésta estaba abordando las mejoras de la seguridad requeridas, mencionadas anteriormente, así como la necesidad de que el explotador dispusiese de los medios técnicos requeridos al efecto, imprescindibles para que Hifrensa pudiese garantizar la seguridad operacional de la C.N. Vandellós I independientemente del Programa de Parada de las centrales grafito-gas establecido en el país de origen de la tecnología.

CONCLUSIONES

De lo expuesto a lo largo de los tres apartados anteriores en los que se describe el incidente, se analiza a la luz del mismo el programa de reevaluación de la seguridad iniciado en la central, y se detallan las actuaciones de las organizaciones involucradas en los Planes de Emergencia, se puede concluir lo siguiente:

- 1. El incendio, iniciado en un edificio convencional de la central tuvo múltiples implicaciones y afectó a diferentes sistemas importantes para la seguridad. El suceso requiere un análisis laborioso para obtener todas sus consecuencias tanto en cuanto a la seguridad operacional de la central como en cuanto a la capacidad de respuesta frente a una emergencia.*
- 2. El incidente ha sido importante desde el punto de vista de la seguridad nuclear, sin embargo no ha producido, en ningún momento, ni contaminación de zonas, ni de las personas involucradas en las labores de recuperación de la planta, ni vertidos radiactivos al exterior superiores a los que supone la operación normal de la central.*
- 3. El Plan de emergencia interior de C.N. Vandellós I no fue aplicado en ningún momento por la organización de la central. El incidente no fué declarado como una emergencia, no se categorizó, ni se envió ninguna documentación escrita en la forma preestablecida.*

Las consecuencias fueron que, activado el Plan de Emergencia Nuclear de Tarragona por el Gobierno Civil, no se dispuso en las primeras horas del incidente, de la información detallada y precisa del estado de la Central necesaria para facilitar la adopción de las correspondientes medidas establecidas en el PENTA.

Considerando la gravedad de este comportamiento, el CSN solicitará del Ministerio de Industria y Energía la incoación del oportuno expediente sancionador a HIFRENSA.

4. Dos de las cinco grandes modificaciones requeridas por el CSN a la C.N. Vandellós I (mejora de la protección contra incendios para garantizar la máxima independencia de las cuatro vías de soplado y utilización del circuito RAiE como sistema de refrigeración de último socorro) guardan una relación directa con las consecuencias del incidente ocurrido.

Lo mismo puede decirse de diversos aspectos del Programa de Reevaluación de la Seguridad: la mejora de la protección contra incendios global de la instalación, el estudio y consecuente prevención de las inundaciones internas, el estudio de la refrigeración por soplado y de la refrigeración en parada, la habitabilidad de la sala de control, en todas las condiciones del accidente, la separación física entre sistemas eléctricos y de instrumentación y control redundantes, la separación física entre sistemas eléctricos y de instrumentación y control importantes y no importantes para la seguridad, la redundancia y separación física del sistema de aire comprimido de control y regulación y la independencia entre sus partes de seguridad y no seguridad.

5. El suceso, ha corroborado la importancia del cumplimiento de los requisitos establecidos por el CSN a la C.N. Vandellós I, pudiendo afirmarse que la evolución del incidente hubiera supuesto un riesgo mas bajo en caso de haber estado implantadas las modificaciones referidas y las derivadas del Programa de Reevaluación de la Seguridad.

Por otra parte, del análisis del incidente se derivará una reconsideración del alcance de dicho Programa de Reevaluación de la Seguridad de Vandellós I.

6. Considerando las razones anteriormente expuestas, se desprende la consecuencia de que para garantizar la seguridad operacional de la C.N. Vandellós I y antes de que pueda reanudar su operación, si esta procede, el explotador deberá haber efectuado las modificaciones que quedan por realizar de las exigidas por el

CSN en 1986, así como las que se deriven del Programa de Reevaluación de la Seguridad.

- 7. Dado el largo periodo en que la central deberá estar parada durante las labores de recuperación de equipo y de implantación de todas las modificaciones, incluidas las derivadas del Programa de Reevaluación, el CSN requerirá a HIFRENSA que elabore un Programa de Mantenimiento de los equipos, sistemas y componentes de la central y un Programa de Evaluación de daños de los equipos y de las acciones para su posible recuperación.*

Deberán establecerse, asimismo las medidas encaminadas a garantizar a largo plazo la permanencia del reactor en condiciones seguras.

- 8. En cualquier caso, dado que el Permiso de Explotación Definitivo de 29 de Abril de 1982 vigente en la actualidad, no resulta aplicable a la nueva situación de la central, este CSN propondrá en su momento, al Ministerio de Industria y Energía su sustitución por otro que recoja los nuevos límites y condiciones resultantes de los requerimientos o exigencias de seguridad derivados del incidente. Hasta tanto, deberá quedar en suspenso la Condición 3ª. del Permiso, en lo que afecta a la operación a potencia de la central, permaneciendo ésta en parada segura.*

- 9. Este informe tiene carácter preliminar. El CSN continúa las investigaciones y evaluaciones del incidente y sus consecuencias que, una vez concluidas, serán objeto del Informe Final.*