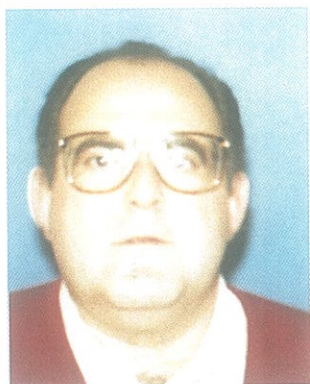




Jesús GONZALEZ FERNANDEZ es Ingeniero de Minas por la Universidad Politécnica de Madrid. Trabajó durante varios años en empresas de ingeniería de las áreas hidráulica y nuclear, incorporándose en julio de 1982 al Departamento de Explotación de C. Trillo como Jefe de Operación. Después de colaborar en la puesta en marcha de la Central Nuclear de Grohnde, en la RFA, fue responsable de la puesta en marcha de los sistemas nucleares y de la Primera Prueba Funcional Caliente de C. Trillo I. Posteriormente, como Jefe del Servicio Técnico, finalizó la fase de Construcción, siendo responsable en la actualidad de las áreas de control y ejecución de modificaciones de diseño, así como de las de Formación y Evaluación.

EXPERIENCIAS DEL PRIMER AÑO DE OPERACION

J. GONZALEZ - A. SANJUAN



Alfonso SANJUAN CUESTA es Ingeniero de Telecomunicaciones por la ETSIT de Madrid. Diplomado en Ingeniería Nuclear por la JEN. Ingresó en Central Nuclear de Trillo I en 1982, donde ha participado en la preparación de la explotación de la Central y en las pruebas y puesta en marcha. Como Jefe de Operación, ha dirigido las pruebas nucleares y desde 1989 es Jefe de Producción de la citada central.

INTRODUCCION

Una vez terminada la fase de puesta en marcha de la central, con su cesión a la organización de explotación y la concesión del Permiso de Explotación Provisional por parte del Consejo de Seguridad Nuclear el 4-12-87, se siguieron los siguientes hechos:

- Primera Carga de Combustible 8 \ 0-12-87
- Prueba Funcional Caliente 2 3-12-87 - 5-2-88
- Primera Criticidad 14-5-88
- Llegada al 30 % de potencia nominal 15-5-88
- Primera Sincronización a la red 23-5-88
- Llegada al 80 % de potencia nominal 8-7-88
- Llegada al 100 % de potencia nominal 2-8-88
- Operación comercial 6-8-88

La organización de explotación de Central de Trillo ha llevado a cabo todos los trabajos anteriormente mencionados y toda la experiencia operativa acumulada viene reflejada en los informes de pruebas nucleares, en las modificaciones de diseño realizadas en este período de pruebas nucleares y en la revisión del manual de operación y procedimientos técnicos de la central. También se han tenido en cuenta todos aquellos hechos que se dan en una central en operación como son:

- Disparos no programados.
- Incidentes operativos.
- Paradas programadas y no programadas.
- Inspecciones y reparaciones de mantenimiento.

Con el fin de poder analizarlos y sacar las conclusiones pertinentes para mejorar el funcionamiento de la central. Se expone a continuación el tratamien-

to seguido, así como una descripción de los aspectos más importantes.

DISPAROS NO PROGRAMADOS

Para poder analizar la experiencia operativa que representan los Disparos No Programados (DNP), se han elaborado los siguientes procedimientos:

- Autorización de arranque tras un disparo no programado.
- Informe de disparo no programado.
- Evaluación de disparo no programado.

Estos procedimientos permiten tener una metodología de análisis sistemático de los disparos no programados con objeto de:

- Identificar la causa del disparo.
- Verificar el funcionamiento correcto de los sistemas y equipos relacionados con la seguridad y con la disponibilidad de la planta durante el transitorio.
- Evaluar la disponibilidad y la seguridad de la planta para volver a operación a potencia.
- Analizar, finalmente, la causa-raíz, emitiendo las recomendaciones oportunas (cambios en el manual de operación, de diseño, en procedimiento, etc.).

Una vez que la planta se ha estabilizado, se inicia inmediatamente el proceso de revisión que consta de cuatro fases:

FASE I Investigación, análisis y valoración inicial.

FASE II Autorización de arranque.

FASE III Informe de disparo no programado.

FASE IV Evaluación e Informe Final.

Las fases I y II analizan y valoran la información, tanto escrita (alarmas, registros, etc.) como hablada (personal de servicio), para establecer el rearranque de la planta.

En las fases III y IV, las personas que han participado en las fases I y II sacan conclusiones y pueden programar algún tipo de actuación o recomendación.

Durante la fase de pruebas nucleares, se produjeron tres disparos no programados (ver figura I). La figura II muestra la comparación de DNP durante la fase de pruebas nucleares en centrales de origen alemán.

Desde el momento en que se entró en operación comercial, se han producido dos DNP, como se muestra en la figura II de Incidencias de Operación.

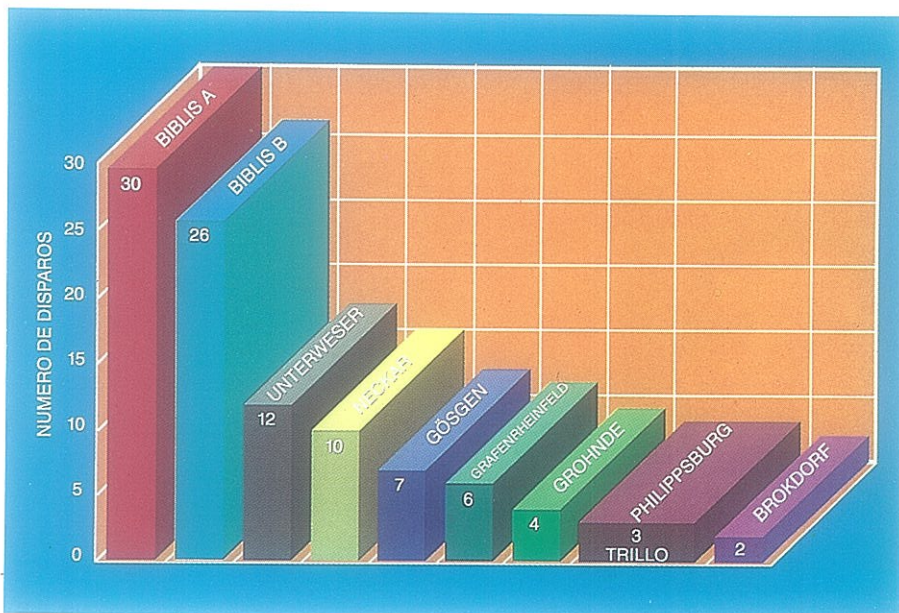
El primer disparo (24-8-88) se debió a la pérdida de regulación de nivel de los pozos del condensador, que llevó al disparo de las bombas de agua de condensado y posterior pérdida de las bombas de agua de alimentación; esto originó la pérdida de nivel en los gene-

NUMERO	FECHA	DURACION (DIAS)	POTENCIA NUCLEAR	CAUSAS	SISTEMAS/EQUIPOS IMPLICADOS
1	31/5/88	0.4	30 %	B	Agua de condensado y bypass de turbina.
2	31/7/88	0.3	80 %	E	Bajo DNB.
3	08/8/88	0.3	100 %	D	Pérdida agua alimentación.

CAUSAS: A. Fallo de equipo. B. Prueba con fallo de equipo. C. Error en prueba. D. Error humano. E. Generación de Espúreo. F. Causa externa a la Central. O. Otros.

FI Disparos no programados durante la fase de pruebas nucleares

FI II Disparos no programados durante las pruebas nucleares en reactores kWU



radores de vapor y a 9 m se generó el disparo del reactor.

Se analizó la causa de la pérdida de la regulación, originada por no resetear la señal de nivel de pozo caliente después de proceder a una operación de búsqueda de fugas en el condensador. Se analizó el comportamiento de la planta y las causas probables, procediéndose a arrancar de nuevo.

Se modificó el manual de operación, incluyendo en la maniobra de llenado la comprobación de la perturbación en la medida y regulación de nivel.

El segundo disparo (25-4-89), se produjo por pérdida de dos bombas principales. Se estaba realizando la recuperación de un descargo del Diesel de Salvaguardia y en la operación de soplado de pistones rodó el diesel, produciendo una sobreintensidad suficien-

te para activar las protecciones correspondientes de la barra de Salvaguardias.

En estos momentos había dos bombas de aceite de las bombas principales alimentadas de dicha barra.

Se analizaron las causas del disparo y el comportamiento de la planta antes de volver a arrancar. Se están estudiando las maniobras operativas de soplados y la conveniencia de alguna modificación.

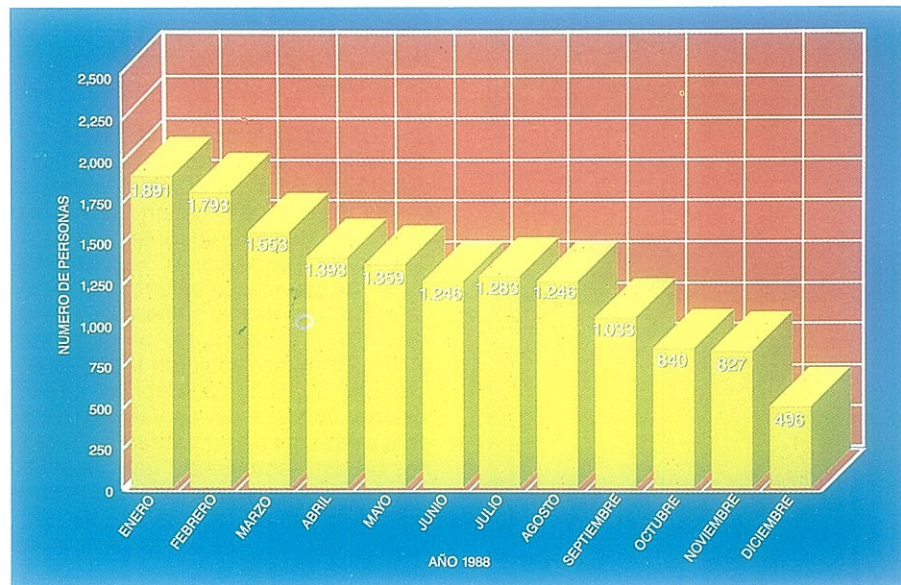
INCIDENTES OPERATIVOS

En este apartado se recogen una serie de actuaciones de la central que no provocan su disparo pero que afectan a la disponibilidad y por las cuales es necesario realizar una evaluación del

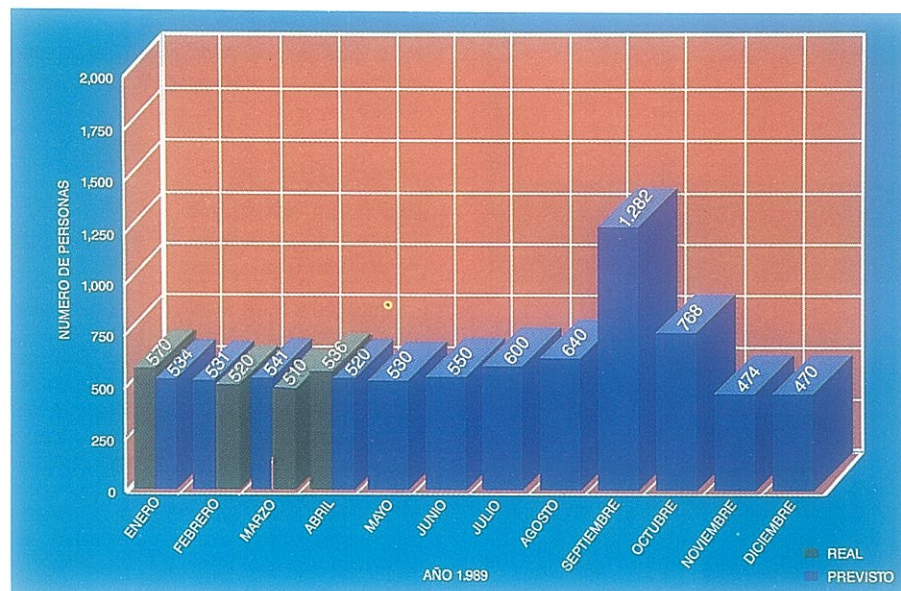
INCIDENTE	FECHA	DURACION (DIAS)	POTENCIA	CAUSAS	SISTEMAS/EQUIPOS IMPLICADOS
DNP	24/8	0,3	100 %	D (OP)	Pérdida agua alimentación.
PNP	3/10	4	100 %	A	Revisión y limpieza de válvulas piloto de las válvulas de seguridad del presionador.
PNP	24/11	10	100 %	A	Revisión y reparación de fugas del condensador.
PNP	24/12	7	100 %	A	Modificación y revisión de válvulas piloto de las válvulas de seguridad del presionador.
DNP	25/4	0,5	100 %	C	Pérdida 2v3 bombas principales.
VPNP	5/11	3 h.	100-30-100 %	A	Fallo bomba principal.
VPNP	10/11	24 h.	100-98-100 %	A	Rotura bomba condensador.
VPNP	22/11	5 h.	100- 0-100 %	D (ME)	Disparo de turbina.
VPNP	8/2	11 h.	100-98-100 %	A	Rotura bomba condensador.
VPNP	7/4	3 h.	100-33-100 %	D (OP)	Bomba agua alimentación.
VPNP	7/5	12 h.	100-98-100	A	Rotura bomba condensador.

F III Disparos, paradas y variaciones de potencia no programados desde operación comercial

F IV Evolución del personal en el emplazamiento



F V Evolución prevista de los recursos humanos en 1989



comportamiento de la central durante el transitorio, tales como:

- Disparo de la turbina.
- Desconexión de una bomba principal.
- Desconexión de una bomba de agua de alimentación.
- Rechazos de carga.

y cualquier otro incidente que, por sus características, sea digno de estudiar. El análisis de los Incidentes Operativos tiene dos fases:

FASE I Investigación, análisis, valoración e informe.

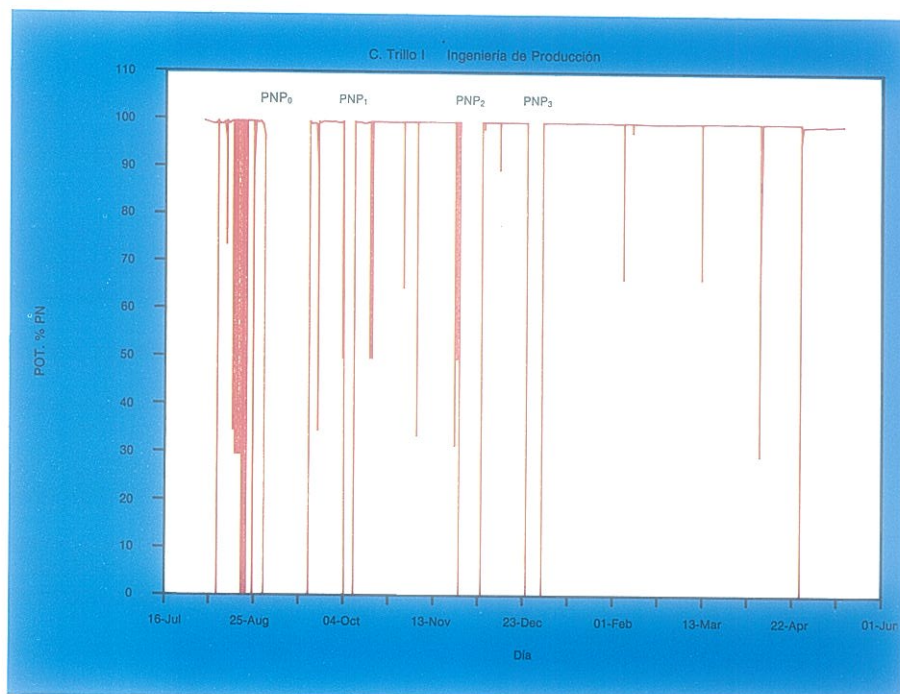
FASE II Evaluación del incidente operativo.

La Fase I analiza la situación para volver a las condiciones iniciales (lo realiza personal de operación).

La Fase II evalúa el incidente y propone si ha lugar medidas correctoras o recomendaciones (lo realiza personal de servicio técnico).

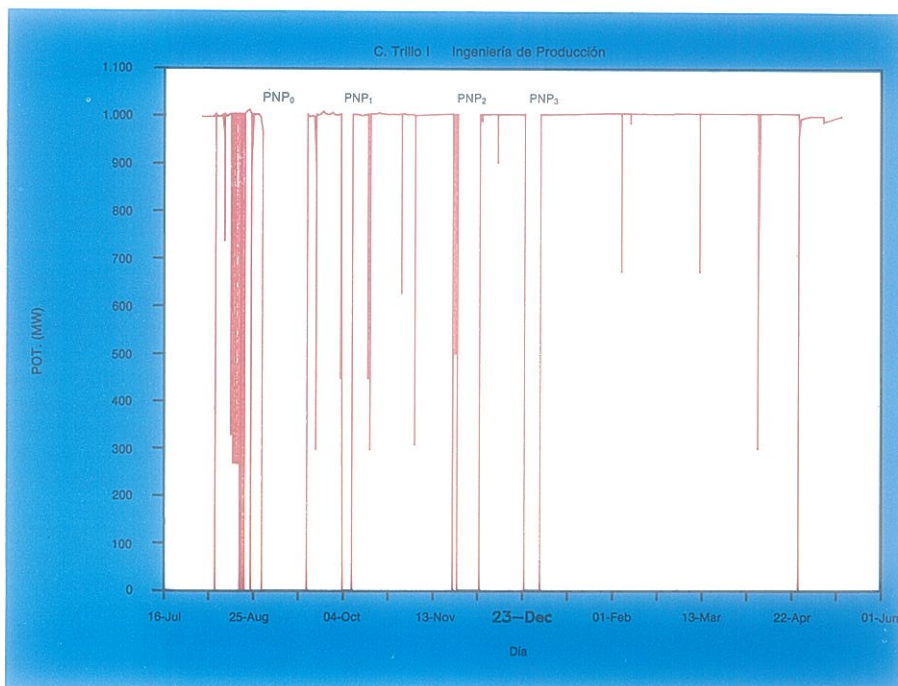
En total se han analizado alrededor de 31 incidentes; en la figura II, en la tabla de incidentes de operación, se reflejan todos aquellos que han provocado variación de carga. De estos, cabe resaltar:

- Apertura indeseada de las tres válvulas de aislamiento de vapor principal durante la fase de calentamiento de la central.
- Actuación del Sistema de Limitación YT, LOOP GW30 y KMT GWW, por error de medida YA10 T001.
- Disparo de una bomba de agua de condensado por señal espúrea de nivel en condensador.
- Disparo de turbina por alta temperatura en el gas de refrigeración del alternador al llenar el sistema de agua de refrigeración UH.
- Disparo de turbina por altas vibraciones en cojinetes de turbina estando el alternador sincronizado a la red, a carga cero, después de cincuenta minutos en la prueba de rechazo total de carga.
- Pérdida de tensión de salvaguardias sin arranque de los diesel durante trabajos de búsqueda de tierra en la parada programada de septiembre.
- Disparo de bomba del primario debido a un espúreo por vibraciones en el medidor de temperatura del cojinete axial.
- Disparo de turbina por bajo caudal de agua de refrigeración en bobinas estater debido a gama de MI.
- Disparo de bomba de carga por baja presión en el agua de sellos al abrir una válvula de agua desmineralizada del colector de sellado.
- Arranque del diesel de emergencia por trabajos en cabinas.
- Disparo de bomba de agua de alimentación por error operativo.



F Via Potencia térmica desde operación comercial

F Vib Potencia eléctrica desde operación comercial



PARADAS PROGRAMADAS Y PARADAS NO PROGRAMADAS

Desde la concesión del Permiso de Explotación Provisional (PEP), se han originado las paradas programadas previstas dentro del programa de verificación nuclear.

PP-1. Es la parada posterior a la se-

gunda prueba funcional en caliente y su duración se extendió del 5-2-88 al 23-4-88. Se procedió al cambio de los internos de las bombas principales (incluyendo cambio de diseño, la sustitución) del rectificador de flujo por una camisa, así como los materiales y su proceso de fabricación, inspección hilo-hilo de toda la central, y revisión y diag-

nosis de todas las válvulas de sistemas de seguridad.

PP-2. La parada posterior a la fase de pruebas nucleares al 30 % de potencia nominal.

Esta parada debió adelantarse a la finalización de dicha fase, por fallo en las válvulas de alivio del vapor principal. Su duración fue del 2 al 22-6-88.

PP-3. La parada posterior a la fase de pruebas nucleares al 100 %, en la cual se modificaron las válvulas de alivio de vapor principal y la limpieza de los generadores de vapor del lado secundario (aproximadamente dos kilos de materia por generador de vapor).

Al contrario de las paradas programadas (que están previstas y estudiadas en detalle), las paradas no programadas vienen originadas por causas que merece la pena ser evaluadas, para evitar en lo posible su repetición y poder mantener la planta en estado óptimo.

Después de cada parada no programada, se hace un informe y una reunión de análisis para ver si, entre todas las partes de la Organización, se ha respondido satisfactoriamente y se pueden sacar conclusiones válidas para próximas paradas o evitarlas.

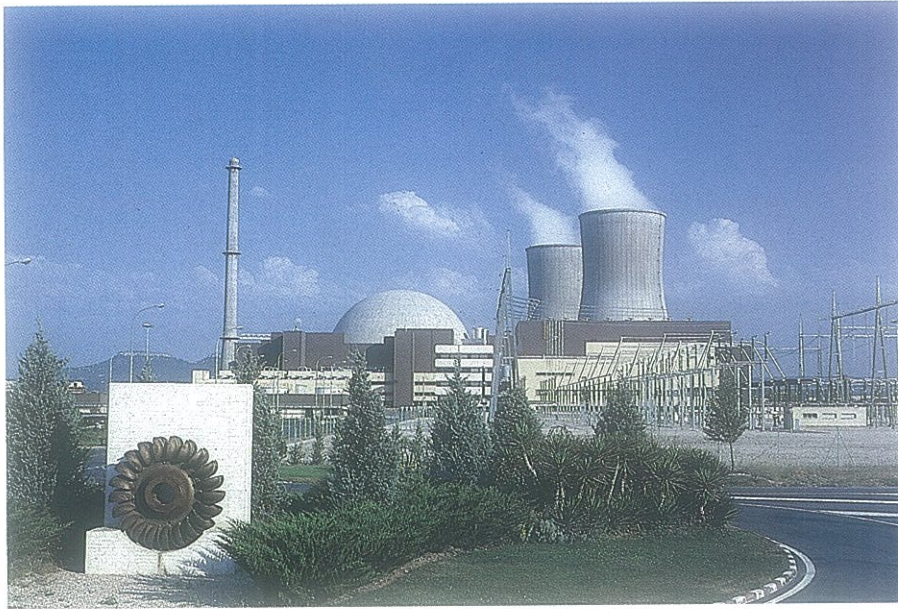
Desde la operación comercial, se han tenido tres paradas no programadas (PNP), como se refleja en la figura III. Las PNP 1 y 3 fueron debidas a la revisión y limpieza de las válvulas piloto de las válvulas de seguridad del primario. Se está estudiando una modificación de diseño que evite este problema. Ya en la segunda parada se realizó una limpieza de líneas para evitar su taponamiento.

La PNP-2, por otra parte, fue producida por daños en el condensador al desprenderse las chapas protectoras de las extracciones. Se saneó y se reparó en lo posible; se está estudiando una modificación del soportado para la recarga.

INFORMES DE INSPECCIONES Y REPARACIONES DE EQUIPOS Y COMPONENTES

En este punto se incluyen todos aquellos trabajos de mantenimiento para los que, por su importancia o por detectar un defecto a subsanar, se realizan informes con objeto de analizar ya los daños, las posibles soluciones o hacer unas recomendaciones, tanto operativas como de mantenimiento.

En los informes se reflejan el estado del componente, la causa probable, las acciones correctivas, las pruebas al término del trabajo, la situación opera-



tiva final y las recomendaciones pertinentes. Estos informes son comentados por los servicios de la central y por el grupo de apoyo.

EVALUACION DE RECURSOS HUMANOS E INDICADORES DE DISPONIBILIDAD

En las figuras IV y V se muestra la evo-

lución de los recursos humanos en el año 88, que comprende toda la fase de pruebas nucleares, y del año 89, primer año de operación comercial. Se puede observar el esfuerzo que se va a realizar con el fin de disponer de los suficientes recursos humanos para llevar a cabo las tareas propias de una central en explotación y mantenerla dentro de los márgenes de rentabilidad.

En la figura VI se muestra la evaluación de los indicadores de producción.

En el primer año de operación, los datos son:

	Año 89 %	Acum. %
Factor de utilización	95,81	73,92
Factor de indisponibilidad programado	3,26	11,39
Factor de indisponibilidad no programado	0,96	8,82

Viene de la página 55

del Sistema del CPD" (Madrid). Ambos equipos (Siemens/IBM) están en fase de estudio para su comunicación, procediéndose mientras tanto a un proceso diario de volcado y actualización de ficheros mediante cinta magnética.

En el área de Informática, a efectos de maximizar el rendimiento de los sistemas y de acuerdo con el estudio de los procesos, se ha implantado un sistema de ofimática centralizado para mediante la dotación de un elevado número de ordenadores personales (20), poder brindar la posibilidad de emulación de los anteriores equipos mediante la incorporación de las correspondientes placas.

Dicho sistema informático de ofimática está basado en sendas redes en estrella soportadas por dos unidades VS.5000 (2 Mb memoria principal, 150 Mb de capacidad en disco) interconectadas entre sí a través de x-25 y ubicadas en Madrid y en la Central.

Ambas unidades soportan un alto número de puestos autónomos (20 PC con sus correspondientes impresoras locales) y siete pantallas más las impresoras de sistema.

Después del estudio y evaluación para la implantación de una posible red lo-

cal, ésta fue desechada al no cubrir los objetivos establecidos y marcados por la Organización.

RESUMEN

El Sistema de Gestión Económica, cuyo esbozo aquí se ha desarrollado, ha constituido para la Asociación Central de Trillo, en primer lugar, la implantación de un procedimiento nuevo y brillante para la generación de la información económica presupuestaria en tiempos más cortos y con una calidad y fiabilidad elevada, tras lograr la integración contable-presupuestaria y su conexión con la fase de suministros y con la gestión de tesorería y documental.

Como objetivos ya logrados, se dispone de información consolidada presupuestariamente, treinta días después del cierre, así como de una información de avance quince días después del mes estudiado. La información contable se obtiene diez días después de finalizar el mes.

Asimismo se obtiene un análisis de fiabilidad y de prospección económica o tendencia del presupuesto, desglosado por conceptos de Coste-Cuentas Contables.

El Sistema, además, trata todo tipo de información, ya sea por CERE, COCO o CECO, o su combinación, a efectos de seguimiento presupuestario incluyendo información necesaria para la gestión de compras, pedidos y facturación. En este aspecto es importante destacar la figura del administrador de contratos.

Además, la información económica se complementa con la incorporación de aquella otra de contenido técnico adecuado, de acuerdo con los sistemas de información específicos existentes, generando informes periódicos de suficiente detalle a nivel directivo.

El Sistema de Control Económico utiliza un amplísimo Sistema de Información mecanizado y que logra un gran rendimiento y capacidad de acceso a la distinta y diferente información dentro de la Organización.

Por último, y quizá como aspecto más importante, el SCE ha impulsado la implantación de una nueva filosofía de gestión y dirección en la Empresa, a través del establecimiento de los Centros de Responsabilidad, cuyos frutos ya se han empezado a recolectar, aunque se está en el convencimiento de que serán mucho más importantes en el futuro.