

Resumen gestión de trabajos en CN Trillo I

J. M^a Artal y F. J. Garrido

Describe de forma resumida los aspectos más significativos que se tienen en cuenta en el proceso de gestión de trabajos en la central nuclear de Trillo. Se tiene en cuenta el documento de INPO AP-928.

Indica cómo se realiza la planificación que es de ciclo corto y la reunión que la sustenta, como se programa por agrupaciones y las ventajas que reporta, como se realiza la priorización y que tipos de programas se generan integrando la regla de mantenimiento en los mismos.

Comenta las actividades de seguimiento más importantes que se realizan que permiten controlar la gestión de trabajos y algunas de las herramientas utilizadas.

Por último indica algunos aspectos relacionados con el análisis de los resultados obtenidos en la realización de los trabajos, que son los que permiten aprender a la organización y mejorar el proceso de gestión de trabajos.

The article briefly describes the most significant points considered in the work management process in the Trillo nuclear power plant. INPO document AP-928 is taken into account.

It indicates how planning is done, in short cycles, and the support meeting, how programming is based on groups and the advantages this offers, how things are prioritized and what kinds of programs are generated, integrating the maintenance rule into them.

It comments on the most important follow-up activities that are carried out to control work management and some of the tools that are used.

Finally, it indicates some aspects related to the analysis of the results obtained during execution of the work, which is what allows the organization to learn and improve the work management process.

JOSE MARÍA ARTAL GALÁN

es ingeniero industrial. Está desarrollando su labor en CN Trillo desde la puesta en marcha de la misma. Ha sido responsable de mantenimiento eléctrico de la planta. Actualmente es el responsable de la oficina técnica de mantenimiento.

FRANCISCO JAVIER GARRIDO CORONEL

Ingeniero técnico de minas. Está desarrollando su labor en la central desde la puesta en marcha de la misma, habiendo participado en el desarrollo de los programas de mantenimiento preventivo, mantenimiento basado en la fiabilidad, regla de mantenimiento, bases de datos aplicables y procesos de gestión del mantenimiento. Actualmente es el responsable de la gestión de trabajos en operación a potencia.

INTRODUCCIÓN

La gestión de trabajos es uno de los procesos más complejos en la actividad diaria de la central, que se encuentra sometido a una constante optimización y mejora continua.

En su concepción se tiene en cuenta la filosofía indicada en el documento de INPO AP928 adaptada a las necesidades actuales de la central.

En este artículo se describen y resumen los conceptos más importantes utilizados para la planificación, programación, seguimiento y análisis de los trabajos de mantenimiento, en CN Trillo I, en operación a potencia.

PLANIFICACION Y PROGRAMACION

Programación de ciclo corto

La programación se realiza en periodos semanales con una antelación de tres semanas. Una para la programación de tareas, otra para la preparación de los paquetes de trabajo y una

última de ejecución de los mismos. El objetivo es no tener equipos de planta inoperables por deficiencias durante un periodo superior a un mes, y que los trabajos de correctivo sean programados respetando la programación de ciclo corto a tres semanas.

El proceso está indicado en la Figura 1. En la semana N-3, se recopilan las peticiones de trabajo (de prioridad normal) de correctivo generadas. En los dos primeros días de la semana N-2 se recopilan todas las tareas previstas en el programa de preventivo y se confecciona el programa, y la documentación para comentarios, de los trabajos de la semana N. Con los documentos generados los ejecutores preparan los paquetes de trabajo hasta el miércoles de la semana N-1, día en que se realiza la reunión semanal de planificación donde, se cierra el programa de trabajos para la semana N. La estructura de la reunión esta preestablecida tratándose como mínimo los siguientes asuntos:

- **Control y tratamiento de fugas.** Se contrasta con operación el control de fugas de la planta.
- **Revisión del programa de comentarios propuesto.** Se acuerda el programa definitivo consensuado por ejecutores y operación analizando los descargos necesarios.
- **Experiencia operativa.** Se comentan y distribuyen las experiencias operativas relacionadas con las actividades propuestas
- **Evaluaciones de riesgo.** Se identifican las evaluaciones de riesgo aplicables a las actividades.
- **Actividades nuevas.** Se proponen nuevas actividades necesarias para llevar a cabo que no han sido incluidas en el programa de comentarios.
- **Reuniones de coordinación y preparatorias de trabajos.** Se concretan las reuniones a realizar sobre las actividades programadas.

El viernes de la semana previa (N-1) se dispone de la documentación de ejecución. La semana N comienza la ejecución de los trabajos realizándose el seguimiento con el programa diario al que se irán añadiendo los trabajos emergentes cada día.

Programación por agrupaciones

La planificación está basada en el concepto de agrupación indicado en la Figura 2. Los trabajos se agrupan en tramos funcionales que pueden ser aislados físicamente en un único descargo y ser englobados en una misma orden de trabajo. Cada sección ejecutora contará con una persona encargada de los trabajos y para cada agrupación se designará un responsable de la coordinación y gestión de los trabajos que será el encargado de los trabajos de su sección. Trabajar por agrupaciones reporta múltiples ventajas como: Representación simplificada en los programas, planificación de tareas por bloques, optimización de órdenes de trabajo, paquetes de trabajo y de descargos, facilidad del seguimiento de actividades.

Priorización

Los trabajos de correctivo son solicitados con una determinada prioridad por los solicitantes que es refrendada en la reunión diaria de trabajos y en la reunión de cribado donde se filtran los trabajos para detectar posibles anomalías, condiciones anómalas y se realiza la priorización final. Después de su análisis son asignados a alguna ventana de programación ya existente en el programa anual, pasadas al proceso de programación de ciclo corto o incluidos en el programa diario.

Se manejan las prioridades indicadas en la Figura 3. Normales (N) ejecutadas en el programa de ciclo corto, urgentes (U) con inicio de su ejecución en un plazo de tres días, inmediatas (I) cuya ejecución no admite demora.

La priorización se realiza en base a una matriz de priorización del tipo de la indicada en la Figura 4 de acuerdo a criterios del AP-928. Se manejan dos nuevos tipos de prioridades, programar en mantenimiento *online* o en una ventana del mantenimiento anual (S-Y) y programar en función de tiempo y recursos (Z).

Diariamente se incluyen en la programación trabajos relacionados con actividades rutinarias de fugas detectadas, reposiciones de niveles, señalizaciones y otros trabajos menores de orden y limpieza de la planta.

Con el objeto de eliminar de la programación los trabajos, las tareas



Figura 1. Gráfico explicativo de la programación a tres semanas.

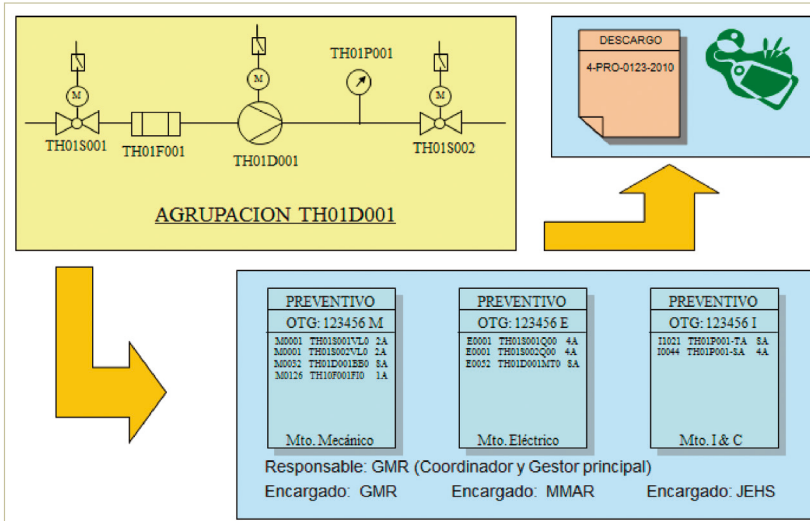


Figura 2. Gráfico explicativo del funcionamiento con agrupaciones.

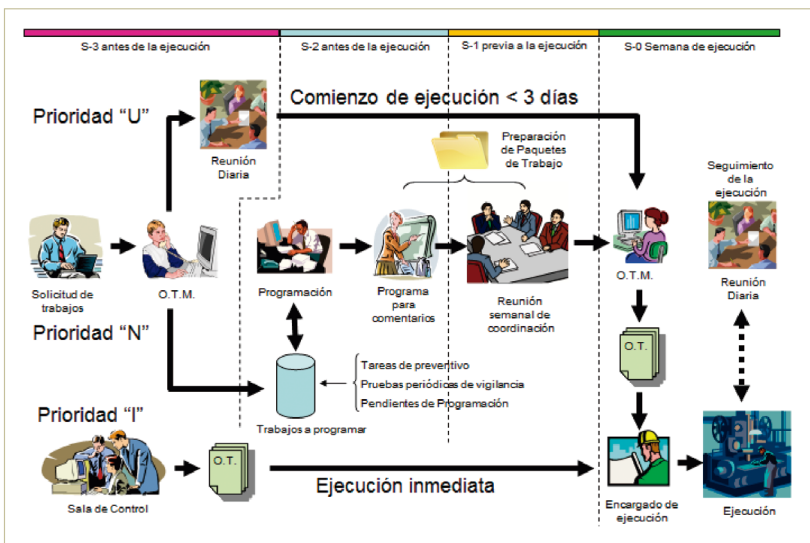


Figura 3. Esquema de priorización de trabajos para ejecución.

CATEGORIZACIÓN DE SUCEOS/EQUIPOS		EFECTOS DE LA ANOMALIA EN LOS EQUIPOS					
		A. Fallo de la función de un sistema.	B. Fallo de equipo con redundancia n-1 ó con alternativo	C. Degradación en equipo con redundancia n-1 ó con alternativo	D. Fallo de equipo con redundancia n-2 ó superior	E. Degradación en equipo con redundancia n-2 ó superior	F. Deficiencias o sin efectos en los equipos.
1. Rojo en Monitor de Riesgo.	1. Puede afectar a la seguridad de las personas, la producción o al medio ambiente.	15	182	154	119	98	63
2. Naranja en Monitor de riesgo.	2. Entrada con acciones en CLO. Necesarios para operar en salud de control.	17	156	132	102	84	54
3. Amarillo en Monitor de riesgo.	3. Significativo de riesgo en RM.	10	130	110	85	70	45
Verde en monitor de riesgo	4. Regla de Mantenimiento con seguimiento por tramos.	9	104	88	68	56	36
	5. Equipos necesarios para la operación/pruebas de sistemas. Reparación muy compleja o costosa.	9	78	66	51	42	27
	6. Equipos con seguimiento a nivel de planta en RM.	4	52	44	34	28	18
	7. Edificios y Estructuras.	3	26	22	17	14	9

Prioridad "1". Intervención inmediata (154-182)	Prioridad urgente "U". Comienzo antes de 3 días. (70-132)
Prioridad normal "N". Planificación a 3 semanas. (28-68)	Prioridad "3" (on-line) y "7" (potencia). Planificar con otros trabajos de su misma agrupación dentro del programa anual. (14-27)
Prioridad "2". Ejecutar en función de tiempo y recursos. (5-10)	

Fallo	El equipo no cumple con los criterios de diseño requeridos o su fallo se producirá en un breve espacio de tiempo (< 3 días) caso de ser demandado en las peores condiciones de funcionamiento.
Degradación	La anomalía no provoca la inoperabilidad del equipo (cumple con los criterios de diseño requeridos), pero puede provocar la inoperabilidad a medio/largo plazo si no es reparado. Ej.: Vibraciones, fuga por encima de valores aceptables, aceite sucio, puntos calientes, etc.)
Deficiencia	La anomalía no afecta ni afectará a la funcionalidad del equipo, es decir, permanecerá siempre dentro de los valores de diseño requeridos. Ej.: Pintura en mal estado, Suciedad, fugas en valores aceptables, etiquetado, etc.

Figura 4. Matriz de priorización de trabajos.

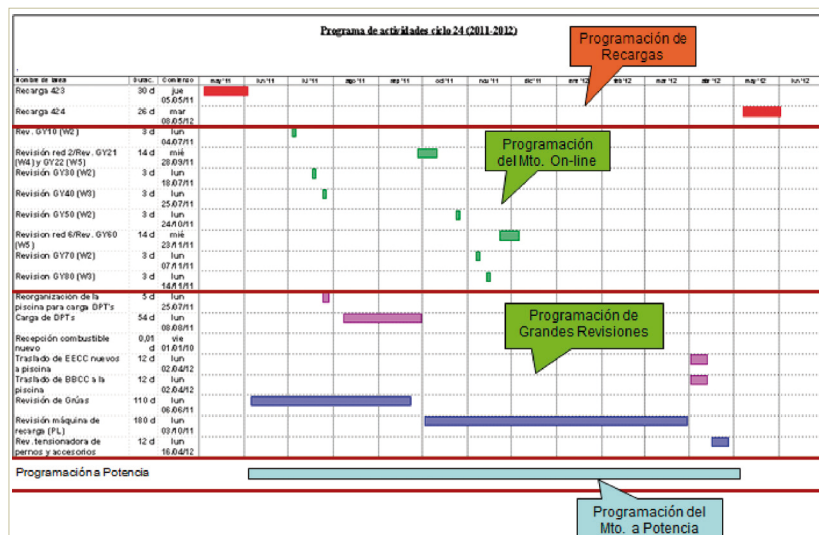


Figura 5. Distribución de tareas en el programa general anual.

PLANIFICACIÓN DEL PREVENTIVO CICLO 26 (2013)		Agrupación											
ID	Descripción	Comienzo	F. Límite	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	UL26002	REVISIÓN - CONTROL AGITADOR DOSAPRO HM-4-600S-E Y ENGRASE DEL CABLEO - CAMBIO ACEITE EN BOMBAS ITUR TIPO JP-5	11/03/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
135	VL52001	ROBCH - REVISIÓN GENERAL BOMBA HORIZONTAL ITUR R-2700	11/03/13	2700/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
127	BB CC	Recap. y traslado BB CC a Almacén Combust.	18/03/13	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	TL220111	RVVTCF - REV. DEL VENTIL. STEIN-BALTOAR L607112	18/03/13	2707/14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	TR210001	ROBCH - REVISIÓN GENERAL BBA ITUR TIPO INP 30120 CON GEL	18/03/13	2309/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	UL100001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBA KSB TIPO KWPK 50200	18/03/13	2307/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	TL110105	ROBCH - R.G. COMPRESOR RIETSCHLE 50120-ROB-20	25/03/13	11/09/16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	TR230001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBAS DOSIFICADORAS BRAN & LUBRE INC.	25/03/13	29/09/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	UL180002	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBA KSB TIPO KWPK 50200	25/03/13	09/10/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
87	UL680001	CABECV - CAMBIO ACEITE EN BOMBAS ITUR TIPO JP-5	25/03/13	28/09/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	PL100001	ENGRASE - REVISIÓN Y ENGRASE MAQUINA DE RECARGA	01/04/13	19/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	RO130001	ROBCH - R.G. BOMBAS ITUR NO-80250 BC 20APK-1	01/04/13	02/01/14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	TR640001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBA ITUR TIPO INP 30120	01/04/13	06/10/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	UL190001	CABECV - CAMBIO ACEITE EN BOMBAS ITUR TIPO JP-5	01/04/13	06/10/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
89	UL730001	CABECV - CAMBIO ACEITE EN BOMBAS ITUR TIPO JP-5	01/04/13	29/10/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	SC100021	FLTR. TRO. PRESIÓN DE ACEITE	06/04/13	18/04/16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	TL212121	RVVTCF - REV. GRAL. Y CAMB. RODAMIENTOS VENT. STEIN-BALTOAR	06/04/13	14/06/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	TR330001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBAS DOSIFICADORAS BRAN & LUBRE INC.	06/04/13	20/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75	UL320001	ROBCH - REV. GRAL. BOMBAS ITUR NO-80250 BC	06/04/13	11/02/14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
107	UQ600031	CBGR00 - INSPECCIÓN POLIPASTOS DEMAG, SERIE P (A)	06/04/13	29/12/12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
108	UQ600032	ROBCH - REVISIÓN GENERAL PUNTERAS GRUAS.	06/04/13	29/12/12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
109	TR200001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBA CENTRIFUGA KSB-TBA TIPO CPK	15/04/13	29/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
87	TR220001	RVVTCF - CONTROL AGITADOR DOSAPRO HM-4-600S-E Y ENGRASE DEL CABLEO	15/04/13	23/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
88	UL720001	CABECV - CAMBIO ACEITE EN BOMBAS ITUR TIPO JP-5	15/04/13	23/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	BB CC	Traslado BB CC nuevos y BB CC a piscina	29/04/13	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	RECARGA	RECARGA	18/03/13	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	RQ210001	CABECV - CAMBIO ACEITE BOMBA CENTRIFUGA KSB-TBA TIPO CPK	24/06/13	30/12/13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 6

menores que no tienen repercusión en equipos de planta, se utiliza una variante de las órdenes de trabajo denominada "Trabajos auxiliares". El alcance de estos trabajos incluyen: Trabajos de servicios generales, de taller, de limpieza, de alumbrado, de megafonía y sobre otros equipos no incluidos en los sistemas de la central. Estos trabajos no contabilizan para los indicadores de mantenimiento correctivo.

Tipos de programas

Se distinguen cuatro tipos de programas según el objetivo de cada uno.

- **Programas anuales:** para establecer las ventanas de trabajo y la estructura básica de la programación.
- **Programas diarios:** para el seguimiento diario de las actividades más representativas.
- **Programas de comentarios / ejecución:** para la preparación de los paquetes de trabajo, los descargos y la realización de las actividades semanales.
- **Programas de detalle:** para trabajos complejos en equipos o tareas importantes.

Programa anual de preventivo

La programación de actividades comienza con la realización del programa anual que sirve de esqueleto para soportar la programación del resto de actividades a ejecutar en potencia y que permite definir las ventanas de trabajo por bloques así como establecer una carga de trabajo uniforme.

En la programación anual podemos distinguir dos tipos de programas, el programa general anual y el programa específico anual.

El programa general anual está basado en la programación de recargas, del mantenimiento *online* y de grandes revisiones, con el esquema que se indica en la Figura 5.

Respecto al programa específico anual, una vez programado el anterior, se procede a la programación del preventivo para el ciclo correspondiente, con el objetivo de marcar las pautas a seguir en los descargos de equipos importantes. Es un programa de barras por semanas con las intervenciones por preventivo de los equipos más significativos a intervenir con el esquema que se indica en la Figura 6.

Aplicación de la Regla de Mantenimiento (RM) a la programación y categorización de trabajos

Una vez programadas las tareas a realizar en una misma semana, se pasa el filtro de la regla de mantenimiento (RM). La categorización de los trabajos

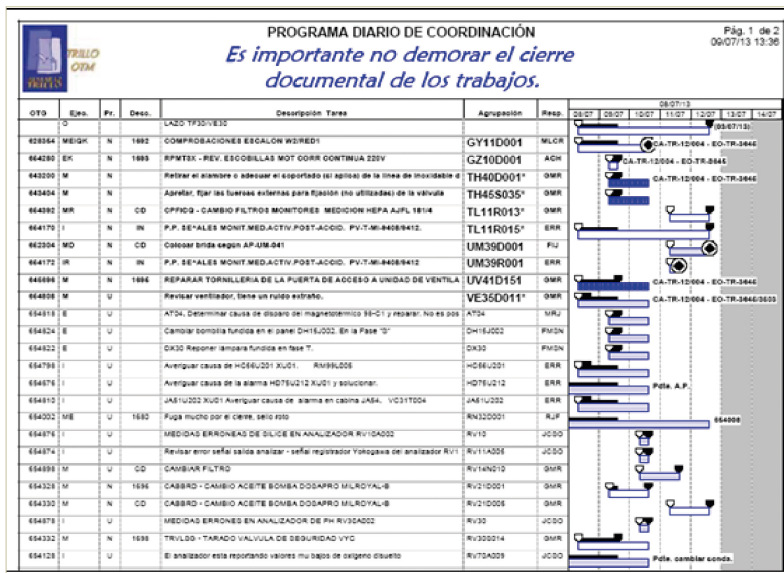


Figura 7. Ejemplo de categorización de tareas en programa diario.



Figura 8. Ejemplo de categorización de tareas en programa diario.

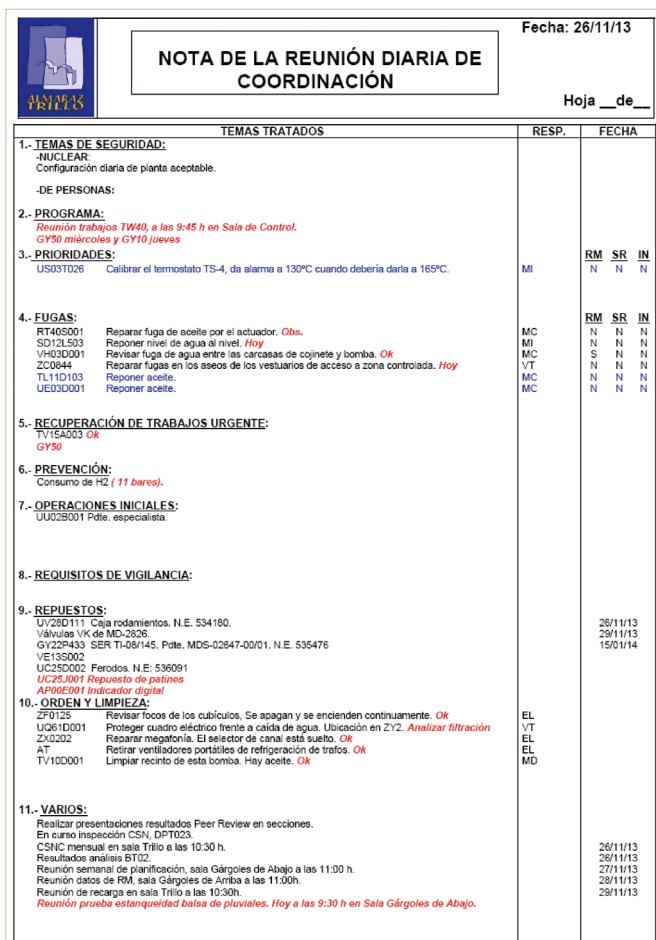


Figura 9. Ejemplo de acta de reunión diaria. Comentarios en rojo.

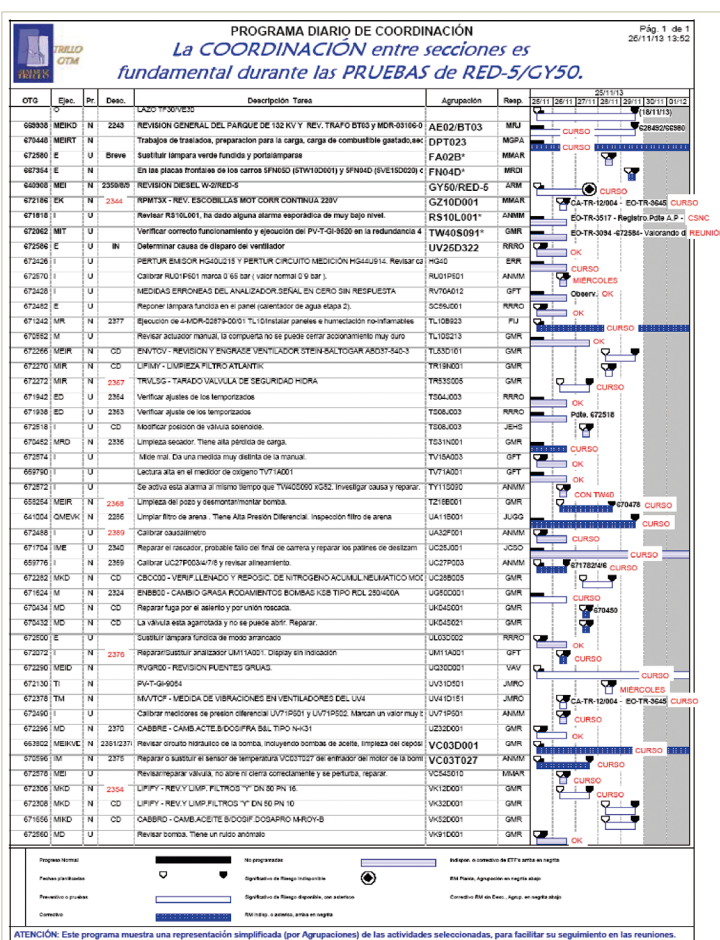


Figura 10. Ejemplo del plotter diario. Comentarios en rojo.

permite clasificar los tipos de tareas en función de su nivel de riesgo y seguridad. En los programas semanales/diarios se aporta la información de categorización de trabajos según se indica en la Figura 7.

En el primer bloque las agrupaciones están resaltadas en negrita, para indicar que afectan a equipos de seguridad o significativos de riesgo. En aquellas agrupaciones en las que junto a la barra aparece un símbolo (●), sig-

nifica que la actividad ocasiona la inoperabilidad de un equipo significativo de riesgo, cuando aparece un asterisco se avisa de que en caso de inoperabilidad la actividad sería significativa para el riesgo.

INCIDENCIAS MENORES EN LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO		SECCIÓN: MC
		RBLE.: ABFU
		COD.: MC-IM-13073
OTP/OTNP/ PV: OT-651170 AKZ: UV41D151 UBIC.: ZW0218 FECHA: 12/06/13 Trabajo planificado: ☒ Correctivo Emergente: ☐		
PREPARACIÓN 1.1 Incidencias de la OTO (datos incompletos, precisa aclaraciones, etc...) ☐ 1.2 Incidencias en autorizaciones y permisos (PTF, PTF, Descargo) ☐ 1.3 Herramientas: ¿se dispone de las necesarias para la realización del trabajo? ☐ 1.4 Repuestos: ¿se dispone de los necesarios para la realización del trabajo? ☐ 1.5 Identificación de equipos (etiquetado) ☐ 1.6 Planificación/Preparación de los trabajos (alcance, tiempos, recursos, etc...) ☐ 1.7 Documentación (procedimientos, planos, etc...) ☐ EJECUCIÓN 2.1 Herramientas (necesidad de herramientas adicionales, especiales, etc...) ☐ 2.2 Condiciones del trabajo (estrés térmico, FR, iluminación, espacio, ruidos, etc...) ☒ 2.3 Coordinación con otras secciones ☐ 2.4 Errores humanos (ajustes incorrectos, omisión de tareas, mantenimientos inadecuados, etc...) ☐ 2.5 Falta de repuestos durante la ejecución ☐ 2.6 Desperfectos inesperados en equipos ☐ 2.7 Conservación de equipos (suciedad, manchas, pintura en mal estado, etc...) ☐ 2.8 Diseño inadecuado / Obsolescencia de equipos ☒ 2.9 No se encuentra la anomalía a corregir ☐ CIERRE 3.1 Pruebas Postmantenimiento (Definición, Coordinación, Realización) ☐ 3.2 Normalización de Permisos ☐ 3.3 Normalización de Descargos ☐ 3.4 Tareas sin realizar ☐		
DESCRIPCIÓN DE LAS INCIDENCIAS MARCADAS: 2.2 Bombilla fundida en el interior del ventilador. 2.8 Sería conveniente cambiar tapa por puerta de acceso al ventilador.		
LECCIONES APRENDIDAS / OPORTUNIDADES DE MEJORA: 		
CE-4-CE-1816a rev.1		

Figura 11. Ejemplo de una incidencia menor.

Panel RM - [PANEL : Formulario]		Escribe una pregunta																																																																																																																																																																																																																																																																
Programa Criterios Tutoriales		Actualizado 01-may-13																																																																																																																																																																																																																																																																
Valoración	8,5	SEGUIMIENTO DE LA REGLA DE MANTENIMIENTO																																																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fallos</th> <th>Indisp.</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ac</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ad</td><td>☒</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ae</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ap</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>BA-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>CA-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>dy</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>EA-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>EP-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ET</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>EU-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>EY</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>FA-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>FS-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>GA-GRUPO</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>GY10-40</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>GY50-80</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>HP</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>HV</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>HX</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IC-B3</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table>	Fallos	Indisp.	P	ac	☐	☐	ad	☒	☐	ae	☐	☐	ap	☐	☐	BA-GRUPO	☐	☐	CA-GRUPO	☐	☐	dy	☐	☐	EA-GRUPO	☐	☐	EP-GRUPO	☐	☐	ET	☐	☐	EU-GRUPO	☐	☐	EY	☐	☐	FA-GRUPO	☐	☐	FS-GRUPO	☐	☐	GA-GRUPO	☐	☐	GY10-40	☐	☐	GY50-80	☐	☐	HP	☐	☐	HV	☐	☐	HX	☐	☐	IC-B3	☐	☐	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fallos</th> <th>Indisp.</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>IC-B7</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IC-B9</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IC-POB's</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IC-X4</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ic-z</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IP</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>IS</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>JV</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>la-grupo</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ma-grupo</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>pq</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>RA</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>rb</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>rf</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>rg</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>xh</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>xl</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>xm</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>xq</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>RR</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>RS</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table>	Fallos	Indisp.	P	IC-B7	☐	☐	IC-B9	☐	☐	IC-POB's	☐	☐	IC-X4	☐	☐	ic-z	☐	☐	IP	☐	☐	IS	☐	☐	JV	☐	☐	la-grupo	☐	☐	ma-grupo	☐	☐	pq	☐	☐	RA	☐	☐	rb	☐	☐	rf	☐	☐	rg	☐	☐	xh	☐	☐	xl	☐	☐	xm	☐	☐	xq	☐	☐	RR	☐	☐	RS	☐	☐	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fallos</th> <th>Indisp.</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>rv</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>rz</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>sa</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>sd</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>SF</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>sg</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>sj</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>sl</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>s's</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ta</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>TAR</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>tb</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>TF</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>TH</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>tl11</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>tlmb</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>tv</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>TW</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>UD</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>uf</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>UJ</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table>	Fallos	Indisp.	P	rv	☐	☐	rz	☐	☐	sa	☐	☐	sd	☐	☐	SF	☐	☐	sg	☐	☐	sj	☐	☐	sl	☐	☐	s's	☐	☐	ta	☐	☐	TAR	☐	☐	tb	☐	☐	TF	☐	☐	TH	☐	☐	tl11	☐	☐	tlmb	☐	☐	tv	☐	☐	TW	☐	☐	UD	☐	☐	uf	☐	☐	UJ	☐	☐	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fallos</th> <th>Indisp.</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>um3</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>us</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>uv2</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>UV3</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>uv4</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>UV6</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>vc</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>VE</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>vf</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>vh</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Xa100</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>xp</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ya-grupo</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>ye</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>YP</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>YS</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>YT-AM</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Y2</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table>	Fallos	Indisp.	P	um3	☐	☐	us	☐	☐	uv2	☐	☐	UV3	☐	☐	uv4	☐	☐	UV6	☐	☐	vc	☐	☐	VE	☐	☐	vf	☐	☐	vh	☐	☐	Xa100	☐	☐	xp	☐	☐	ya-grupo	☐	☐	ye	☐	☐	YP	☐	☐	YS	☐	☐	YT-AM	☐	☐	Y2	☐	☐
Fallos	Indisp.	P																																																																																																																																																																																																																																																																
ac	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ad	☒	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ae	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ap	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
BA-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
CA-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
dy	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
EA-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
EP-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ET	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
EU-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
EY	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
FA-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
FS-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
GA-GRUPO	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
GY10-40	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
GY50-80	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
HP	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
HV	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
HX	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IC-B3	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
Fallos	Indisp.	P																																																																																																																																																																																																																																																																
IC-B7	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IC-B9	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IC-POB's	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IC-X4	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ic-z	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IP	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
IS	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
JV	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
la-grupo	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ma-grupo	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
pq	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
RA	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
rb	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
rf	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
rg	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
xh	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
xl	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
xm	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
xq	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
RR	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
RS	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
Fallos	Indisp.	P																																																																																																																																																																																																																																																																
rv	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
rz	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
sa	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
sd	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
SF	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
sg	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
sj	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
sl	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
s's	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ta	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
TAR	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
tb	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
TF	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
TH	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
tl11	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
tlmb	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
tv	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
TW	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
UD	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
uf	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
UJ	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
Fallos	Indisp.	P																																																																																																																																																																																																																																																																
um3	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
us	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
uv2	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
UV3	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
uv4	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
UV6	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
vc	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
VE	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
vf	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
vh	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
Xa100	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
xp	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ya-grupo	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
ye	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
YP	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
YS	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
YT-AM	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
Y2	☐	☐																																																																																																																																																																																																																																																																
XX: SR ☐ a (1) ☒ Aceptable ☐ Superado ☐ xx: no SR ☐ N/A ☐ Alarma ☐ Planta ☐																																																																																																																																																																																																																																																																		
Criterios de Planta ☒ Estructuras ☒																																																																																																																																																																																																																																																																		

Figura 12. Panel de seguimiento de los sistemas de alcance de la Regla de mantenimiento.

ASPECTOS	INDICADOR
Eficiencia Operacional	Correctivo 453-Mantenimiento correctivo pendiente más de tres meses
	Preventivo 454-Preventivo retrasado más del 25 % de su frecuencia (Overdue)
	Incidencias 455-Ordenes de trabajo cerradas con más de 45 días de retraso
	456-Trabajos de mantenimiento repetitivos (Rework) (*)
Otros	534-Efectividad de la regla de mantenimiento (*)
	3054-Fallos en demanda de los generadores Diesel (*)
	533-Duración de la Recarga

(*) Indicador cargado con un trimestre de demora

Figura 13. Indicadores generales para sistemas RM.

En el segundo bloque, se recogen las actividades menos importantes para la seguridad. Las agrupaciones que se marcan en negrita tienen seguimiento a nivel de planta en la regla de mantenimiento (RM).

SEGUIMIENTO

Cuadro de mando de mantenimiento

Para el seguimiento y control de las órdenes de trabajo, se dispone del cuadro de mando de mantenimiento representado en la Figura 8. Esta herramienta permite acceder a la información sobre las órdenes de trabajo de una determinada sección o departamento. El programa permite tener una estimación del estado de las órdenes de trabajo, realizar filtros por numerosos parámetros y obtener gráficos y listados de cada uno de los valores seleccionados.

Seguimiento diario

En la reunión diaria de coordinación se realiza el seguimiento de las actividades. Se comentan los trabajos en curso más relevantes (con descargos, que provocan inoperabilidades, significativos para el riesgo, que requieren coordinación, etc.), seleccionados del programa de ejecución semanal. En las Figuras 9 y 10 se muestra un ejemplo de la documentación de la reunión.

Seguimiento de pendientes

Se realiza un seguimiento específico de los pendientes, actualizado semanalmente, que se clasifican en:

- **Atrasados:** tareas de preventivo que no se han llegado a lanzar por alguna causa.
- **Repuestos:** tareas que están pendientes de material.
- **Planificación:** tareas que están pendientes de planificar.
- **Paradas/recargas:** tareas que están pendientes para realizar en recarga o en la próxima parada no programada de la Central.
- **Online:** tareas que están pendientes de ejecutar en el próximo periodo de mantenimiento on-line.

El control de las tareas pendientes proporciona ventajas como:

- Control del *overdue* en tareas pendientes de preventivo.
- Mejora del control de pendientes para el seguimiento de indicadores y tendencias.
- Identificación de las causas que provocan los pendientes.
- Identificación de las secciones responsables de la aparición de estas tareas pendientes.
- Mejor seguimiento de los trabajos condicionados por repuestos.
- Mejora en la programación de trabajos.

ASPECTOS		INDICADOR
PLANIFICACIÓN	Planificación	11281-Factor de imprevisión
		11284-Eficacia de la planificación
	Pendientes	11291-Próximo on-line "S"
		11290-Próxima parada o recarga "9"
		11287-En planificación "P"
		11305-Pendientes de repuesto "L"
EJECUCIÓN	Preventivo	11307-Preventivo a potencia sin lanzar "PR"
		11316-Overdue a potencia "D"
		11319-Overdue de recarga "R"
		11322-Ratio correctivo/preventivo a potencia "D"
	Incidencias	11323-Ratio correctivo/preventivo en recarga "R"
		11309-Rework a potencia "D" ("**")
		11313-Rework en recarga "R"
		11326-Mto. no ejecutado por falta de materiales
	Correctivo	13006-OTGs pasadas al histórico > 45 días
		11304-OTGs impresas > 3 meses
		11310-Porcentaje prioridades inmediatas "I"
		11400-Porcentaje prioridades urgentes "U"
REGLA DE MTO.	Regla de mantenimiento	11403-Porcentaje prioridades normales "N"
		11308-Porcentaje correctivo emergente en recarga ("I" + "U")
		11293-Porcentaje de sistemas en a(1) ("**")
		11294-Promedio de días de tramos en a(1)
		11315-Nº de fallos repetitivos en un año
		11295-Nº de informes emitidos > 3 meses
		11296-Porcentaje de acciones con fecha superada sobre el total de acciones abiertas

("**") Indicador cargado con un trimestre de demora

Figura 14. Indicadores de gestión.

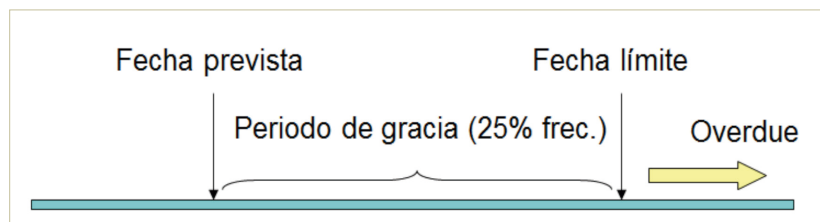


Figura 15. Control overdue tareas mantenimiento preventivo.

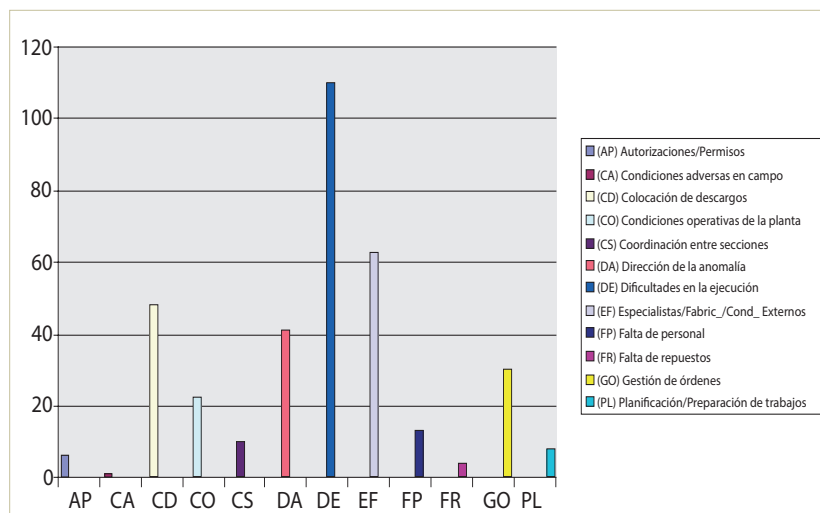


Figura 16. Ejemplo de identificación de causas de incumplimiento de la programación.

Incidencias menores de mantenimiento

Durante la realización de trabajos en mantenimiento, se producen incidencias menores que son reportadas para la realización de análisis de tendencias y tenidas en cuenta en la preparación de los paquetes de trabajo como lecciones aprendidas. En la Figura 11, se indica un ejemplo del formato de incidencia menor.

Regla de mantenimiento

La regla de mantenimiento (RM), requerimiento del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para la vigilancia de la efectividad del mantenimiento en las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de los equipos importantes para la seguridad, se está aplicando desde junio de 2002. En la Figura 12 se muestra el panel de mando de seguimiento.

INDICADORES

Para la gestión y seguimiento se utilizan entre otros los indicadores de las Figuras 13 y 14. Los generales son aplicados a sistemas afectados por la regla de mantenimiento y los de gestión a todos los sistemas de la planta.

Control de overdue y rework en trabajos de mantenimiento

Se realiza el seguimiento del cumplimiento de las tareas de preventivo en los plazos previstos a través del denominado control *overdue*. Se admite un periodo de demora en la ejecución de las tareas de un 25 % de la frecuencia de realización de la misma, tal y como se indica en la Figura 15.

Se realiza el seguimiento de la calidad de ejecución de los trabajos de mantenimiento. Cada mes, con un decalaje de tres meses, se procede al análisis de trabajos repetidos en mantenimiento (*rework*). Para ello se detectan aquellas peticiones de trabajo que se han emitido sobre equipos, habiendo transcurrido menos de dos meses desde su última intervención por cualquier otra causa.

Los criterios de asignación de *rework* son los siguientes:

- Incorrecta asignación del trabajo.
- Ajustes o configuraciones de equipos incorrectas.
- Utilización de piezas de repuesto incorrectas o defectuosas.
- Deficiencias producidas al realizar alineaciones, de forma que las subsiguientes operaciones provoquen el fallo de los equipos.
- Errores humanos u omisiones del personal.
- Fallos detectados durante pruebas postmantenimiento.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mensualmente se realiza una reunión de análisis de resultados, donde se evalúan los datos correspondientes al mes anterior tomando las acciones oportunas para realimentar los procesos y aprender de los trabajos realizados. El alcance incluye, al menos, los siguientes apartados:

- Cuadro de mantenimiento.
- Indicadores de mantenimiento.
- Incidencias menores.
- Acciones de SEA.
- Regla de mantenimiento.
- Cumplimiento de la planificación.
- Experiencia operativa de mantenimiento.

Se realizan de forma rutinaria los informes de autoevaluación de acti-

vidades, apertura de acciones en el sistema de evaluación SEA y análisis de tendencias.

Se realiza mensualmente la media de la efectividad en el cumplimiento de la planificación. Para ello, durante el seguimiento diario se hace un análisis de las tareas que presentan incidencias sobre su programación inicial. Las incidencias que se verifican son:

- Incumplimiento de comienzo (la tarea no cumple con la fecha prevista para llevarla a cabo).
- Incumplimiento de duración (la tarea no cumple con la duración establecida).
- Ampliación de trabajo a otra sección (en la tarea participan más seccio-

nes de las que se habían programado en un principio).

- Eliminación de tareas programadas o replanificadas.

- Faltas de repuesto (la tarea no puede realizarse por falta de material).

Se mide la eficacia de la planificación mediante cálculos y gráficos estadísticos como el representado en la Figura 16.

FLUJOGRAMAS DE GESTIÓN DE TRABAJOS

La gestión de trabajos se realiza actualmente de acuerdo a los diagramas de flujo indicados en las Figuras 17 y 18.

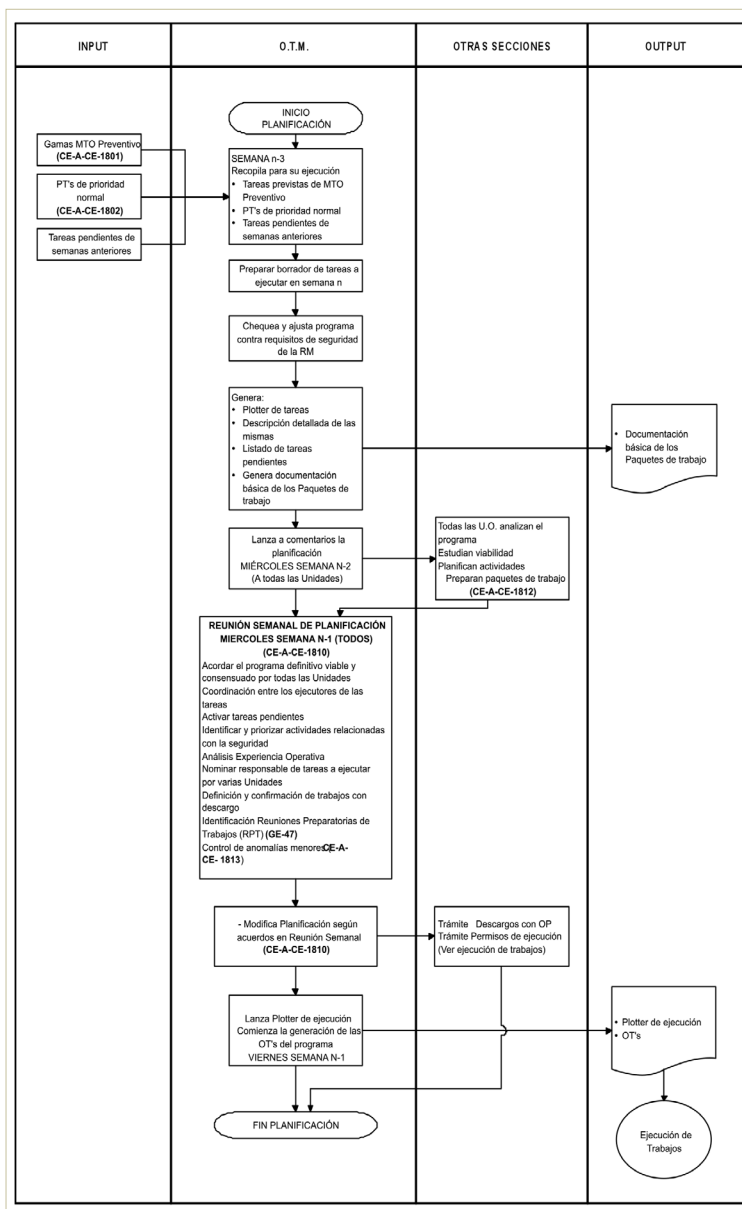


Figura 17. Programación y planificación de trabajos.

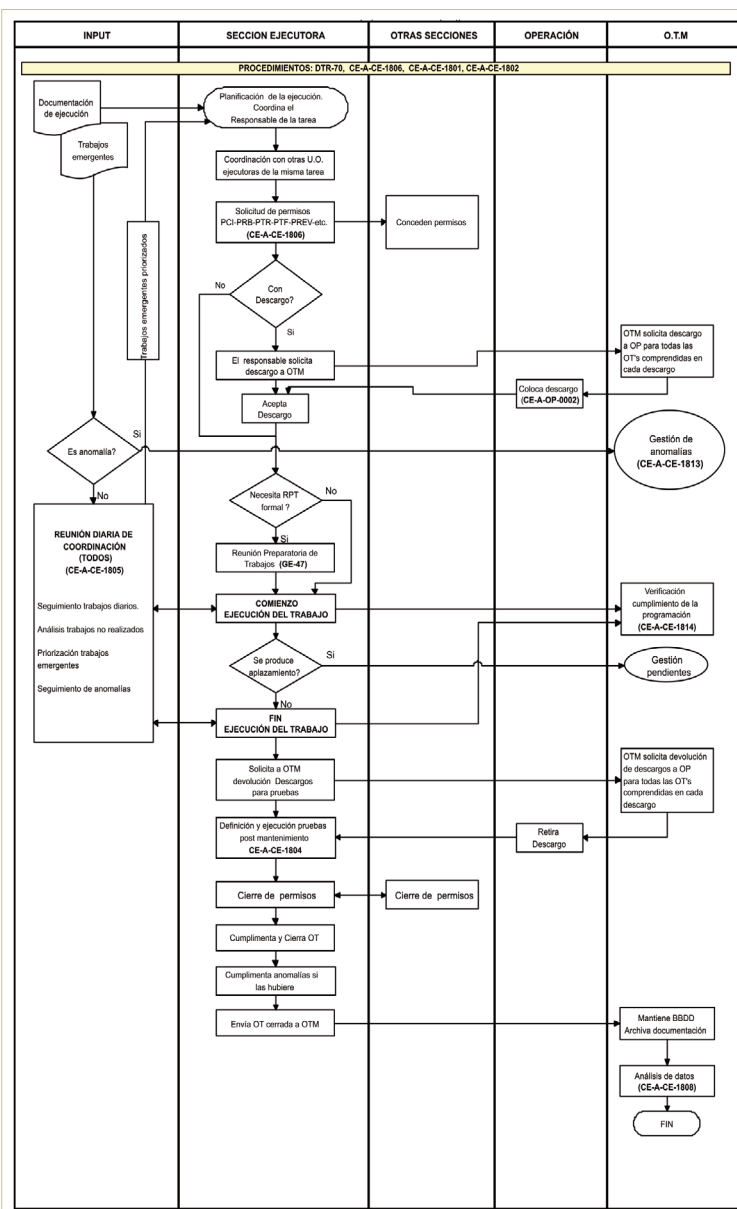


Figura 18. Ejecución, cierre y análisis de trabajos.