

**GESTIÓN DE CALIDAD Y SEGURIDAD APLICADA A INSPECCIONES Y
MANTENIMIENTO DE MAQUINAS E INSTALACIONES**

Índice

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. FALLA**
- 3. TIPOS DE MANTENIMIENTO**
- 4. MODELOS DE MANTENIMIENTO**
- 5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD**
- 6. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO**
- 7. PLAN DE MANTENIMIENTO**
- 8. CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO**
 - 8.1. CALIDAD Y MANO DE OBRA**
 - 8.2. CALIDAD Y MATERIALES**
 - 8.3. CALIDAD Y MEDIOS TECNICOS**
 - 8.4. CALIDAD Y METODOS DE TRABAJO**
 - 8.5. CALIDAD Y RESULTADOS**
 - 8.6. CALIDAD E ISO 9000**
 - 8.6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO**
 - 8.6.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**
 - 8.6.3. PLAN DE CALIBRACION**
 - 8.6.4. PLAN DE CALIDAD**

- 9. CONTROL DE RIESGOS**
- 10. ANALISIS DE RIESGO**
- 11. ANALISIS DE PELIGROS**
- 12. METODOLOGÍAS ESPECIFICAS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS**

13. INTRODUCCION

Una de las principales dificultades que las empresas enfrentan radica en que ante la complejidad de exigencias en la búsqueda de su competitividad y de su eficiencia, no llegan a percibir con suficiente claridad que la prevención de riesgos laborales entre las que se incluyen inspecciones y mantenimiento de maquinas, equipos e instalaciones, más allá de una exigencia legal, es una vía de contribución a la calidad y a la excelencia empresarial.

Con un eficaz sistema preventivo se aseguran las condiciones de trabajo del personal (principal valor de la empresa), y conjuntamente con una adecuada gestión constituyen un medio determinante para alcanzar niveles óptimos de productos, servicios y procesos, contribuyendo con ello a que la empresa sea eficiente y competitiva. Solo con personas capacitadas y motivadas se puede lograr el nivel de innovación, creatividad y compromiso que la organización necesita.

En estas actividades (de inspecciones y mantenimiento) se deben tener en cuenta no solo los aspectos técnicos sino también los relacionados a la gestión y organización, atendiendo factores económicos, de calidad, de seguridad y medio ambiente. Una exitosa gestión de mantenimiento debe incorporar métodos de mejora continua que acompañen a la empresa en sus distintas etapas de crecimiento.

El propósito de inspeccionar y mantener es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema afectados a una actividad en las mejores condiciones de funcionamiento con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad, seguridad y al menor costo posible. Toda maquina, instrumento e instalación sufre una serie de degradaciones con el uso que si no se evitan o eliminan tanto el rendimiento como su vida útil disminuyen.

Esto implica conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de H&S del trabajo, disminuir al máximo la degradación del medio ambiente, controlar y reducir los costos a su mínima expresión.

La base es seguir líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por roturas o imprevistos que pudieran surgir. La prevención y en general la atención a las condiciones de trabajo es la mejor manera para lograr la confianza de los trabajadores y reforzar el liderazgo de los Directivos.

Nuestro objetivo prioritario se centra en desarrollar estrategias y en facilitar los medios para asumir un mayor compromiso por la prevención de riesgos laborales y así desarrollar sistemas preventivos (que incluyen inspecciones, controles y mantenimiento, entre otros) que nos permitan alcanzar resultados satisfactorios demostrables, y al mismo tiempo una baja siniestralidad y la disposición de lugares de trabajo seguros y saludables brindando de esa manera condiciones de trabajo dignas.

Los elementos y sistemas de seguridad que sirven para actuar ante fallas previstas o situaciones de emergencia deben ser conservados en condiciones óptimas de funcionamiento asegurando su rendimiento y prestaciones durante su vida útil y por lo tanto reduciendo las posibles averías y fallas provocadas por un mal funcionamiento de las mismas. Siempre las piezas de las máquinas se desgastan, la fiabilidad de los dispositivos de seguridad puede verse alterada y pueden realizarse actuaciones inseguras que llegarían a convertirse en hábitos si no se controlan debidamente.

La prevención ha de integrarse a las diferentes actividades y sistemas implementados como el de gestión de la calidad, ya que la misma es una parte de la política en el camino a la "excelencia". Debe ser coherente con el conjunto de acciones y sistemas de la empresa y estar vinculada a ellos, razón por la cual forma parte del sistema de calidad, seguridad y medio ambiente.

Hay que tener en cuenta que la propia actividad de mantenimiento con sus correspondientes registros ha de permitir extraer y validar datos propios sobre fiabilidad de los componentes de los equipos, contrastando lo aportado por los suministradores de los mismos. De esta manera, el programa de mantenimiento se irá ajustando paulatinamente a partir de la propia información que el mismo genera.

Los objetivos que se persiguen con las inspecciones y mantenimiento son: **Máxima producción, Mínimo costo, Calidad requerida, Conservación de la energía, Conservación del medio ambiente, Higiene y seguridad, Implicación del personal**

1. FALLA

Se define así al deterioro o desperfecto en las instalaciones, maquinas o equipos que no permite su normal funcionamiento.

En la industria es común llamar **avería** a cualquier anomalía que impida mantener los niveles de producción. Pero el concepto es aun más amplio y debe tener en cuenta la falta de calidad del producto, la falta de seguridad, el mal aprovechamiento de la energía disponible y la contaminación ambiental.

A las fallas se las estudia según afecten a la producción, calidad, seguridad y degradación del medio ambiente. Para determinar sobre qué causas actuar es útil aplicar métodos estadísticos simples sobre la base de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de importancia relativa. Entre estos métodos están: Diagrama de Pareto, Causa-Efecto, 5 M, etc. Determinadas las verdaderas causas y conociendo las mas importantes se deben definir acciones correctivas / preventivas con la metodología definida en el sistema integrado de Gestión de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.

2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tradicionalmente se han distinguido 6 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- Mantenimiento reparativo/correctivo.
 - Mantenimiento Modificativo.
 - Mantenimiento Preventivo.
 - Mantenimiento hard time o cero horas.
 - Mantenimiento predictivo.
 - Mantenimiento en uso.
-
- Mantenimiento reparativo/correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
 - Mantenimiento Modificativo: Con este nombre se conocen las acciones que lleva mantenimiento para modificar las características de las instalaciones, máquinas o equipos para lograr mayor fiabilidad, mantenibilidad y seguridad en la operación de los mismos.

- **Mantenimiento preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.
- **Mantenimiento predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado de operatividad. Para aplicar este tipo de mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Este es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.
- **Mantenimiento cero horas:** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva, dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir como si el equipo fuera nuevo. Se reparan o cambian todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.
- **Mantenimiento en uso:** Es el mantenimiento básico del equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve.

3. MODELOS DE MANTENIMIENTO

La división por tipos de mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de cada uno de esos tipos, de manera que no podemos pensar en aplicar uno solo de ellos en un equipo en particular.

Para dar una solución a este problema se definen los modelos de mantenimiento. Un modelo de mantenimiento es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde a las necesidades de un equipo en concreto. Pueden identificarse claramente cuatro modelos de mantenimiento, complementados con dos tipos de tareas adicionales, según veremos mas adelante.

- **Modelo correctivo:** Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación, la reparación de averías que surjan. Es apreciable, como veremos, a equipos con el mas bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún tipo de problema, ni económico, ni técnico. En este tipo de equipos no es necesario dedicar mayores recursos ni esfuerzos.
- **Modelo condicional:** Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programamos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo. Este modelo de mantenimiento es valido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.
- **Modelo sistemático:** Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importar cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y, por ultimo, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por que tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de

los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

- Modelo de alta disponibilidad: Es el modelo mas exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. So equipos a los que se les exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90 %. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es, en general, el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático) Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año. Estas revisiones se preparan con gran antelación y no tienen por que ser exactamente iguales año tras año.

4. ANALISIS DE CRITICIDAD

No todos los equipos tienen la misma importancia en un planta industrial. Es un hecho que unos son más importantes que otros según la influencia en los resultados de la empresa. Para clasificar la criticidad de los equipos se distinguen una serie de niveles de importancia:

a) Equipos críticos. Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.

b) Equipos importantes. Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.

c) Equipos prescindibles. Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

Como segunda medida se debe analizar la influencia que tiene una anomalía en cuanto a los aspectos:

a) Producción. Cuando valoramos la influencia que un equipo tiene en producción, nos preguntamos como afecta ésta un posible fallo. Dependiendo de que suponga una parada total de la instalación, una parada de una zona de producción preferente, paralice equipos productivos pero con pérdidas de producción asumible o no tenga influencia en producción, clasificaremos el equipo como A, B o C.

b) Calidad. El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.

c) Mantenimiento. El equipo puede ser muy problemático con averías caras y frecuentes, o bien un equipo con un coste medio en mantenimiento; o, por último, un equipo con muy bajo coste, que normalmente no dé problemas.

d) Seguridad y Medio Ambiente. Un fallo del equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio ambiente o para las personas, y que además tenga cierta probabilidad de fallo; es posible también que un fallo del equipo pueda ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que ello ocurra es muy baja; o, por último puede ser un equipo que no tenga ninguna influencia en seguridad.

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRITICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al plan de producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de gran cantidad de rechazos	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento materiales y/o mano de obra)
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al plan de producción).	Afecta a la calidad pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción.	No afecta la calidad.	Bajo coste en mantenimiento.

La categoría que demos a un equipo debe corresponder a la más alta que haya obtenido al valorar los 4 aspectos.

5. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO

Una vez determinada la criticidad de los equipos se debe decidir el modelo de mantenimiento a aplicar (ver Fig. 1).

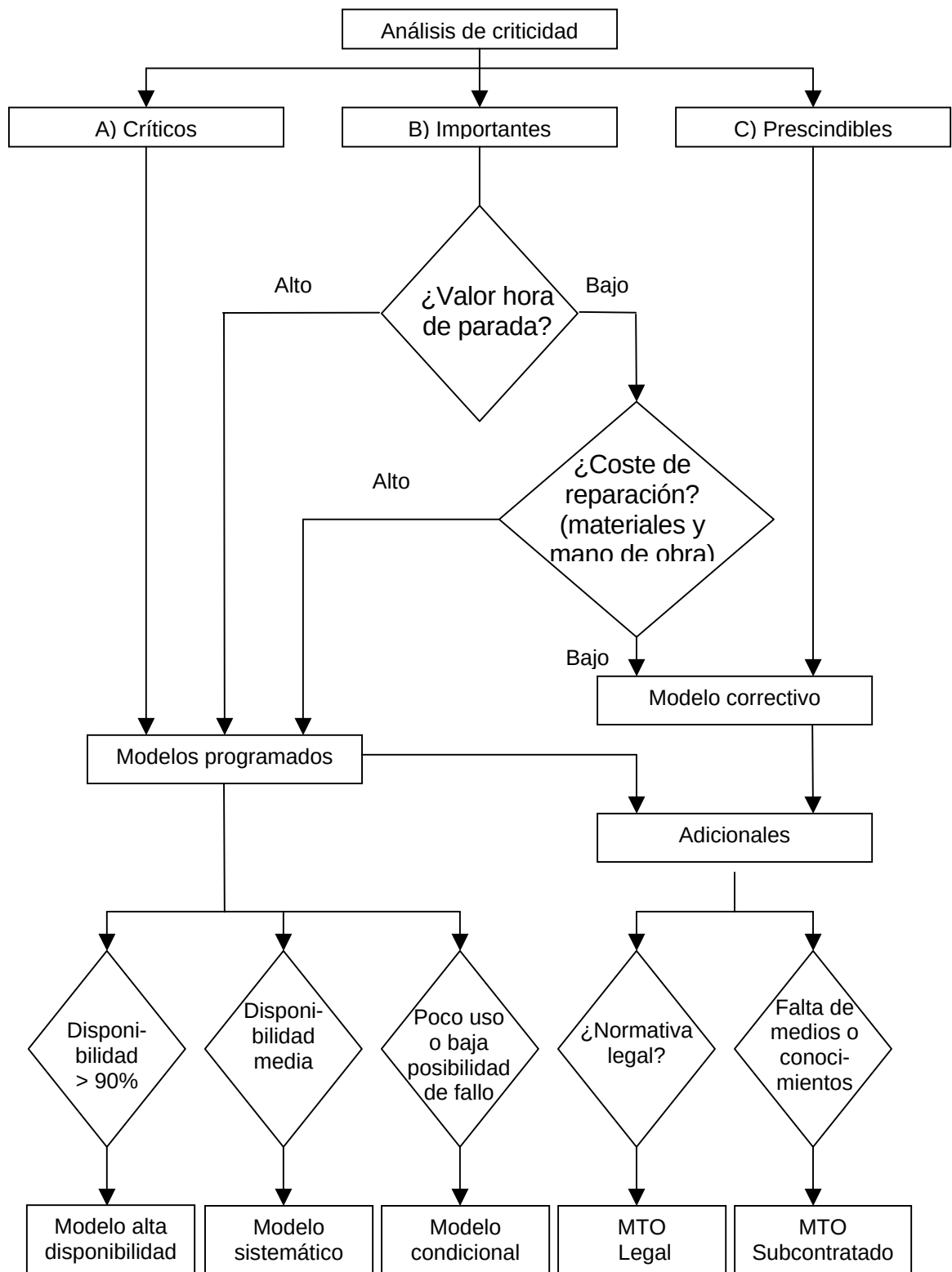


Fig. 1

Para poder llevar a cabo la selección del modelo de mantenimiento que mas se adapte a cada equipo, debemos, en primer lugar, disponer de la lista de los equipos que componen la planta. Una vez confeccionada la lista es necesario realizar una ficha de cada uno de los ítems que componen la planta.

Una vez seleccionado el modelo de mantenimiento que mejor se ajusta a cada equipo estamos en condiciones de definir el Plan de Mantenimiento a aplicar en la planta.

6. PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de Mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión.

Tras analizar la criticidad de los equipos de la planta y el modelo de mantenimiento que mejor se adapta a las características de cada equipo se deben implementar las siguientes fases:

- Determinación de los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los equipos.
- Determinación de los modos de fallo, tanto funcionales como técnicos.
- Estudio de las consecuencias de un fallo: clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar.
- Determinación de las medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de los fallos.
- Agrupación de las tareas en rutas y gamas de mantenimiento, y la elaboración del plan inicial de mantenimiento.
- Puesta en marcha de las rutas y gamas, y correcciones al plan inicial.
- Redacción de procedimientos de realización de rutas y gamas.

Hay que recordar que un buen plan de mantenimiento por sí solo no reduce a cero las averías. Un buen mantenimiento comienza en el diseño del equipo. Un equipo o una instalación mal diseñada, por muy bien atendida que esté, siempre tendrá mayor probabilidad de sufrir fallos que una instalación con un diseño robusto. En segundo lugar, un buen mantenimiento continua con un buen uso del equipo. El cumplimiento de las especificaciones (las condiciones medioambientales, la calidad de los suministros de electricidad, agua de refrigeración, etc.) y un uso cuidadoso por parte del personal encargado de utilizarlos reducen enormemente el número de incidencias.

7. CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO

Cuando nos referimos a calidad en mantenimiento, es conveniente definir con exactitud a que nos estamos refiriendo. Por calidad en mantenimiento debemos entender lo siguiente: **Máxima Disponibilidad al Mínimo Coste**. Si desmenuzamos este ambicioso objetivo en pequeñas metas menores, nos encontramos que Máxima Disponibilidad al Mínimo Coste significa, entre otras cosas:

- Que dispongamos de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.

- Que la mano de obra esté suficientemente calificada para realizar las tareas que sea necesario llevar a cabo.
- Que el rendimiento de esa mano de obra sea lo mas alto posible.
- Que dispongamos de los útiles y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender.
- Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan los requisitos necesarios.
- Que el dinero gastado en materiales sea el mas bajo posible.
- Que se disponga de los métodos de trabajo más adecuados para realizar las tareas de mantenimiento.
- Que las reparaciones que se efectúen sean fiables, es decir, no vuelvan a producirse e un largo periodo de tiempo.
- Que las paradas que se produzcan en los equipos como consecuencia de averías o intervenciones programadas no afecten al plan de producción y, por lo tanto no afecten a nuestros clientes (externos o internos).
- Que dispongamos de información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que nos permita tomar decisiones.

Estudiemos cada uno de estos puntos en forma detallada.

8.1 CALIDAD Y MANO DE OBRA

En lo referente a mano de obra, acabamos de ver que identificamos Calidad en cuatro aspectos: cantidad, organización, calificación y rendimiento.

En lo referente a la cantidad, un departamento de mantenimiento adecuadamente dimensionado es aquel que no tiene personal esperando a que se produzca una avería para intervenir. También lo es aquél que es capaz de responder ante un problema imprevisto con una celeridad acorde a su importancia. Por lo tanto, es necesario dimensionar el departamento de manera que lleguemos a un compromiso entre la disponibilidad de operarios para intervenir de manera inmediata, cuyo exceso nos provocaría un derroche de recursos, y la disponibilidad de equipos, cuya parada podría provocarnos pérdidas económicas por la imposibilidad de cumplir el plan de producción.

Derroche de recursos frente a pérdidas de producción.

En lo referente a la organización, un departamento de mantenimiento bien organizado es aquel en el que las diversas funciones están adecuadamente distribuidas. Es aquel en el que las responsabilidades de las personas y los cargos están perfectamente definidos. Es aquel que tiene una estructura suficiente y que ha creado los cargos necesarios para responder a las necesidades del departamento, con el mínimo personal.

En cuanto a la calificación, un departamento de mantenimiento de calidad es aquel cuyo personal está lo suficientemente calificado para realizar las tareas habituales. Es aquel que identifica las necesidades y elabora un plan de formación en el que se tienen en cuenta tanto la calificación actual de sus miembros como la calificación deseable.

En lo referente a rendimiento, calidad en mantenimiento significa dedicar el mínimo tiempo posible a las tareas improductivas, definiendo como tales todas aquellas que no suponen la intervención directa en un equipo.

8.2 CALIDAD Y MATERIALES

Cuando hablamos de la relación existente entre la calidad de servicio del departamento de mantenimiento y los materiales que se emplean, intuitivamente pensamos que nos referimos al empleo de materiales de calidad, pero el concepto es más amplio.

Por supuesto que también nos referimos a que los materiales alcancen sus especificaciones, pero hay una serie de aspectos que aportan calidad al mantenimiento:

- El stock de materiales en planta debe ser el adecuado. Debe comprobarse que el inmovilizado es el mínimo posible para asegurar los objetivos marcados en cuanto a disponibilidad. Debemos asegurarnos, además, que los materiales que permanecen en stock son los que necesitamos y, por lo tanto, no tenemos materiales que no nos harán falta o materiales que podemos conseguir sin necesidad de inmovilizar capital. También debemos asegurarnos de que no nos hace falta ningún material que consideremos imprescindible.
- Debemos disponer de sistemas que nos permitan evaluar que materiales debemos tener y cuales no.
- Debemos disponer de sistemas de recepción y verificación de aquellos materiales que lo precisen.
- Debemos disponer de procedimientos de almacenaje, manipulación, embalaje y conservación de materiales en el almacén, que nos aseguren el perfecto estado de éstos cuando haya que utilizarlos.
- Debemos disponer de medios que nos permitan saber cómo utilizamos los repuestos y materiales (a qué equipos, zonas o áreas lo destinamos, cuál es el consumo de materiales de un periodo, etc.).

8.3 CALIDAD Y MEDIOS TECNICOS

Los medios que empleamos para el mantenimiento también condicionan la calidad del servicio de mantenimiento. Por medios técnicos entendemos aquellos recursos materiales que utilizamos para realizar las intervenciones o para la organización del mantenimiento. Son, por lo tanto, las herramientas, los talleres, el software de gestión de mantenimiento, los diversos enseres de oficina (fax, fotocopiadora, teléfono, mobiliario), etc.

Los aspectos relacionados con medios técnicos que aportan calidad al mantenimiento son los siguientes:

- Debemos asegurar que no nos falta ningún medio que podamos necesitar y que no tenemos medios infrautilizados que pudiéramos optimizar (compartir su uso con otros departamentos por ejemplo).
- Que todos los medios se encuentran en perfectas condiciones de uso.
- Que los útiles de medida se encuentren calibrados.
- Que disponemos de sistemas de control que nos permitan saber de que medios disponemos (inventario de útiles y herramientas).
- Que el sistema de gestión de la información es el adecuado, un software de gestión es capaz de aumentar la calidad del servicio si está correctamente implantado y se usa adecuadamente, pero también puede ser el responsable de disminuirla si aumenta injustificadamente el gasto o la burocracia en la gestión de órdenes de trabajo.

8.4 CALIDAD Y METODOS DE TRABAJO

Tradicionalmente, la calidad aplicada a mantenimiento se ha referido casi en exclusiva a métodos de trabajo, entendiendo estos como los procedimientos y la forma de documentar la actividad del mantenimiento. De hecho en muchas empresas cuando se evalúa la implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad se evalúan casi exclusivamente procedimientos de mantenimiento, gamas de preventivo y planes de calibración.

El sistema de trabajo, además, debe estar reflejado en un plan de mantenimiento que contemple tanto el mantenimiento programado como el mantenimiento no programado. El plan de mantenimiento programado estará formado por un conjunto de gamas de mantenimiento, que contendrán las listas de tareas a realizar, agrupadas por frecuencias y/o especialidades. El mantenimiento no programado quedará reflejado en un documento denominado Diagnóstico de Averías, en el que se indican síntoma, causa y solución de principales averías, problemas e incidencias de la planta o instalación.

En un mantenimiento de calidad, todas las tareas (o al menos las mas importantes) están procedimentadas. En estos procedimientos se recoge de manera detallada cómo se efectúan las tareas paso a paso, que medios y materiales son necesarios, que precauciones hay que tener en cuenta, y que comprobaciones hay que realizar para verificar que el trabajo ha quedado perfectamente realizado.

Por último, debe estar establecida la forma en que se realiza la programación del mantenimiento y como se genera una orden de trabajo, quien la aprueba, como se decide quién la ejecuta, y, finalmente, quién y como se cierra la orden. El sistema seguido debe ser ágil, generar el mínimo trabajo burocrático posible, y debe permitir que se recoja toda la información que pueda ser útil para la gestión de mantenimiento.

8.5 CALIDAD Y RESULTADOS

Un mantenimiento de calidad es aquel que proporciona los resultados buscados, en lo referente a nivel de servicio y en lo referente a coste. En cuanto a nivel de servicio, el indicador más importante de dicho nivel es la disponibilidad, entendida esta como la proporción del tiempo en que el equipo esta en condiciones de producir. Además de disponibilidad, hay otros indicadores que miden la calidad del servicio, aunque siempre están relacionadas con esta: MTBF (Mid Time Between ailure, tiempo medio entre fallos), MTRH (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación), n.º de órdenes de trabajo, proporción entre mantenimiento programado y no programado, etc.

8.6 CALIDAD E ISO 9000

Muchas empresas han adoptado su sistema de trabajo a algún sistema de aseguramiento de calidad estandarizado y recogido en una norma internacional que sea reconocida por los clientes. El conjunto de normas ISO 9000 es uno de ellos, aunque existen otras. La ISO 9000 es básicamente un sistema documental de aseguramiento, que basa su eficacia en documentar todo lo que se realiza, y actuar de acuerdo con esas pautas escritas. Periódicamente, bien de manera interna, bien por empresas autorizadas, el sistema se audita para comprobar si efectivamente se hace lo que se dice y se dice lo que se hace.

Los documentos en que se basa y que afectan a mantenimiento son los siguientes:

- Plan de mantenimiento (conjunto de gamas y plannings de realización)

- Plan de calibración.
- Procedimientos de trabajo.
- Plan de calidad.

Uno de los objetivos estratégicos de la empresa puede ser obtener y mantener la acreditación ISO 9000. El departamento de mantenimiento, debe, para ello, ocuparse de documentar los cuatro puntos anteriores y dejar evidencias escritas (registros) de que se está llevando a cabo.

8.6.1 PLAN DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento debe elaborar un documento que refleje las tareas de mantenimiento preventivo a realizar en los equipos que considere necesario. El resultado de estas inspecciones o sustituciones de elementos deben recogerse por escrito, como listas de chequeo, toma de datos etc.

8.6.2 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Los procedimientos de trabajo aseguran que las tareas se realizan siempre de la misma forma, y que la información puede transmitirse. Los procedimientos son, en general, de dos tipos: procedimientos técnicos y procedimientos de gestión.

En los procedimientos técnicos se detalla cómo realizar determinados trabajos técnicos, como son revisiones, cambios de elementos, calibraciones de útiles y herramientas, formas de actuación en determinadas circunstancias, etc.

Los procedimientos de gestión están relacionados con la organización del departamento: flujo de órdenes de trabajo, definición de funciones en el departamento, procedimientos para efectuar compras, para validar materiales, etc.

Estos procedimientos suelen tener, al menos los siguientes apartados:

1. Objeto
2. Alcance.
3. Responsabilidades.
4. Definiciones.
5. Requisitos de seguridad y medio ambiente.
6. Herramientas, materiales y repuestos necesarios.
7. Desarrollo.
8. Inspecciones y pruebas.
9. Registros.

8.6.3 PLAN DE CALIBRACION

Contempla todos los útiles de medida que utiliza mantenimiento, y cuyo empleo condiciona decisiones posteriores. El plan de calibración debe contener una lista de útiles y elementos de medida, junto a rangos de medición y periodo de validez de la calibración. Es conveniente que figure también el organismo que se encarga de la calibración (si es la propia empresa, o se envía

a alguna empresa o institución externa) y que herramienta se utiliza como patrón para realizar la calibración.

8.6.4 PLAN DE CALIDAD

Los departamentos de mantenimiento de determinadas empresas pueden requerir un plan de calidad, que es un documento macro en el que se describen directivas amplias que no entran en el detalle de cómo hacer las cosas, en el mismo se describen los aspectos significativos relacionados con el mantenimiento y con la forma de asegurar la calidad de servicio: organigrama del departamento, funciones y responsabilidades de cada uno, procedimientos que se emplean indicadores de gestión, valores de referencia de estos indicadores y objetivos que se fija el departamento.

8. CONTROL DE RIESGOS

Un riesgo es la probabilidad de que suceda o no un daño. La condición que causa heridas o muerte, pérdida de equipos o propiedades, o deterioro ambiental, es la contingencia de un daño. Se lo interpreta como la combinación entre la probabilidad (o frecuencia de ocurrencia) y las consecuencias (severidad) de un peligro. $\text{Riesgo (consecuencias/ tiempo)} = \text{Probabilidad (eventos sobre tiempo)} \times \text{Consecuencias (consecuencias/ evento)}$. Se limita su alcance a un ambiente específico y durante un período de tiempo determinado.

Un accidente es un suceso eventual, inesperado, que ha ocurrido. Un accidente puede clasificarse como:

- Catastrófico: Cualquier evento que pueda causar muertes, o accidentes incapacitantes, o la pérdida del sistema.
- Crítico: Cualquier evento que produzca daños severos, o pérdida de la misión del sistema, o pérdidas monetarias elevadas.
- Menor: Cualquier evento que cause daños menores a personas o equipos, pero que no impliquen un impacto importante en la misión del sistema.
- Insignificante: Cualquier evento que no produzca daños personales, ni a los equipos productivos, y que no afecte la misión del sistema.

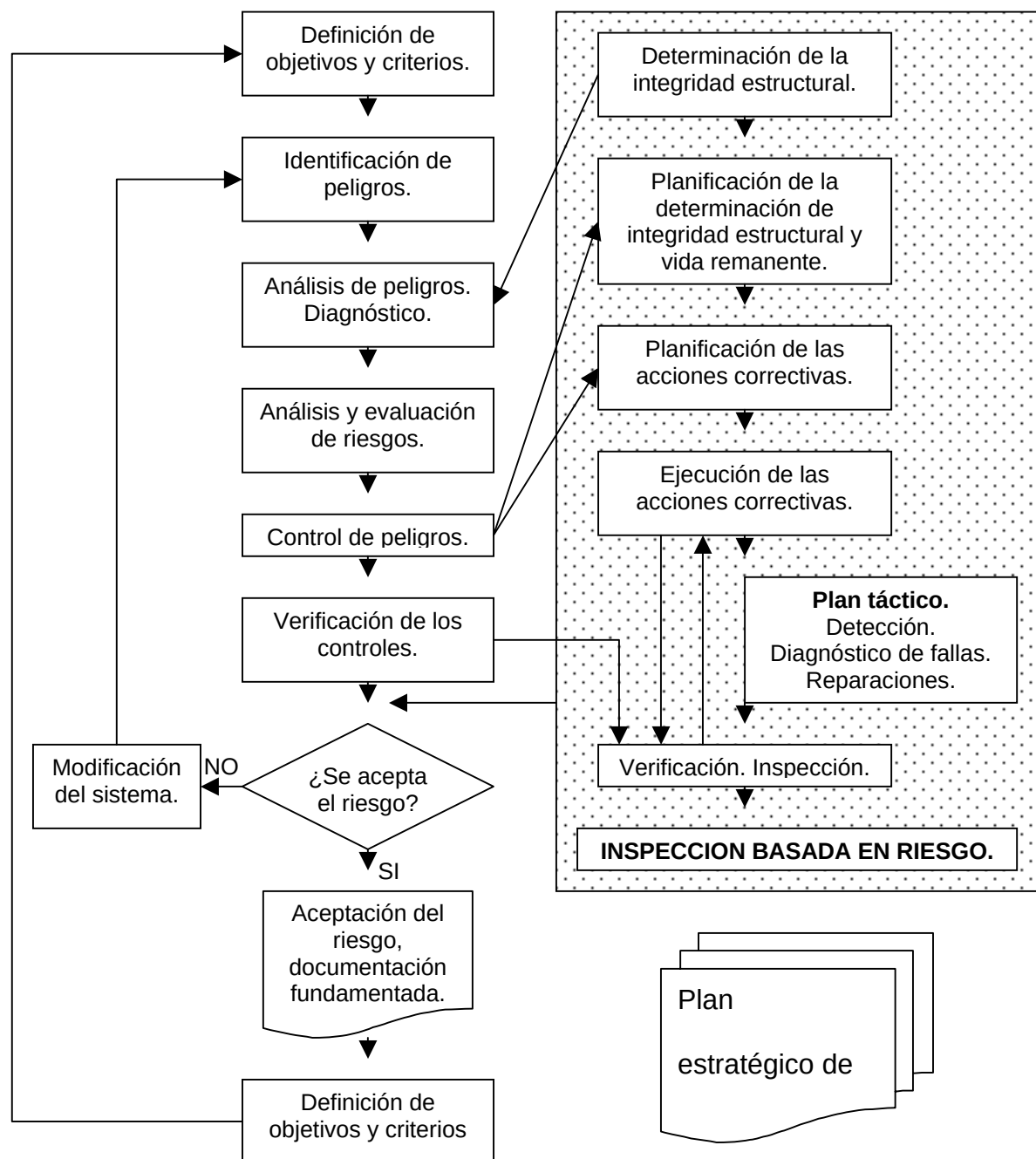
Un sistema de identificación de riesgos es una aproximación a la gestión de sistemas industriales basada en la identificación y control de aquellos eventos peligrosos que tienen el potencial de causar cambios no deseados con consecuencias catastróficas. Constituye una herramienta para la toma de decisiones, orientada a prevenir o minimizar los riesgos, y lograr una operación segura de las plantas industriales basada en la seguridad, confiabilidad y rentabilidad.

Con la implementación del sistema se tiene una metodología de trabajo que permite una utilización racional de los recursos, minimizándose el riesgo en el cual se materializan las consecuencias humanas, ambientales, sociales y tecnológicas indeseables.

El manejo de riesgos es un enfoque sistemático para definir el sistema; identificar y evaluar riesgos; asegurar que a priori el riesgo sea menor que el nivel máximo de riesgo aceptable (nivel de riesgo seguro); determinar acciones correctivas; justificar económicamente las acciones correctivas; eliminar o controlar peligros; verificar que los controles son adecuados y están correctamente implementados; aceptar el riesgo residual y documentar las acciones realizadas.

9. IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIESGOS

La Fig. 2 presenta el procedimiento para desarrollar un sistema de control de riesgos.



El primer paso consiste en definir los objetivos. Esto incluye definir el alcance o nivel de protección deseada y su costo: ¿La seguridad actual es suficientemente segura? ¿Qué constituye un accidente catastrófico? ¿Qué constituye un accidente crítico? ¿Es aceptable el costo para prevenir los accidentes? Los siguientes ítems detallan las acciones a realizar:

- Definición de objetivos y criterios.
- Definición de la política de la empresa.
- Definiciones.
- Administración y organización.

- Normas nacionales e internacionales aplicables: API Publication 581, Base Resource Document on Risk-Based Inspection; API 750, Management of Process Hazards; Process Safety Management (OSHA 29 CFR 1910.119).
- Descripción del sistema
- Información pertinente a los productos químicos altamente peligrosos involucrados en el proceso.
- Información relativa a la tecnología del proceso.
- Información concerniente a los equipos en proceso.

10. ANALISIS DE RIESGO

El análisis de riesgo debe ser apropiado a la complejidad del proceso y debe identificar, evaluar y controlar los riesgos involucrados en los procesos. Se pueden emplear los siguientes métodos que son apropiados para determinar y evaluar los peligros del proceso: What-If; Checklist; What-If/Checklist; Hazard and Operability Study (HAZOP); Failure Mode and Effects Analysis (FMEA); Fault Tree Analysis; o Metodología equivalente.

En cuanto a la identificación de peligros, para elaborar los escenarios de riesgo se debe confeccionar la lista preliminar de peligros, PHL (Preliminar Hazard List), realizando:

- Visita del sitio.
- Entrevistas con el personal.
- Panel de especialistas con experiencia en ingeniería y procesos. Uno de los integrantes debe tener experiencia en el proceso específico, otros en los campos mecánico, de materiales, eléctrico; mientras que otro miembro del panel debe actuar como facilitador o líder, conociendo la metodología del análisis de riesgo.
- Análisis y comparación con sistemas similares.
- Identificación de los códigos, las normas y las regulaciones.
- Revisión de la información técnica.
- Análisis de las fuentes de energía.

11. ANALISIS DE PELIGROS

El análisis de los peligros es una técnica para estudiar las relaciones causa-efecto vinculadas con los peligros potenciales asociados con el sistema. Se determinan las consecuencias asociadas con el escenario de riesgo. Se debe determinar cuales peligros son catastróficos, críticos, menores o despreciables, de acuerdo con las definiciones oportunamente adoptadas. La metodología general es la siguiente:

- Evaluación de riesgos. Para cada escenario peligroso con consecuencias conocidas se debe evaluar la probabilidad de que ocurra el accidente.
- Priorización de los riesgos. Elaboración de un ranking con los riesgos que deben ser controlados y los que no resultan tan necesarios.
- Justificación económica de las acciones correctivas. En cuanto al control de los peligros, dentro de las acciones correctivas se pueden mencionar las siguientes:

-Acciones tecnológicas: Modificaciones, recambios, hardware; Determinación de la integridad estructural; y determinación de la vida remanente.

-Acciones de gestión (organización): Accidentes, notificación de fallas y el sistema correctivo; planes de contingencia; salud ocupacional; protección del medio ambiente; y control de contratistas y subcontratistas.

-Entrenamiento personal.

-Verificación de los controles. Inspección.

-Aceptación de riesgos.

-Revisiones periódicas de la seguridad del sistema.

-Desarrollo del plan estratégico de control de gestión de riesgos.

12. METODOLOGÍAS ESPECIFICAS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS

El HAZOP es una metodología basada en seguridad para identificar peligros e ineficiencias de un sistema. Los pasos a seguir para aplicarla son los que se detallan a continuación:

- Definir el sistema, dividiéndolo en “nodos”.
- Disponer de la información sobre el sistema, planos, diagramas, historial, etc.
- Se sigue el procedimiento AOSPP con la lista de palabras guía, se comienza por la línea de alimentación de un nodo.
- Se selecciona una desviación.
- ¿Es posible tal desviación? Causas.
- ¿Cuáles son sus efectos?
- ¿Qué tipo o causa de desviación es? Le concierne a Mantenimiento, Operación, Seguridad, o es Ambiental.
- ¿Qué salvaguardas se han tomado?. Estado actual de la seguridad en el nodo. Ejemplos: inspecciones periódicas, controles por procedimientos, válvulas de alivio, etc.
- ¿Es peligrosa o es causa de ineficiencias?. Nivel de riesgo actual.
- ¿Qué cambios pueden evitar que se produzca la desviación?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo si se efectúa el cambio?
- ¿El costo es justificado?
- Recomendaciones. Se recomienda el cambio.
- ¿Cuál es el status? Cerrado (realizado) o Abierto (en vías de diseño, ejecución, etc.).
- Documentar los resultados.