

APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 14224 A LA GESTION DE DATOS

Gabriel M. Cuello

Petrobras Energía S.A.

Resumen

El sistema de control de mantenimiento de las instalaciones constituye la principal fuente de datos de confiabilidad y mantenimiento de los equipos. La calidad de los datos obtenidos de esta fuente depende, en primera instancia, de la manera en que se reportan. Por lo tanto es imperioso aplicar un lenguaje consistente y único en la recolección y registro de fallas en cualquier operación.

El presente trabajo expone la experiencia obtenida en la aplicación de la Norma Internacional ISO 14224 para el registro de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos de superficie en tres campos onshore de producción de petróleo y gas.

La Norma Internacional ISO 14224 presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos en un formato normalizado para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural en oleoductos y gasoductos, respectivamente. Los principales objetivos de la aplicación de esta Norma son:

a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:

- Diseño y configuración del sistema.
- Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y las plantas.
- Costo del ciclo de vida.
- Planeamiento, optimización y ejecución del mantenimiento.

b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:

- Permitir el intercambio de datos sobre confiabilidad y mantenimiento entre plantas, propietarios, fabricantes y contratistas.
- Asegurar que los datos de confiabilidad y mantenimiento son de calidad suficiente, según el análisis que se pretenda realizar.

Introducción

Los sistemas de control del mantenimiento de las instalaciones almacenan la historia de lo realizado a cada equipo de un campo. Si agregamos la historia de las maniobras operativas, contaremos con la historia de operación y mantenimiento de cada equipo. La historia se registra en reportes (partes diarios) que se asientan en el sistema de control de mantenimiento.

En estos reportes se registra una descripción de la tarea realizada. La codificación de las tareas no sólo pretende uniformidad en el registro de la información sino que también deberá facilitar la aplicación de futuras herramientas de análisis de los datos.

Una gran parte de las herramientas de análisis económico necesita conocer para cada equipo cuándo ocurrió un determinado evento, de qué tipo fue el evento (falla funcional, correctivo, preventivo, predictivo, maniobra de producción), cuánto costó en términos de mano de obra, repuestos y pérdida de producción (tiempo caído).

A tal efecto, como se indica en la Figura 1, si para cada equipo se logra establecer un eje de tiempo en el cual se registran las fechas de eventos de mantenimiento y maniobras de producción así como el costo involucrado en mano de obra, materiales y pérdidas de producción, se contará con la información mínima que permita aplicar técnicas de análisis. A esta disposición o forma de ver la información denominamos modelo temporal de eventos de mantenimiento por equipo.

En cuanto a materiales y mano de obra se definió un proyecto piloto en el área Río Neuquén para estandarizar el reporte de las tareas de superficie.

En cuanto al downtime, se definió un proyecto piloto en <¿cuál área de Vzla?> para estandarizar el reporte de los modos observados de falla en el sistema de reportes de pérdidas de producción.

A la fecha los pilotos han terminado y se está preparando su replicación.

A la fecha, se sigue trabajando en uno de los principales inconvenientes sigue siendo todavía la consolidación del downtime y la mano de obra.

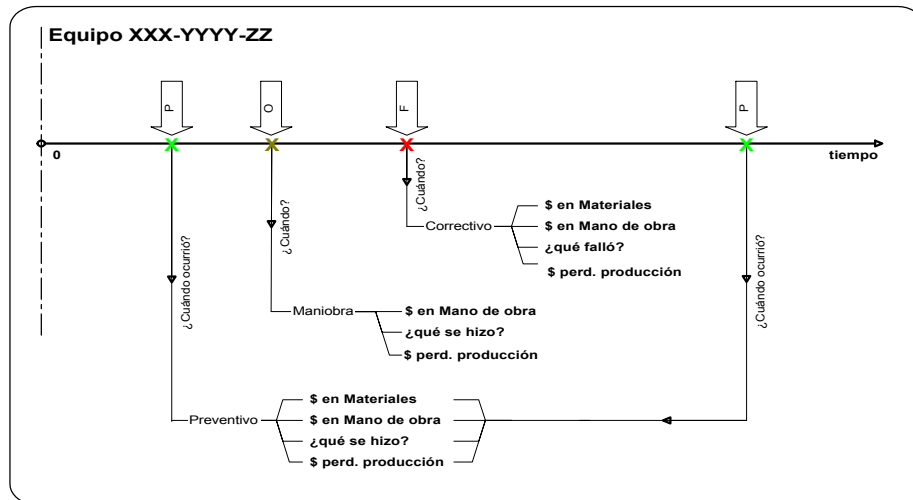


Figura 1: Modelo temporal de eventos por equipo.

Norma ISO 14224

Este estándar internacional provee una base exhaustiva para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento con un formato estándar en las áreas de perforación, refinación y transporte en ductos de petróleo y gas natural.

Este estándar internacional presenta guías para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos de confiabilidad y mantenimiento, facilitando la recopilación de los mismos. Los datos permitirán que el usuario cuantifique la confiabilidad de los equipos y compare la confiabilidad de equipos con similares características.

Límites de los equipos y jerarquía. Una frontera claramente definida es imperativa para recolectar, combinar y analizar datos de confiabilidad y mantenimiento provenientes de diferentes plantas. De lo contrario, la combinación de datos estará basada en datos incompatibles.

Para cada *clase de equipo* la norma ISO 14224 exige que se defina una frontera indicando qué datos de confiabilidad y mantenimiento serán recopilados.

El diagrama de frontera mostrará las subunidades que componen la clase de equipo así como las interfases con su entorno.

La norma recomienda preparar una jerarquía de equipos. El más alto nivel es la *clase de equipo*. El número de niveles para su subdivisión dependerá de la complejidad del equipo y del uso que se dará a los datos.

Los datos de confiabilidad necesitan estar relacionados con un cierto nivel particular dentro de la jerarquía del equipo, de forma que aquellos sean significativos y comparables. Por ejemplo, los datos de confiabilidad “clase de severidad” estarán relacionados al equipo particular, mientras que la causa de la falla estará relacionada al nivel más bajo en la jerarquía del equipo (ítem mantenible).

Un instrumento simple no necesita descomposición adicional, mientras que se requieren varios niveles para describir una turbina.

Según la ISO14224, para un equipo determinado, una subdivisión en tres niveles será normalmente suficiente.

La jerarquía propuesta para el hardware y su frontera correspondiente comprende:

- Clase de equipo
 - Equipo particular (frontera del equipo)
 - Subunidades del equipo (subdivisión dentro de la frontera)
 - Ítems mantenibles (nivel de ítems mantenibles)

Estructura de la información. La norma ISO 14224 exige que los datos sean recopilados en forma organizada y estructurada. Los agrupa en tres categorías:

1. *Datos del equipo*, caracterizados por datos que identifiquen al equipo, datos de diseño y aplicación;
2. *Datos de falla*, que comprenden identificación del equipo, registro de la falla, ubicación del equipo, datos propios de la falla;
3. *Datos de mantenimiento*, que comprenden registros de mantenimiento, ubicación del equipo, registros de fallas, datos propios del mantenimiento, categoría del mantenimiento, ítems mantenidos, etc.

En el presente trabajo, se hizo uso de los *datos de falla* para incorporar esta estructura al parte diario existente que reportan y cargan en el sistema MANTECDB las cuadrillas de mantenimiento.

Sistema de control de mantenimiento

El sistema de control de mantenimiento en uso se denomina MANTECDB. Funciona en forma centralizada sobre la WAN. El sistema operativo está basado en AS400 de IBM.

Este sistema permite entre otras tareas ABM de equipos, seguimiento de contratos de mantenimiento, almacena reportes diarios, hojas de revisión realizadas durante los mantenimientos de tipo preventivo así como ABM de órdenes de trabajo.

El principal inconveniente del sistema consiste en la dificultad intrínseca para analizar información. Se pueden realizar listados, que de superar la longitud máxima de las planillas excel, debe importarse en formato texto. La solución para evitar los

listados de texto es la vinculación de las tablas de MANTECDB con bases de datos locales Access a través de un driver denominado Client Acces para AS400.

Aplicación de la Norma a la gestión de mantenimiento y operación de superficie

De acuerdo con ISO14224, se utilizaron las siguientes definiciones para los eventos:

Falla: finalización de la capacidad de un equipo para realizar una función dada;

Modo de falla: modo observado de la falla.

Componente – descriptor de la falla:

Tareas o acciones

Componente – acción

Tal y como se esquematiza en la Figura 2, con respecto al modo de falla, quien requiere alguna tarea cuenta solamente con este dato para la solicitud de Pedidos de Trabajo (PT) o Emisión de órdenes de trabajo (OT) .

Es el especialista que actúa en consecuencia de algún pedido quien utiliza para reportar al sistema códigos del tipo componente – descriptor para tareas de correctivo, tareas/acciones o componente – acción para tareas que no sean mantenimientos correctivos.

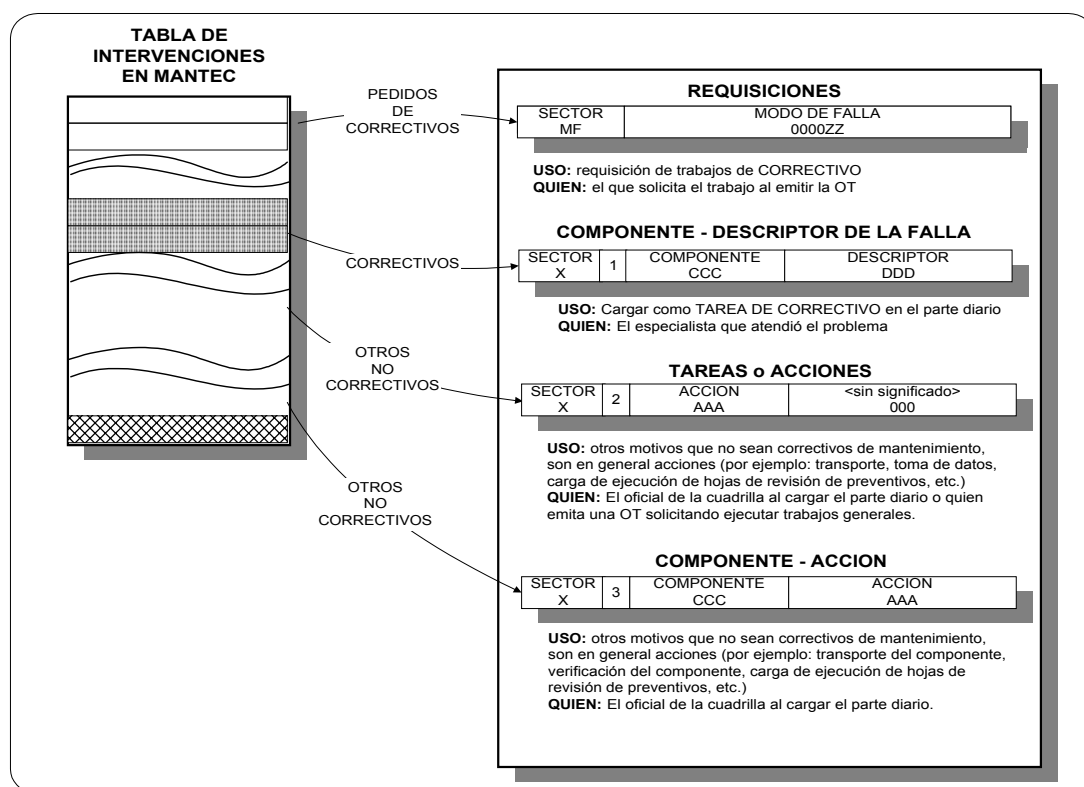


Figura 2: Estructura de la tabla de códigos de tareas para reportar en el reporte.

Cada código de tarea en la tabla de la Figura 2 se genera combinando partes de otras tablas más pequeñas, denominadas tablas base. Éstas se administran en forma centralizada y queda libre a criterio de cada área la forma de combinarlas entre sí.

La combinación de las tablas base Sector, Componente, Descriptor de la Falla y Acción, da por resultado un código de tarea alfanumérico que se dará de alta en el sistema de control de mantenimiento con el formato que se muestra en la Figura 2.

Esto fue definido así para que la coincidencia eventual de las combinaciones generadas en dos áreas diferentes dará por resultado el mismo código de tarea (que es lo que se busca).

Cada área debe hacer las combinaciones que sean necesarias para abarcar la información que se volcará en el parte diario.

Las tablas base son cinco en total: Sector, Componente, Modo de falla, Descriptor de la falla y Acción. A continuación se describe cada una.

Sector: una letra mayúscula como se indica abajo.

E: Electricidad

I: Instrumentación y control

M: Mecánica (equipos fijos y rotativos)

P: Producción (tareas de seguimiento de producción, inyección y químicos)

S: Servicios auxiliares (movimiento de tierra, chupa, transporte cargas sólidas y líquidas, saneamiento y tareas generales)

Modo de falla: se han resumido en 42 modos y sale de la tabla Modo Observado de la Falla, de la norma ISO 14224 revisionado sobre cada tipo de equipo con que cuentan las áreas.

Componente: (tres dígitos de 001 a 999, auto - numérico). Derivado de las tácticas más otros listados consolidados.

Descriptor de la Falla: (tres dígitos de 001 a 999, auto - numérico) A partir de la norma ISO14224.

Acción: (tres dígitos de 001 a 999, auto - numérico) Obtenida a partir del análisis de los trabajos volcados hasta el momento en los reportes diarios de todas las áreas.

Experiencias del piloto para mantenimiento y operación de superficie

Previo a la implementación del proyecto piloto se delinearon comentarios y sugerencias para la confección de las combinaciones y se diseñó una base de datos access para guiar la creación de las tareas a fin de minimizar errores.

Para el adiestramiento de la gente se difundió aparte de la norma ISO14224, la siguiente lista de conceptos y preguntas más frecuentes:

- La palabra tarea significa: "Es el trabajo realizado en un determinado equipo por algún motivo particular y que se registra en el parte diario."
- Cada tarea cuenta con un código de identificación única que se registra en el parte diario.

¿Para qué se asigna un código a cada tarea? Una vez que se termina un trabajo, se reporta la tarea realizada utilizando algún código de la lista de tareas. La lista de tareas que todos los talleres ejecutan se guardan en la base de datos del sistema de control de mantenimiento al reportar el reporte diario. Para poder agrupar la información volcada como reporte diario, es necesario que lo registrado se cargue de manera uniforme, ya que sino no sería posible encontrar en forma automática información del mismo tipo. Por ejemplo, si una tarea de algún reporte diario dice "se ajustó empaquetadura" y en otro parte se registró "ajuste de empaquetadura", si bien al leer queda claro que es lo mismo, debe tenerse en cuenta que las búsquedas en la base de datos se hacen utilizando programas mucho menos inteligentes que lectores humanos.

En conclusión, el reporte de tareas utilizando códigos permite agruparlas para hacer análisis automático de la información.

¿Se debe codificar absolutamente todo lo que hacemos? No es necesario. Sólo se codifican aquellos trabajos que interese seguir en el tiempo. Sin embargo debería existir algún código para indicar en forma general tareas no previstas, que sólo se utilizaría en caso de que los códigos previstos no representen el trabajo que se ejecutó. A medida que el grupo de códigos esté mejor ajustado, el código para tareas genéricas no debería usarse mucho.

¿Cómo se determina cuándo utilizar un código? Cada líder de sector (de ahora en más, líder) especificará en qué casos se utilizará cada tarea. Debería escribir el alcance de cada tarea (es decir qué se abarca con ese código) y transmitirla a cada persona a cargo para asegurarse de que esté bien entendido cada alcance. También podrá ponerse de acuerdo con los talleres y agregar aquellas que no haya tenido en cuenta.

¿Qué efecto provoca reportar la tarea que más recuerdan o alguna tarea que no represente lo realmente ejecutado? En este caso, la calidad de los datos registrados en el sistema de control se distorsiona severamente porque no queda registrado lo que realmente sucede en campo.

Si un determinado trabajo requiere de varios móviles con distinta especialidad, ¿qué debería registrar cada uno de ellos en el reporte diario? Consideremos una electro-bomba centrífuga de batería se encuentra con el motor quemado. Supongamos que el móvil eléctrico necesita que el móvil mecánico desacople la bomba y luego de reemplazado el motor acople y alinee nuevamente el conjunto: ¿qué tarea reportaría cada uno? Para responder a esto, se debe tener en cuenta quién es el que genera el trabajo, es decir, cuál es la tarea principal que se está llevando a cabo. En este caso, quien genera el trabajo para el móvil mecánico es el eléctrico. El móvil mecánico entonces es apoyo del móvil eléctrico. El móvil eléctrico asentará en el parte diario una tarea del tipo componente-descriptor de la falla, mientras que el móvil mecánico registrará una tarea del tipo apoyo móvil.

En general, ante un trabajo que requiera más de un móvil, uno solo de ellos colocará la tarea que representa mejor el trabajo y los demás serán apoyo móvil. De esta manera, es posible cuantificar la totalidad de lo que implica un trabajo conjunto. También se debe tener en cuenta que no todos los participantes del evento coinciden en el tiempo y que la consolidación de tareas de otra forma sería más difícil.

Esta limitante se debe a que, para los trabajos planificados, en el sistema MANTEC DB no se cuenta con ordenes de trabajo padre para cada uno de los móviles participantes; mientras que para las tareas no programadas, directamente no se cuenta con orden de trabajo. En ambos casos el efecto es el mismo: consolidar reportes de distintos móviles especialistas.

¿Cómo deberían registrarse las tareas secundarias consecuencia de algún trabajo? Por ejemplo, si la reparación en taller de alguna máquina genera residuos de aceite que deben ser posteriormente procesados, dichos trabajos deberían registrarse con el mismo código de la tarea que los originó (asociado siempre a la misma orden de trabajo) de forma de consolidar el costo total del trabajo.

¿Cómo se registrarán las tareas que se realizan en el taller, destinadas a tener equipos de reserva? Esto suele darse en el caso de talleres que realizan mantenimiento de bombas dosificadoras, reparación de tableros eléctricos, sensores electrónicos, etc. Muchas veces se usa parte del tiempo para tener en condiciones equipos de reserva a fin de responder rápidamente a los correctivos. Estas tareas deberán estar asociadas a algún equipo que represente el taller y con un código tipo componente – acción o acción sola.

¿Quién usa la información de la base de datos del sistema de control del mantenimiento? Normalmente, los líderes e ingeniería de mantenimiento para sacar valores que indiquen tendencias. Con dichos valores se toman decisiones con

fundamento. Si la calidad de los datos en la base de datos es mala, las decisiones también pueden llegar a ser malas decisiones.

Conclusiones y resultados del piloto de tareas de parte diario en Río Neuquén

En el área Río Neuquén se llevó a cabo la prueba piloto del sistema de codificación de tareas para los sectores de mantenimiento de superficie.

Para la generación de códigos se utilizó una base de datos access especialmente configurada para el piloto. Con ella fue posible el fácil análisis de la generación de códigos y se minimizaron errores de tipeo ya que los códigos generados se exportaban desde la base hacia el sistema AS400 donde funciona el sistema MANTECDB.

A continuación se detallan los resultados cuantitativos del piloto y se describen las herramientas para la medición del mismo.

En particular se destaca que la tabla de tareas originalmente descrita sufrió cambios. Comparar las figuras 2 y 4.

Análisis estadístico

Durante la implementación del piloto se crearon 1469 códigos en total distribuidos por sector como se indica.

Electricidad	Tareas grales.	Instrumentos	Mecánica	Soldadura	Servicios	Total
161	115	516	219	189	268	1469

Del total de tareas analizadas, se observó que se dieron de alta tareas con el formato componente-acción que deberán ser reemplazadas con el formato componente-descriptor de falla. La distribución cuantitativa sobre cada subtotal es la siguiente:

Electricidad	Tareas grales.	Instrumentos	Mecánica	Soldadura	Servicios
25%	10%	48%	18%	47%	29%

Para determinar el grado de aceptación del uso de códigos en función del tiempo, se procedió a detectar registros de parte diario con y sin código, totalizándolas por período mensual y por sector. En la Figura 3 se puede ver un gráfico de la evolución en el tiempo; en la Tabla I se indica el detalle de lo graficado.

Este tipo de gráfico será deseable que sea incorporado como una utilidad a la misma base de datos con que se generan los códigos para facilitar el seguimiento de la implementación en áreas que anteriormente no utilizaran código. Para aquellas áreas que tengan implementada codificación local, se deberá hacer lo propio para contabilizar los nuevos códigos.

La base de datos permite asociar un código de tarea a un tipo de equipo particular. Esto permite acotar el mal uso de los códigos al cruzar códigos de tarea cargados en el parte diario con una tabla interna que asocia cada código al tipo de equipo. De esta manera el control “grueso” puede automatizarse.

Se observó que en la base de datos había un solo código relacionado a un solo tipo de equipo. Esta funcionalidad de la base no fue aprovechada en el piloto.

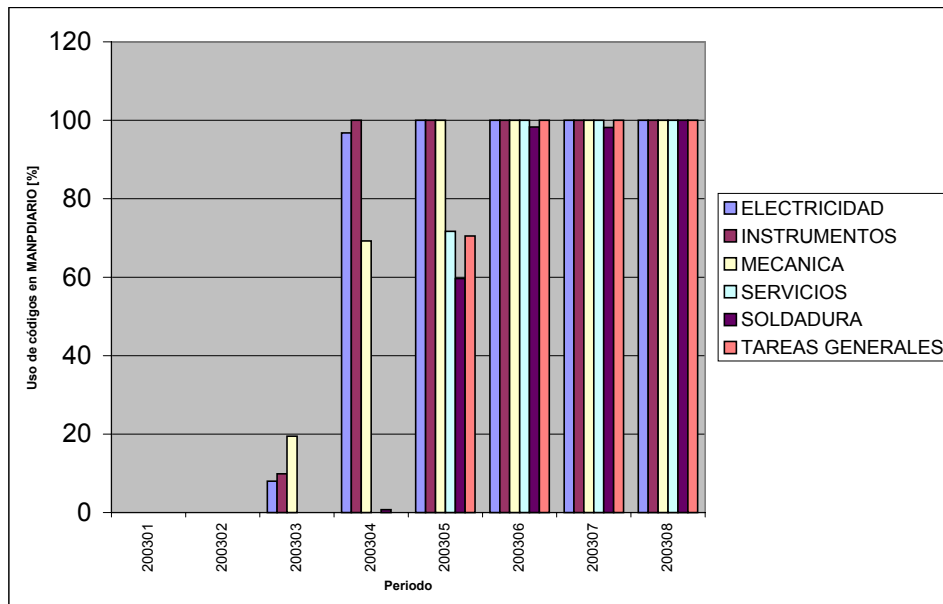


Figura 3: Porcentaje de utilización de códigos de tareas por período y por sector

SECTOR	FEC	CANTIDAD SIN CODIGO	CANTIDAD CON CODIGO	TOTAL	% CON CODIGO
ELECTRICIDAD	200301	55		55	0.00
TAREAS GENERALES	200301	136		136	0.00
INSTRUMENTOS	200301	65		65	0.00
MECANICA	200301	26		26	0.00
SOLDADURA	200301	39		39	0.00
SERVICIOS	200301	47		47	0.00
ELECTRICIDAD	200302	51		51	0.00
TAREAS GENERALES	200302	128		128	0.00
INSTRUMENTOS	200302	55		55	0.00
MECANICA	200302	32		32	0.00
SOLDADURA	200302	43		43	0.00
SERVICIOS	200302	41		41	0.00
ELECTRICIDAD	200303	46	4	50	8.00
TAREAS GENERALES	200303	135		135	0.00
INSTRUMENTOS	200303	64	7	71	9.86
MECANICA	200303	29	7	36	19.44
SOLDADURA	200303	56		56	0.00
SERVICIOS	200303	53		53	0.00
ELECTRICIDAD	200304	2	60	62	96.77
TAREAS GENERALES	200304	190		190	0.00
INSTRUMENTOS	200304		71	71	100.00
MECANICA	200304	12	27	39	69.23
SOLDADURA	200304	132	1	133	0.75
SERVICIOS	200304	80		80	0.00
ELECTRICIDAD	200305		64	64	100.00
TAREAS GENERALES	200305	64	153	217	70.51
INSTRUMENTOS	200305		74	74	100.00
MECANICA	200305		52	52	100.00
SOLDADURA	200305	46	68	114	59.65
SERVICIOS	200305	32	81	113	71.68
ELECTRICIDAD	200306		66	66	100.00

TAREAS GENERALES	200306		165	165	100.00
INSTRUMENTOS	200306		78	78	100.00
MECANICA	200306		49	49	100.00
SOLDADURA	200306	2	115	117	98.29
SERVICIOS	200306		91	91	100.00
ELECTRICIDAD	200307		47	47	100.00
TAREAS GENERALES	200307		198	198	100.00
INSTRUMENTOS	200307		83	83	100.00
MECANICA	200307		59	59	100.00
SOLDADURA	200307	3	161	164	98.17
SERVICIOS	200307		87	87	100.00
ELECTRICIDAD	200308		11	11	100.00
TAREAS GENERALES	200308		29	29	100.00
INSTRUMENTOS	200308		15	15	100.00
MECANICA	200308		11	11	100.00
SOLDADURA	200308		40	40	100.00
SERVICIOS	200308		11	11	100.00

Tabla I: Detalle de utilización de códigos en el parte diario

Conclusiones

Si bien hay errores de concepto en la generación de las tareas de intervención, la metodología puede ser aplicada satisfactoriamente ajustando criterios.

Los registros de capacitación evidencian seguimiento de la instrucción de los diferentes roles participantes en los procesos de trabajo, pero en función de los resultados, han sido insuficientes las horas dedicadas a acompañar la Implementación.

Se observó que para disminuir el porcentaje de errores en la utilización de las tablas, sin sacrificar la calidad de los datos, se eliminará la combinación de las tablas “COMPONENTE-ACCION” para las tareas no correctivas. El esquema definitivo de la tabla de intervenciones de MANTECDB se muestra en la Figura 4.

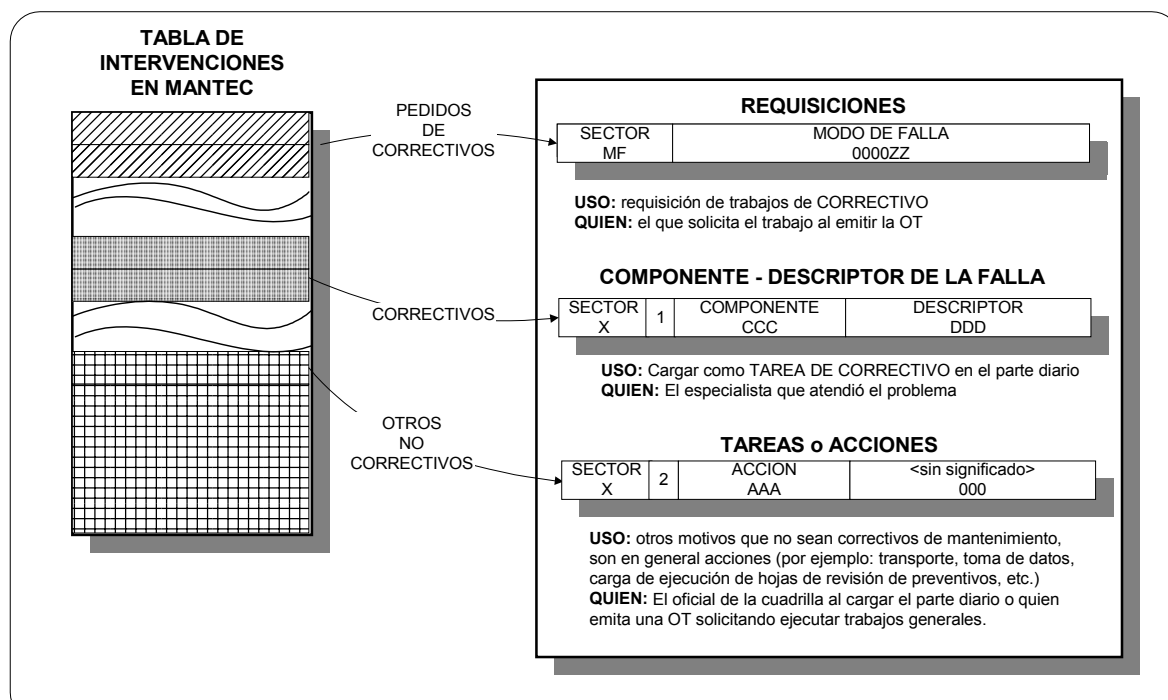


Figura 4: Esquema de la tabla de intervenciones propuesto inicialmente

Análisis de consistencia. En la base de datos para la creación de códigos de tareas, se debería incluir el chequeo de componente vs. tipo Equipo; no se debería usar un componente que coincida con el tipo de equipo. Por ejemplo bomba – reparación asociada con equipo tipo PAL (bomba alternativa) o tipo PCE (bomba centrífuga). Es redundante y no indica cuál componente del equipo se rompió, debería ser, por ejemplo eje – rotura del equipo PAL o del equipo PCE.

La base de datos debería registrar la fecha de creación de cada código, de forma tal que pasado un tiempo y cuando se analice información de parte diario, se sepa si ese código existía en aquel período. De no hacerse esto, no habría forma de saber si un código tipo componente–descriptor ocurría realmente o si es que el código no existía en ese entonces. La base de datos para creación de tareas debería llevar esa cuenta.

El administrador de la base de datos para la creación de tareas debería ser bien capacitado para cuidar el alta innecesaria de tareas y para guiar a los líderes en la confección de las mismas.

Referencias

- [1] Manual del sistema de parte diario mantenimiento y hoja de revisión, TTI S.A.
- [2] Petroleum and natural gas industries-Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment, ISO 14224, 2000.