



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**“MODELO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN
MAQUINARIA DE PROCESOS, SERVICIOS INDUSTRIALES Y
PROYECTOS DE INVERSIÓN EN FABRICAS PARA
ALIMENTOS Y BEBIDAS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

JUAN CARLOS MORALES CAPETILLO

DIRECTOR DE TESIS:

MTRO. JUAN GASTALDI PÉREZ

Septiembre de 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

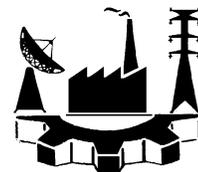
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a Dios, por la oportunidad que me dio de tener y disfrutar a mis padres Juan y Ana María, quienes siempre pusieron en mis manos y las de mis hermanos, cuanto tuvieron para nuestra educación y bienestar. A mi esposa María del Carmen, a mis hijos Karen Alejandra y Juan Carlos porque me han entregado más felicidad de la que merezco. A mis hermanos, Martha, Genoveva, María Candelaria, Roberto y Juan, porque siempre me han ayudado en éste camino de la vida y a todos mis familiares y amigos que siempre han estado ahí para tenderme la mano cuando ha sido necesario. Un enorme agradecimiento al Ingeniero Juan Gastaldi Pérez, mi director de Tesis, por su guía, comprensión y ayuda para la realización de éste trabajo, que deseo dedicar especialmente y con todo respeto, al finado Ingeniero Juan Ramón Mejía Roldán.

Mi sincero agradecimiento y reconocimiento por su profesionalismo y tiempo dedicados en la revisión, análisis, correcciones y recomendaciones a los siguientes Ingenieros:

- Francisco Raúl Ortiz González
- Mario León López
- Christian Pimentel Piedrabuena
- Adrián Paredes Romero



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	---

CAPÍTULO I

GESTIÓN TÉCNICA EN FÁBRICAS

I.1	Indicadores de operación técnica	5
I.2	Requisitos básicos para la gestión de mantenimiento	14
I.3	Capacitación y adiestramiento para el personal de mantenimiento	54
I.4	Proyectos de inversión	63
I.5	Políticas para la contratación de obras y trabajos de emergencia	72
I.6	Documentación de ingeniería	74

CAPÍTULO II

SERVICIOS INDUSTRIALES Y MANEJO DE ENERGÍA

II.1	Electricidad	76
II.2	Sistemas de refrigeración por amoníaco	83
II.3	Generación de vapor	89
II.4	Aire comprimido	92
II.5	Agua	94
II.6	Mantenimiento a edificios	97

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS, INSTRUMENTACIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

III.1	Mantenimiento a maquinaria para procesos	100
III.2	Instrumentación	103
III.3	Seguridad alimentaria	104

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN, APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN

IV.1	Evaluación	113
IV.2	Aplicación	114
IV.3	Interpretación	115

CONCLUSIONES	118
---------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	119
---------------------	-----

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas y grupos industriales, buscan trabajar de manera estructurada y alineada para lograr y sostener en el tiempo, el mayor beneficio posible para el negocio y mantenerse en condiciones financieras saludables, para lo cual; buscarán obtener siempre, los menores costos posibles de transformación.

Cuando se comienzan a analizar de manera detallada y disciplinada los gastos que integran el costo total de transformación en fábricas, podemos percatarnos casi de inmediato, de que uno de los rubros más importantes corresponde al mantenimiento, en el cual; normalmente se incluyen los gastos por refacciones para maquinaria, servicios industriales, servicios con terceros, sueldos del personal y mantenimiento a edificios.

Desafortunadamente para los sistemas y entidades productivas, los gerentes de fábricas, frecuentemente caen en el error de restringir el gasto para mantenimiento, para lograr sus objetivos a corto plazo, sin importarles en cierto modo, las consecuencias que traerán en el mediano y largo plazo. De ahí, la importancia de contar, con personal que posea el conocimiento necesario para desarrollar una gestión adecuada, tanto para el mantenimiento como para el planteamiento y desarrollo de Proyectos de Inversión rentables.

El modelo que propongo para la gestión, para el mantenimiento en maquinaria de procesos, servicios industriales y proyectos de inversión en fábricas para alimentos y bebidas, está basado en la necesidad de contribuir de manera efectiva con una gestión adecuada para garantizar tanto un costo de transformación rentable, como un crecimiento y desarrollo continuo para el personal del área técnica.

Desde la aplicación más antigua que podamos concebir para el mantenimiento y proyectos hasta nuestros días, los resultados han dependido siempre del conocimiento,

dedicación, disciplina y amor al trabajo que pongamos en el desarrollo de nuestra función.

Aquel mantenimiento que no permite interrupciones de los procesos, que no deja manchado el piso ó la maquinaria después de intervenirla, que no se da a notar por que el personal técnico corre por todos lados de falla en falla, que se desarrolla en horarios que no afectan las actividades de los demás, que no accidenta al personal ni a la maquinaria, ni a las instalaciones, es ese el mantenimiento que debemos lograr.

Aquellos proyectos que nacen y se proponen con la participación del personal de Fábrica, que se desarrollan con calidad y oportunidad y que se ponen en marcha con la participación de quienes vivirán todos los días con ellos, esos son los proyectos que debemos encontrar. No es tarea fácil, sin embargo; el reto valdrá la pena.

El objetivo general del presente trabajo es proporcionar a través de éste modelo, una herramienta confiable, que nos permita visualizar una gestión integral para el mantenimiento y los proyectos en fábricas.

Como herramienta de Gestión, debe ayudar a asegurar que evitemos accidentes en Fábricas, mantengamos las instalaciones y maquinaria en óptimo estado y logremos un crecimiento sostenido, tanto para el personal técnico, como para la Entidad Productiva.

Los ingenieros recién egresados, que comenzamos a trabajar en la Industria en las áreas de mantenimiento y proyectos, vamos adquiriendo experiencia poco a poco en el trabajo del día a día y también en la medida que la empresa ó empresas para las cuales trabajamos, se preocupan de acuerdo a sus políticas, filosofía, misión y valores; del desarrollo del personal y de generar un crecimiento sostenido.

El presente trabajo, muestra de modo genérico, explicaciones conceptuales para cada uno de los elementos, para los cuales considero, deberá ponerse especial atención para el desarrollo de una gestión exitosa.

La hipótesis para la elaboración del modelo, es la siguiente: “Cuando el personal técnico a cargo del mantenimiento y proyectos en fábricas, cuenta con un guía ordenada que describa el deber ser, en cada uno de los apartados propuestos, el resultado de la gestión que normalmente mostramos, mejorará de manera sustancial y comprobable”.

El reto en la elaboración del modelo, será Integrar una guía ordenada para el cumplimiento de los diferentes requerimientos, esquema y marcos legales que debe cumplir una entidad productiva. Por ésta razón, el modelo propuesto deberá incluir en primera instancia, requerimientos oficiales descritos en las Normas Oficiales Mexicanas de nuestro país, más adelante las políticas internas de la entidad productiva ó grupo industrial. También aquellos lineamientos que no sólo se refieren a una adecuada utilización de energía, sino también, a la utilización rentable de nuevas tecnologías “verdes”. Si la empresa para la que trabajamos, ha ingresado a algún proceso de certificación bajo los estándares de la “Iniciativa Mundial de Seguridad Alimentaria” (*Global Food Safety Initiative, GFSI*), podremos tener la certeza de que el cumplimiento a las recomendaciones que planteo en el documento, serán de gran ayuda para cumplir el Estándar que se halla seleccionado.

En el Capítulo I, “GESTIÓN TÉCNICA EN FÁBRICAS”, se describen los apartados en los que corresponden como gestión, a la persona con mayor jerarquía y experiencia. En términos reales, con respecto a los nombramientos utilizados en fábricas, puede ser el gerente de mantenimiento, jefe de mantenimiento ó superintendente de mantenimiento. Ahí mismo, se describen los conceptos más importantes para el desarrollo de la gestión técnica en fábrica ya que se incluye en los apartados, ejercicio

y control del gasto, programas de mantenimiento, elaboración de propuestas de inversión rentables y se encamina de ser necesario hacia la renovación de equipos, también se analizan los incrementos de capacidad en los servicios industriales y equipos para procesos.

En el Capítulo II, “SERVICIOS INDUSTRIALES Y MANEJO DE ENERGÍA”, se definen y describen los apartados para los que normalmente encontraremos en fábrica a cargo a un jefe ó supervisor de mantenimiento en caso de tratarse de una entidad productiva pequeña. Sin embargo, sea pequeña o grande la entidad, se tendrán excelentes resultados siguiendo el Modelo. Se resalta el modo genérico de los sistemas para manejo de energía eléctrica, refrigeración, aire comprimido, explotación, potabilización y manejo de aguas residuales, edificios, jardines, patios de maniobras y áreas comunes de fábrica, sin embargo; también se hace hincapié en los cuidados especiales que se deben tomar en consideración para las fábricas de alimentos y bebidas para cada caso particular.

En el Capítulo III, “MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS, INSTRUMENTACIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA” agrupé la instrumentación, control de procesos en fábrica y de la mano, la seguridad alimentaria que depende absolutamente de la calidad de atención que se les preste a los instrumentos de medición y calibración, que a final de cuentas, son quienes garantizan un adecuado control en los procesos de fabricación.

En el Capítulo IV, “EVALUACIÓN, APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN”, encontraremos la explicación del esquema de evaluación para la gestión técnica en fábricas y su aplicación. Utilizarlo de manera transparente, nos permitirá ser objetivos, realistas y efectivos para los planes de acción que de él se derivarán. Asimismo, contar en consecuencia con una perspectiva de mejora continua para ir cumpliendo aquellos puntos que no se lograron en una primera instancia.

CAPÍTULO I

GESTIÓN TÉCNICA EN FÁBRICAS

I.1 Indicadores de operación técnica

Los indicadores de operación técnica son aquellos resultados parciales de gestión que inciden de manera directa en la adecuada operación de una entidad productiva. En ellos, se resume la mayor parte de los esfuerzos realizados en la administración y dirección de personal en el área técnica de fábricas para alimentos y bebidas, relativos a mantenimiento, proyectos y servicios industriales y la certificación de sus procesos. Los indicadores de operación técnica que propongo son los siguientes:

- Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo
- Tiempos de falla acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos
- Análisis de la relación entre mantenimiento preventivo, correctivo y tiempos de paro
- Control del gasto para el presupuesto de mantenimiento
- Evaluación del servicio técnico

Para comenzar a trabajar sobre los indicadores de operación técnica, es importante que enfoquemos los esfuerzos bajo un criterio que nos guíe en el proceder. Por ésta razón quiero hacer referencia a la gráfica genérica en la Figura I.1

La relación que muestra, entre la confiabilidad y el costo para el mantenimiento y su comportamiento, indica que existe un punto de equilibrio en la curva resultante para el costo total “Ct”, que estará en función del “Cc”, costo de mantenimiento correctivo más lucro cesante y “Cp”, costo de mantenimiento correctivo más mantenimiento predictivo.

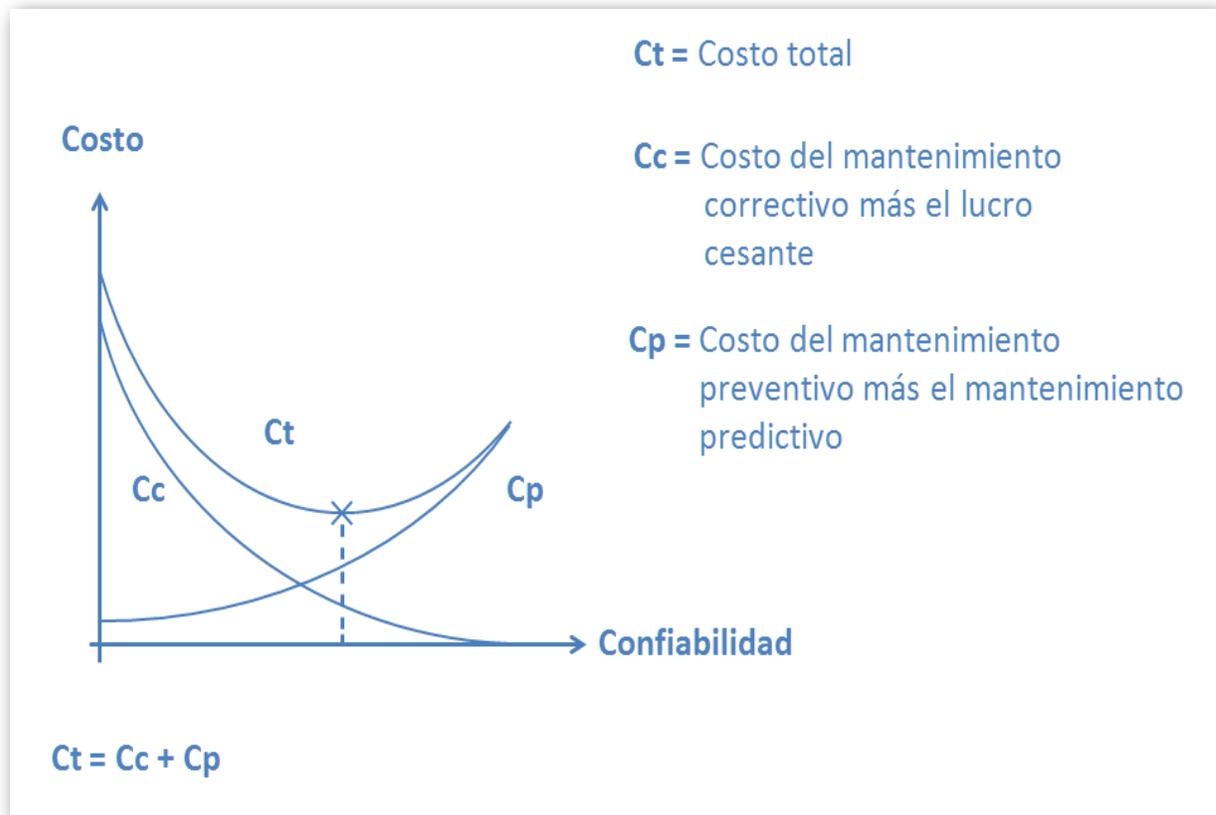


Figura I.1 Gráfica genérica. Comportamiento del costo total del mantenimiento (Ct) en función del costo del mantenimiento correctivo más el lucro cesante (Cc) contra, el costo del mantenimiento preventivo más el mantenimiento predictivo (Cp).

En concreto, cualquier entidad productiva, puede aumentar su confiabilidad incrementando el gasto en mantenimiento preventivo y predictivo. En consecuencia, los paros por fallas y el costo del mantenimiento correctivo disminuirán su valor. Sin embargo, ni los paros pueden obtener un valor de cero de manera indefinida en el tiempo y por otra parte, no se puede gastar de manera desmedida en mantenimientos preventivos y predictivos.

Con éstas premisas en mente, será más fácil encontrar el mejor diseño posible para los programas de mantenimiento preventivo, incluyendo técnicas preventivas para obtener el mejor costo total rentable para el mantenimiento de fábrica.

I.1.1 Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo

Para la evaluación del éste Indicador, partimos del hecho de que existe un programa de mantenimiento preventivo ya establecido. El cumplimiento para las actividades programadas que se incluyen ya sean Inspecciones ó Intervenciones, deberá ser de 100%. La negociación de un incumplimiento para alguna de las actividades programadas, deberá analizarse en particular cada aso que se presente. Por ejemplo: la no disposición de maquinaria ó equipos, por prioridad al cumplimiento del programa de producción. Debe tomarse en cuenta, que si al diseñar el programa de mantenimiento, se consideró un margen de saturación de las capacidades para los equipos de proceso y servicios, no tendría que darse ésta situación. Ahora bien, dependiendo de la frecuencia que estamos analizando, en ocasiones será necesario que solicitemos el adelantar ó retrasar servicios. Por ejemplo: El mantenimiento preventivo anual de una máquina ó equipo para servicios industriales. Si las refacciones ó el proveedor del equipo no cuentan con la disposición en el tiempo exacto que se programó el mantenimiento.

El periodo de tiempo que nos sirva de ajuste para la realización de los mantenimientos preventivos programados, no deberá adelantarse ó atrasarse, en un periodo de tiempo mayor a su frecuencia de aplicación definida.



Figura I.1.1 Gráfica genérica. Porcentaje de cumplimiento para un programa de mantenimiento preventivo contra el tiempo.

Si se cuenta en fábrica con la ventaja y facilidad para utilizar algún programa de cómputo para planificación de recursos empresariales (*Enterprise Resource Planning: ERP*), de los que existen hoy en día en el mercado, como los son por ejemplo: JD Edwards, SAP ó Máximo, se podrá contar con mayor agilidad y certeza en el manejo de información, evitando errores humanos que son propios del manejo de grandes bases de datos. Ahora bien, las bondades que nos otorgan éstos programas de cómputo dependen fundamentalmente de la carga de información en las bases de datos y los criterios que utilicemos para su estructura. Por ésta razón, la recomendación más importante para poder analizar nuestro programa, aún cuando no se cuente con un ERP, es que siempre se cuente con una impresión general del plan de mantenimiento, la cual podemos manejar en hojas de cálculo de excel, donde se muestren todos los equipos de proceso, servicios industriales y edificios de fábrica que incluimos, contra las cincuenta y dos semanas del año. Sólo de ésta manera; podremos tener la certeza de que hemos incluido todos los equipos clave para la operación de fábrica y de hecho, será una herramienta muy útil para los análisis subsecuentes que se irán recomendando.

I.1.2 Tiempos de falla acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos

La probabilidad de que se presenten paros indeseables que interrumpen la operación de la maquinaria para procesos y los equipos para servicios industriales, siempre existirá. Por lo anterior, asumimos en consecuencia, que los “tiempos de falla acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos” tendrán un valor diferente a cero. La recomendación en ese sentido, es que pongamos atención en que aún cuando aceptemos que los paros existirán, no será razón para que los descuidemos y los dejemos sin control. Aún más, éste valor representará en sí mismo, uno de los indicadores de operación técnica para la fábrica.

Para contar con una referencia inicial, podemos tomar 2.5 % del tiempo neto disponible para producir, como el tiempo máximo admisible en un sistema de producción estable.

I.1.3 Relación entre mantenimiento preventivo, correctivo y tiempos de paro

Si el indicador de operación “Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo”, reporta un valor cercano a 100% y para el indicador “Tiempos de falla acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos”, se está reportando un valor bajo, entonces estaríamos ante una concordancia correcta.

En ocasiones, encontraremos que se reporta un valor alto ó cercano a 100%, para el “Cumplimiento de programa de mantenimiento preventivo” y los “Tiempos acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos” en un nivel alto, mayor a 2.5%, con lo que podrían estar pasando dos cosas diferentes:

- a) La primera, podría ser que se estén reportando valores de cumplimiento no reales
- b) La segunda, podría ser que el mantenimiento preventivo que estamos realizando, no sea el adecuado

En cualquiera de los dos casos, no es algo que debamos pasar por alto y en consecuencia, tendremos que darnos a la tarea de definir claramente, ¿cuál es la situación a la que nos estamos enfrentando? para solucionarla adecuadamente.

Si por el contrario, al planteamiento inicial, se nos reportan valores de cumplimiento bajos y tiempos altos por fallas, la concordancia es lógica, sin embargo; la problemática es diferente y la manera de actuar también lo será, ya que estaríamos enfrentando una situación nuevamente con dos opciones:

- a) El programa de mantenimiento no se cumple porque no se dispone de la liberación de los equipos
- b) No se tiene el personal debidamente capacitado ó suficiente para el desarrollo de las actividades programadas

La relación que debemos encontrar es la siguiente:

- Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo, debe ser ALTO
- Tiempos de falla acumulados por paros no programados en maquinaria y equipos, debe ser BAJO

Registrar los valores de los Indicadores, darle seguimiento a su comportamiento individual y en su relación conjunta, es primordial para definir las acciones que en consecuencia deberemos tomar para nuestros planes de acción.

I.1.4 Control del gasto para el presupuesto de mantenimiento

Una de las premisas más importantes para el exitoso desarrollo de nuestra gestión, es entender que somos administradores de recursos materiales y responsables de dirigir al personal para el logro de un objetivo.

El mantenimiento correctivo, preventivo, materiales, refacciones, mano de obra, servicios con terceros, todo esto; tendrá un costo acumulado total, día tras día, semana tras semana, mes tras mes, en acumulados bimestrales, trimestrales, cuatrimestrales, semestrales y un total anual, en los cuales tendremos que irnos midiendo y actuando de manera oportuna.

El gasto que se genere por mantenimiento preventivo siempre deberá ser mayor que el que generemos por reparaciones no programadas ó de emergencia, es decir; mantenimiento correctivo.

Determinar si el nivel de recursos ¿es adecuado o no?, dependerá precisamente de implementar la utilización de los Indicadores, monitorearlos, analizarlos, elaborar planes de acción para correcciones y mejorar paulatinamente la operación de la fábrica.

Si nuestro tiempo de gestión es ocupado mayormente, en atender el programa de mantenimiento preventivo de manera ordenada, analizar las fallas menores que ocurren y mejorar de manera continua las rutinas de mantenimiento y refacciones empleadas, en busca de reducir el gasto total, todo estará bajo control. Sin embargo, si no podemos cumplir el programa de mantenimiento preventivo por estar atendiendo trabajos de mantenimiento correctivo, que por supuesto no están programados y además, estamos destinando el presupuesto a estas reparaciones de emergencia, nuestro presupuesto se saldrá de control.

La gestión adecuada, consiste en determinar el punto de equilibrio entre aplicar un programa de mantenimiento preventivo que disminuya de manera efectiva las fallas en operación y que no sea excesivo impactando a la rentabilidad del negocio.

I.1.5 Evaluación del servicio técnico

En cualquier grupo de personas que trabajen para el logro de un objetivo, normalmente el 20% de ellas, serán las que aporten el 80% de las soluciones para el logro del objetivo. Al mismo tiempo, el 20% de las soluciones definidas e

implementadas por éste 20% del personal, representarán el 80% del total de los resultados del departamento.

Si nosotros deseamos lograr una gestión sobresaliente, entonces debemos buscar que el 100% de los integrantes del equipo, aporten en proporción y esfuerzo a las soluciones que se requieran para el logro de los objetivos del departamento y una adecuada operación de la fábrica.

Normalmente, el personal técnico para supervisión de fábrica, está conformado por Ingenieros. Para la atención de las actividades relativas al mantenimiento preventivo, correctivo, manejo de proyectos y atención de la ingeniería y de su trabajo en equipo, dependerán los resultados del departamento de mantenimiento.

Para monitorear y medir su desempeño, es importante medir y evaluar objetivamente a cada integrante, por los clientes internos de la entidad productiva, que normalmente son los todos los demás departamentos que la conforman. Un ejemplo típico de clientes internos, es decir, departamentos en fábrica, es el siguiente:

- Fabricación (en sus diferentes departamentos)
- Aseguramiento de calidad
- Almacenes de materias primas y producto terminado
- Sistemas (tecnología de la información)
- Administración
- Logística

Un ejemplo común de personal técnico para supervisión en el departamento de mantenimiento, es el siguiente:

- Jefe ó gerente de mantenimiento
- Jefe de área mecánica

- Jefe de área eléctrica, instrumentación y control
- Jefe de servicios industriales
- Jefe de almacén de refacciones técnicas
- Jefe de mantenimiento preventivo
- Dibujante

Puede darse el caso, dependiendo del tamaño de la fábrica, que cada uno de los jefes tenga supervisores en primero, segundo, tercer turno, y sus relevos.

El departamento de mantenimiento, puede estar obteniendo buenos ó malos resultados en términos globales, sin embargo; la recomendación para el manejo de la evaluación y fomentar el trabajo en equipo es el siguiente:

Área de responsabilidad	Nombres	Operaciones10				Producción 70				Calidad 20				Subtotales
		Atención	Servicio	Calidad	Oportunidad	Atención	Servicio	Calidad	Oportunidad	Atención	Servicio	Calidad	Oportunidad	
Proyectos	Jesus Rivas	9	9	9	9	7	7	8	7	8	7	7	7	7.8
Recepción HTST CIP's	Esteban Mares	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.0
Peco Pozo Generadores de Vapor	Efrain Trujillo	9	9	9	9	7	7	7	7	9	9	9	9	8.3
Despaletizado Paletizado Empacado y Transferencia	Israel Duran	8	8	8	8	5	5	5	5	8	8	8	8	7.0
Refrigeración Aire comprimido Edificios	Rafael Barrientos	9	9	9	9	6	5	6	5	9	9	8	8	7.7
Envase	Velentin Parra	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8.7
Preventivo Envase	Juan Carlos Ruiz	8	8	8	8	6	6	7	7	8	8	8	8	7.5
Guardia	Guillermo Ramirez	7	7	7	7	9	9	9	9	8	8	8	8	8.0
Guardia	Francisco Aldaz	7	7	7	7	6	6	6	6	8	8	8	8	7.0
Guardia	Raul Martinez	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	7.7
Guardia	Jorge Luis Ramirez	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	7.7
Mantenimiento y Proyectos	Juan Carlos Morales	9	10	9	9	9	9	10	9	10	9	10	9	9.3
	Subtotales													8.0
Evaluación del Área													8.0	

Tabla I.1.5 Ejemplo genérico. Formato para evaluación semanal del servicio técnico.

Será importante incluir a todos los miembros del equipo técnico, incluyendo al jefe ó gerente del área.

Tal vez en un inicio las evaluaciones y sus resultados, no sean tan buenas u objetivas como esperamos, sin embargo; será cuestión de poner atención en que la herramienta sea utilizada adecuadamente por los clientes internos, de manera constante y con la madurez que se requiere para el caso. El periodo de evaluación que se recomienda es semanal, para que las deficiencias y aciertos sean considerados y evaluados de manera inmediata.

I.2 Requisitos básicos para la gestión de mantenimiento

I.2.1 Programación del mantenimiento

La programación del mantenimiento en fábrica, deberemos estructurarla de manera ordenada para que incluya el cien por ciento de la maquinaria y equipos para proceso y servicios industriales y al mismo tiempo, se consideren adecuadamente todas las necesidades para servicio y atención, es decir; limpieza, lubricación, reemplazo de elementos de consumo, empaquetaduras, eléctricas, mecánicas, calibración de instrumentos, sensores, procesadores y actuadores.

I.2.1.1 Elaboración de programa de mantenimiento anual “N X 365”

“N X 365”, es una expresión que nace durante el trabajo en el diseño de los programas de mantenimiento. N representa de manera genérica el número de máquinas y equipos instalados en fábrica y 365, representa los días del año.

Diseñar un “Programa de Mantenimiento anual N X 365” no es una tarea fácil de desarrollar que podamos encomendar, al personal con menos experiencia ó como práctica profesional.

La recomendación, es aprovechar la experiencia que exista en el personal que tenemos a cargo y guiarlos con la metodología que propongo, para el logro del objetivo.

Para iniciar, deberemos auxiliarnos de la información que exista y la que no exista, comenzar a generarla tan pronto como nos sea posible ya que de cualquier manera, será necesario que la tengamos a la mano.

Utilizar dibujo con el arreglo general de fábrica para auxiliarnos a visualizar la entidad productiva completa, es una práctica sana que nos permitirá de manera rápida dimensionar el tamaño real. Esto lo podemos hacer con una impresión en papel a escala ó directamente en computadora auxiliándonos con programas computacionales de dibujo como el autocad por ejemplo.

Buscar que se trate de información clara, concreta y amigable es importante, porque no sólo nos servirá a nosotros para el diseño ó rediseño del programa de mantenimiento, sino para capacitaciones y adiestramientos posteriores para el personal.

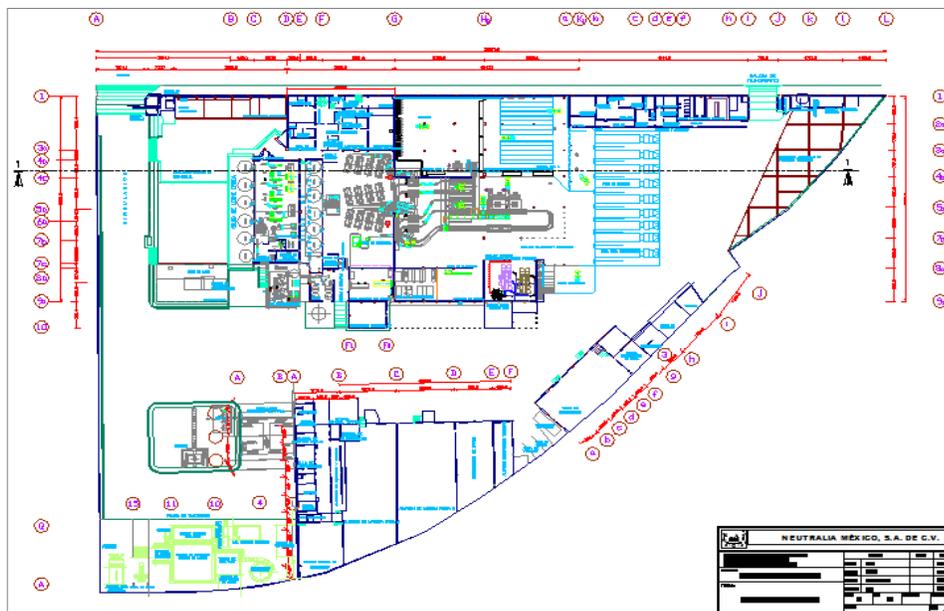


Figura I.2.1.1.a Ejemplo de arreglo general de fábrica.

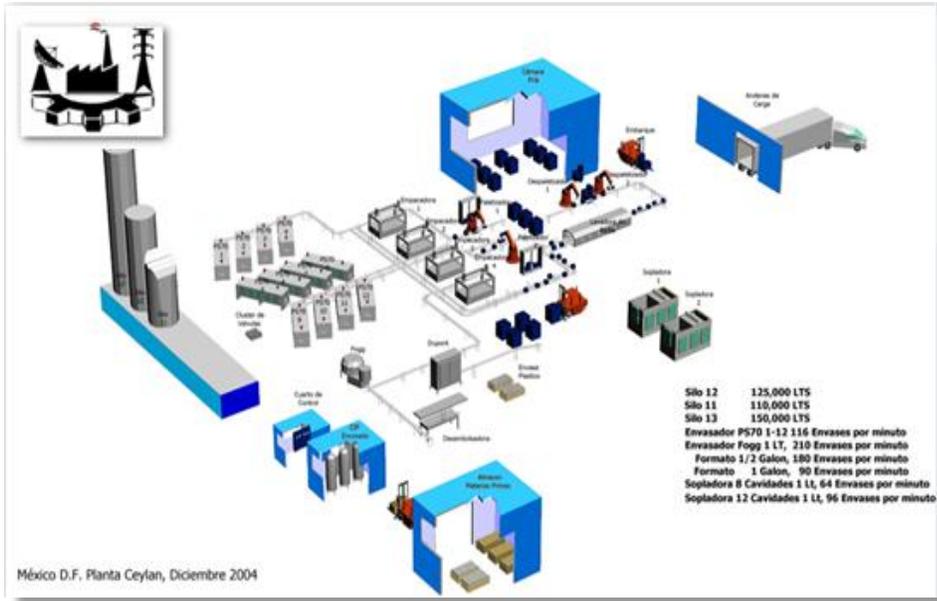


Figura I.2.1.1.b Diagrama de flujo genérico fábrica lechera: envasado, empaçado, cámara fría y andenes de carga.

Dentro de las recomendaciones para el modelo de gestión, propongo la Figura I.2.1.1.c, donde se muestran las proporciones de carga de trabajo, relacionadas con la naturaleza de la fábrica en cuestión, es decir; alimentos y bebidas.



Figura I.2.1.1.c Proporción de carga de trabajo contra las áreas de fábrica.

Al analizar de ésta manera y cotejar contra nuestro propio criterio, nos podremos guiar y decidir por donde empezaremos el diseño del programa de mantenimiento preventivo, es decir; ¿qué área elegimos como la primera en el plan de trabajo?

Comenzaremos entonces con la matriz fundamental N X 365, en la cual deberemos asegurarnos que existe para el N, un listado vertical que incluye todas las áreas de fábrica con su maquinaria contra las 52 semanas del año.

Para el diseño del programa es necesario que desde un principio, identifiquemos cada uno de los equipos, no sólo por su nombre en un listado regular, sino que elaboremos un arreglo que nos permita identificar desde la entidad productiva, hasta las refacciones de la maquinaria y equipos. De ésta manera, podremos manejarlo adecuadamente, ya sea directamente en excel o cargando la información en alguno de los sistemas informáticos ERP.

La manera propuesta para elaborar el listado de equipos de manera ordenada para organizar la información, es a ocho niveles como se describe en la Tabla I.2.1.1.a.

FABRICA	PROCESO	SISTEMA	SUB SISTEMA	EQUIPO	ENSAMBLE	SUB ENSAMBLE	REFACCIONES				
Mexico	HTST	Recibo	Descremadoras	Descremadora 1	Bombeo	Bombas	Impulsor Glándulas Terminales de conexión Empaques de carcasa Pintura				
					Sistema motriz	Motor	Baleros Terminales Pintura				
						Freno	Balata Orings Contactor neumático				
						Transmisión	Platos elásticos Baleros Engrane				
						Carter	Junta Aceite				
					Separador	Bomba de salida	Orings Empaques Impulsor				
						Tazón	Orings Empaque Sellos Platos				
						Sistema de purga	Conexiones neumáticos Tubing Orings Empaques Solenoides				
					Distribución de producto	Líneas de distribución y válvulas	Empaques SMS Empaques de válvula Grasa sanitaria				
					Sistema eléctrico	Gabinete eléctrico	Guarda motor Contactor Botón Relevadores Terminales eléctricas Cinchos (sujeta cables)				
					Instrumentos y dispositivos para seguridad y control	TF					
						TP TT IP					
								Descremadora 2	Agitación		

Tabla I.2.1.1.a Estructura para organización de información a ocho niveles descriptivos, para maquinaria y equipos e instalaciones en fábricas.

Los diferentes procesos que componen la entidad productiva, deberán separarse y definirse en el arreglo a ocho niveles para que la carga de información incluya el total de la maquinaria y equipos.

Dentro de las recomendaciones para iniciar la carga de datos, está el respetar los listados de refacciones de los fabricantes de maquinaria y equipos, cargando las descripciones y números de parte como lo indican sus manuales, aún cuando éstas se encuentren en otro idioma, ya que si comenzamos a mal traducir las descripciones, podemos empezar a generar errores involuntarios y a duplicar información en la base de datos, y en consecuencia, será necesario revisar y asegurar que no existan casos de refacciones que cuenten con dos ó más descripciones.

Si ya en el eje vertical tenemos el listado de identificación a ocho niveles, ahora será necesario definir las frecuencias de atención para cada uno de los equipos y eso es lo que nos dará en términos muy concretos el programa de mantenimiento.

Las frecuencias, las iremos localizando a lo largo del eje horizontal en cada uno de los 365 días del año y ubicándolas en las fechas que les corresponda, de la siguiente manera:

Frecuencia de mantenimiento	Código a emplear
diaria	D
semanal	S
quincenal	Q
mensual	1M
bimestral	2M
trimestral	3M
cuatrimestral	4M
semestral	6M
anual	1A
cada dos años	2A

Tabla I.2.1.1.b Nomenclatura recomendada para indicar las frecuencias de atención a equipos e instalaciones de fábricas en un programa de mantenimiento.

sin embargo; por asegurar la no falla antes de tiempo, el fabricante cambiara piezas antes de su tiempo real de vida útil y la explicación que nos dará seguramente, será relacionada a que bajo las condiciones en las que tenemos operando nuestros equipos, el desgaste es mayor ó se provoca el desgaste prematuro de las partes.

Es por ésta razón, que la recomendación como parte del esquema de gestión es la revisión del diseño ó rediseño de los programas de mantenimiento, tomando en consideración los siguientes elementos y actores que intervendrán:

- Manual de mantenimiento del fabricante ó representante técnico del fabricante
- Responsable de mantenimiento del área donde está instalada la máquina
- Técnico responsable del mantenimiento de la máquina
- Responsable de la programación del mantenimiento preventivo
- Responsable del almacén de refacciones

El ejercicio consiste en analizar las rutinas de mantenimiento propuestas por el fabricante y las refacciones que recomienda para su reemplazo, contra las rutinas de mantenimiento reales y las refacciones que reemplaza el personal técnico de fábrica.

Se deberán considerar todas las rutinas que comprendan los trabajos de atención para el área eléctrica, área mecánica, instrumentación y control y las rutinas que normalmente desarrollan los operadores de los equipos para dar continuidad a la operación de los mismos.

Es en ésta parte, donde deberemos poner especial atención en además de analizar, evaluar las rutinas que son más adecuadas y distinguirlas a través del trabajo en equipo con el personal involucrado, por supuesto basándonos en nuestros conocimientos y experiencias personales.

Cuando efectuemos el análisis, deberemos separar las actividades en dos principales grupos, dependiendo de las frecuencias que se determinen, las altas frecuencias de aplicación, corresponderán a Inspecciones (diarias, semanales y hasta quincenales) y las bajas frecuencias de aplicación, corresponderán a Intervenciones (1M, 2M, 3M, 4M, 6M, 1A y 2A). La razón obedece, a que trabajado en ese sentido podremos definir las inspecciones, para desarrollar un plan de acción que nos permita capacitar y adiestrar al personal de operación en la detección analítica de fallas y la realización del mantenimiento de Inspección. Esto nos permitirá mejor aprovechamiento en la mano de obra y el personal técnico de mantenimiento, se podrá especializar tanto en la ejecución del mantenimiento preventivo de intervención, como en auxiliar a los operadores como especialista en la detección analítica de fallas.

Para que el diseño del programa sea exitoso, deberemos utilizar adecuadamente el manual del fabricante, localizar la información clave de éste, la cual, corresponde precisamente al plano en explosión, donde se pueden apreciar los componentes de la maquinaria y equipos con sus números de parte, de tal manera, que se pueden identificar perfectamente todas las piezas de recambio. También deberemos tomar en consideración la descripción de los servicios de mantenimiento recomendados para cotejarlos con las actividades que normalmente desarrollamos para poderlos complementar y en base a éstos tres elementos comenzar la tarea de describir cuidadosamente las rutinas de inspección e intervención.

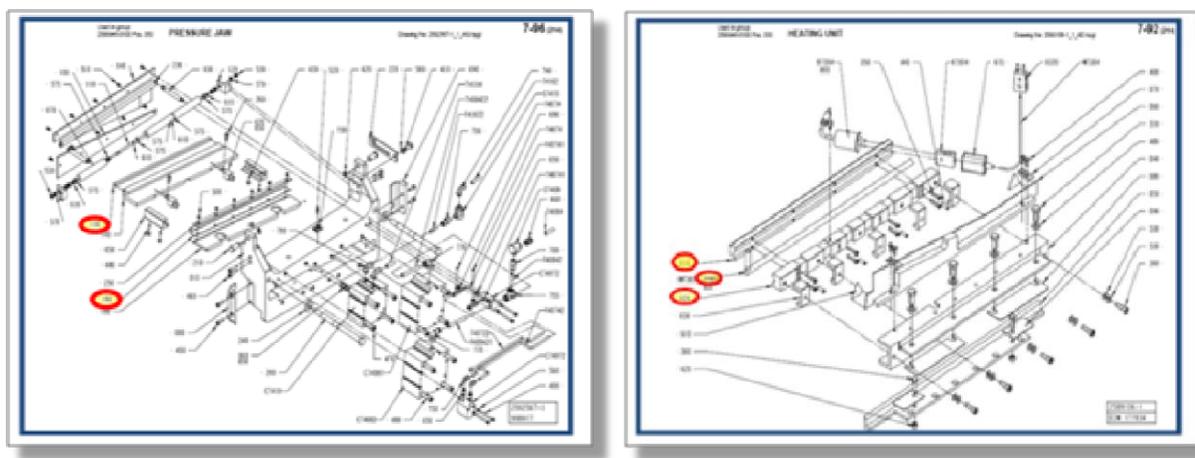


Figura I.2.1.1.d Ejemplo genérico. Dibujos en explosión para maquinaria.

No.	SUB-EMSAMBLE	No. ALMACEN	DESCRIPCION	Cantidad	Volumen	Pagina	ITEM	Frecuencia MP							Tipo de Almacen	
								SEM	M	B	T	C	S	A		
1	Unidad de empalme	3046504	SEALING PLATE 2559986-0000	1		7-92	10	X								Stock
2	Unidad de empalme	3053829	Heating Cartridge, 800V 240V 90459-2843	1		7-92	R7304	X								Stock
3	Unidad de empalme		SEALING PLATE 2559987-0000	1		7-92	20	X								Stock
4	Unidad de empalme	3002857	Knife 1484695-0000	1		7-96	190	X								Stock
5	Unidad de empalme	3051715	DOLLY 2592780-0000	1		7-96	130	X								Stock
6	Unidad de empalme		Sleeve 1512265-0000	1		7-64	20	X								Stock
7	Unidad de empalme		Sleeve 1512266-0000	1		7-64	20	X								Stock
8	Unidad de empalme		Shaft 2656239-0000	1		7-64	40	X								Stock
9	Unidad de empalme	3046504	SEALING PLATE 2559986-0000	1		7-92	10				X					Kit
10	Unidad de empalme	3053829	Heating Cartridge, 800V 240V 90459-2843	1		7-92	R7304				X					Kit
11	Unidad de empalme		SEALING PLATE 2559987-0000	1		7-92	20				X					Kit
12	Unidad de empalme	3051715	DOLLY 2592780-0000	1		7-96	130				X					Kit
13	Unidad de empalme	3002857	Knife 1484695-0000	1		7-96	190				X					Kit
14	Panel neumatico	3024343	Tube 12 mm PA Blue 90166-0068	1		7-158		X								Stock
15	Panel neumatico	3024342	TUBE 8 mm PUR Blue 90166-0194	1		7-158		X								Stock
16	Panel neumatico		HOSE 4/6 PVC Blue 90166-0117	1		7-158		X								Stock

Tabla I.2.1.1.d Tabla para programación de mantenimiento preventivo.

Para todos los mantenimientos definidos como inspecciones, deben describirse las rutinas a desarrollar, haciendo referencia a los materiales de consumo que se deberán emplear y utilizando en la descripción el verbo “asegurar” y evitar especialmente, descripciones que contengan expresiones como “revisión general” ó simplemente “revisión”.

No.	SUB-EMSAMBLE	No. ALMACEN	DESCRIPCION	Cantidad	Volumen	Pagina	ITEM	Frecuencia MP							Tipo de Almacen	
								SEM	M	B	T	C	S	A		
1	Unidad de empalme	3046504	SEALING PLATE 2559986-0000	1		7-92	10	X								Stock
2	Unidad de empalme	3053829	Heating Cartridge, 800V 240V 90459-2843	1		7-92	R7304	X								Stock
3	Unidad de empalme		SEALING PLATE 2559987-0000	1		7-92	20	X								Stock
4	Unidad de empalme	3002857	Knife 1484695-0000	1		7-96	190	X								Stock
5	Unidad de empalme	3051715	DOLLY 2592780-0000	1		7-96	130	X								Stock
6	Unidad de empalme		Sleeve 1512265-0000	1		7-64	20	X								Stock
7	Unidad de empalme		Sleeve 1512266-0000	1		7-64	20	X								Stock
8	Unidad de empalme		Shaft 2656239-0000	1		7-64	40	X								Stock
9	Unidad de empalme	3046504	SEALING PLATE 2559986-0000	1		7-92	10				X					Kit
10	Unidad de empalme	3053829	Heating Cartridge, 800V 240V 90459-2843	1		7-92	R7304				X					Kit
11	Unidad de empalme		SEALING PLATE 2559987-0000	1		7-92	20				X					Kit
12	Unidad de empalme	3051715	DOLLY 2592780-0000	1		7-96	130				X					Kit
13	Unidad de empalme	3002857	Knife 1484695-0000	1		7-96	190				X					Kit
14	Panel neumatico	3024343	Tube 12 mm PA Blue 90166-0068	1		7-158		X								Stock
15	Panel neumatico	3024342	TUBE 8 mm PUR Blue 90166-0194	1		7-158		X								Stock
16	Panel neumatico		HOSE 4/6 PVC Blue 90166-0117	1		7-158		X								Stock

Kit de Intervención	Ensamblés	Sub-ensamblé	Actividad	Código	Descripción	Cantidad	MMI
Bimestral 1	ASU	Unidad de empalme	Cambiar dolly y mordaza de calentamiento	3046504	SEALING PLATE 2559986-0000	1	1,500
				3053829	Heating Cartridge, 800V 240V 90459-2843	1	
					SEALING PLATE 2559987-0000	1	
				3051715	DOLLY 2592780-0000	1	
				3002857	Knife 1484695-0000	1	
				3002857	Knife 1484695-0000	1	
	PLEGADOR FINAL	Cadena de estaciones	Reemplazar bujes, ejes de los rodillos de entrada a la cadena y ejes del rodillo bajador	3002846	Flange Bushing 90240-0263	4	1,000
				3055964	pink, 1498016-0000	1	
		Unidad de sellado de picos	Reemplazar baleros y asegurar buen estado de ejes (Reemplazar si es necesario). Reemplazar bandas en sellado de picos superiores e inferiores, cople (Elemento de desgaste) metálico y piezas de desgaste, y cepillos de cadenas de estaciones	3002847	Flange Bushing 90240-0265	2	5,500
				3002925	Belt 2679673-0000	2	
				3002925	Belt 2679672-0000	1	
				3055965	Radial seal 90459-0137	8	
				3052088	Ball bearing 90214-0225	12	
				3055973	Shaft 262901-0000	4	
				3024643	Retaining 315751-0116	8	
				3018847	Brush 1524530-0000	3	
				3019130	grid element 2528893-0000	2	
				3002926	washer 252892-0000	2	
				3002954	film 2540798-0000	1	
				SUPERESTRUCTURA	Lámpara UV	Reemplazar el film en sensor y lámpara. Reemplazar O-ring's	

Tabla I.2.1.1.e Programación de servicio, descripción de actividades y refacciones necesarias para realizar un mantenimiento determinado.

Para todos los mantenimientos definidos como intervenciones, deberán definirse las refacciones a reemplazar para cada frecuencia.

También será necesario elaborar grupos de refacciones que ya definidas, de acuerdo a su frecuencia, deberemos preparar con anticipación al vencimiento de las fechas programadas para los mantenimientos preventivos.

Normalmente, al paquete de refacciones de frecuencia más alta, se irán adicionando refacciones a medida que se reduce la frecuencia de aplicación.

Una de las principales bondades que nos representará la metodología, es que podremos reducir el número de partes de repuesto almacenadas y su tiempo de estadía. Bastará con que se programa la adquisición de estas, una ó máximo dos semanas antes del vencimiento en el programa de mantenimiento.

Todas las técnicas predictivas que manejemos regularmente, deberán ser incluidas, ya sea en las rutinas de inspecciones ó de intervención, de acuerdo la frecuencia de aplicación que definamos:

- Termografía
- Análisis de vibraciones
- Análisis metalográficos
- Análisis de agua
- Análisis de combustión
- Videgrabaciones para drenajes
- Videgrabaciones para pozos profundos

I.2.1.2 Programa para lubricación de equipos N X 365

Fundamentalmente, existen dos opciones para manejar la lubricación en la maquinaria, equipos e instalaciones. Una es, que durante el diseño y elaboración de los programas de mantenimiento preventivo y se incluyan las actividades correspondientes a lubricación, dentro del programa de mantenimiento y otra, es la opción de planear de maneja independiente las actividades, debiendo ligar en el tiempo para su aplicación por cualesquiera de los dos caminos, ya que no pretenderemos parar dos veces la máquina, para realizar primero el mantenimiento que corresponda y en un momento diferente, de manera posterior, querer realizar el cambio de aceite y filtros por ejemplo.

Lo más importante es que pongamos especial atención en que los lubricantes que se utilicen sean de grado alimenticio preferentemente con aprobación de la “Administración para drogas y alimentos”, de los Estados Unidos de Norteamérica (*Food and Drug Administration: FDA*) y contar con el certificado de inocuidad del fabricante, para que nos asegure, que un contacto accidental menor con su lubricante, no representará daños a la salud y riesgo para la pérdida de inocuidad del producto que procesamos.

I.2.1.3 Programa de mantenimiento anual extraordinario a cinco ó diez años

Como definición y para su más fácil identificación, los mantenimientos extraordinarios ó mayores para maquinaria para proceso, equipos para servicios industriales y edificios, son aquellos cuyas frecuencias de aplicación son mayores a un año y pueden ser del orden de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y hasta 10 años ó más.

Es importante de éste tipo de mantenimientos sean considerados para presupuesto y ejecución ya que de ellos depende el asegurar y alargar las vidas útiles de los activos

figos. De hecho, es una cuestión que comprenden las legislaciones financieras que siguen los administradores de empresas hoy en día en el país.

Ejemplos de mantenimiento preventivo extraordinario ó mayor en maquinaria y equipos:

- Reemplazo de controladores lógicos programables
- Reemplazo de motores
- Reemplazo de cajas de transmisión con engranes
- Reemplazo de elementos mecánicos como rodillos, flechas, etcétera
- Pintura de tanques y silos
- Modificaciones menores en los equipos de proceso y servicios industriales y en general, el reemplazo de alguno de los componentes de maquinaria y equipo

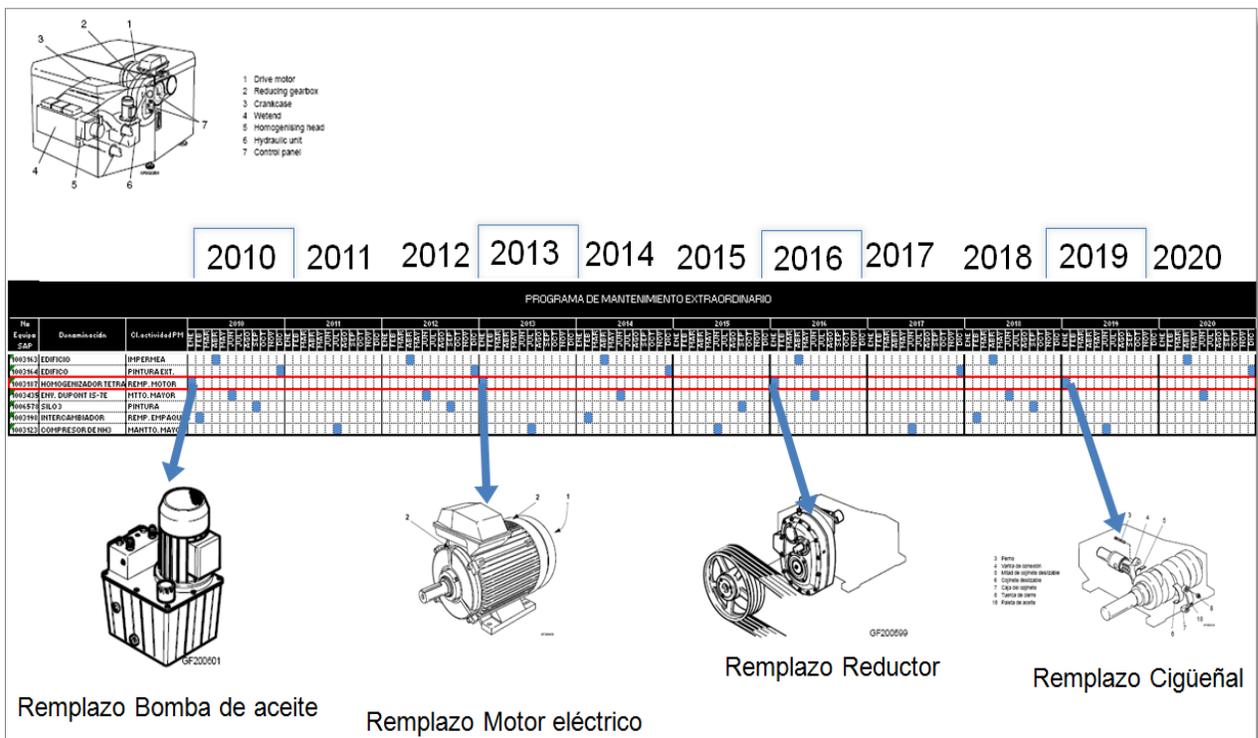


Tabla I.2.1.3 Ejemplo genérico. Programación de mantenimiento extraordinario para una máquina.

Ejemplos de mantenimiento preventivo extraordinario en edificios:

- Impermeabilización
- Pinturas de fachadas
- Reparaciones de paredes y sus recubrimientos
- Reparaciones mayores en drenajes
- Reparaciones mayores en patios de maniobras
- Reparación y reemplazo de pisos
- Reparación y reemplazo de techos
- Reubicación de maquinaria ó alguna línea de proceso
- Remodelaciones menores que no incrementen los metros cuadrados totales de construcción declarada ante las autoridades gubernamentales

Como parte de las recomendaciones del esquema de gestión, es poner especial atención en que el programa de mantenimiento preventivo extraordinario, se genere y se desarrolle, en la medida de las necesidades reales de la fábrica y no por información de valores históricos de gasto.

El utilización del término “mantenimiento extraordinario” no se refiere a un mantenimiento sobresaliente, sino a un concepto fiscal que existe y se denomina de ésta manera, porque al llevarse a cabo se incrementará de manera sustancial la vida útil los activos fijos, podremos realizar una reclasificación del gasto efectuado y depreciarlo no a treinta años pero sí a cinco ó diez años, es decir; manejarlo como Inversión y no como gasto regular, sin embargo; estas cuestiones ya son más del dominio y manejo de los responsables de administración y finanzas en las entidades productivas.

I.2.1.4 Programa de mantenimiento e intervenciones por paro semanal

Normalmente las fábricas, tienden a detener sus procesos productivos, al menos un turno a la semana, ya sea por corte administrativo ó el día de descanso al personal y no pagar tiempo extra. Sea cual sea el caso en particular, es en ese momento, cuando regularmente deberemos aprovechar el paro, para la realización de los mantenimientos preventivos en maquinaria y equipos vitales, que operan durante toda la semana de manera continua.

Los mantenimientos que normalmente puedan tender a atrasarse en su realización, deberán programarse también para su realización durante ese momento de paro en el fin de semana.

Las intervenciones que requieran paros en los servicios industriales, también deberán ser incluidas en éste programa de trabajo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA SÁBADO 11 DE MARZO 2006																																				
Nº.	EQUIPO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DESARROLLO	DÍA																															
					SÁBADO 11	SÁBADO 11	DOMINGO 12	DOMINGO 12																												
PROCESO																																				
1	HOMOGENIZADOR NO. 2	Cambio de retenes	Guillermo Ramírez Z.	Esteban Marco G. Liborio Ribera V.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	VÁLVULAS SILO NO. 13	Cambio de empaques y válvulas de doble asiento	Guillermo Ramírez Z.	Antonio Limón C.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	EQUIPO HTST NO. 2	Cambio de válvulas reguladoras de vapor	Guillermo Ramírez Z.	Esteban Marco G. Liborio Ribera V.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	ÁREA POZO	Cambio de bomba de sistemas de creda	Guillermo Ramírez Z.	Jorge Gachupín M. Luis Alejandro Olguín	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	ÁREA POZO	Identificación de cableado de fros	Guillermo Ramírez Z.	Jorge Gachupín M. Luis Alejandro Olguín	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ENVASADO																																				
6	MADUÑA S120UC	Mantenimiento preventivo	Juan Carlos Ruiz N.	ENVASES ELPOAK	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	CODIFICADORES	Instalación de alarmas	Juan Carlos Ruiz N.	DIAGRAPH	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SERVICIOS																																				
8	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	Continuar instalación de soporte para cambio de torres	Efraín Trujillo	CONSTRUCCIONES Y FABRICACIONES HERMÁNDEZ S.A. DE C.V.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9	PORTÓN DE ENTRADA	Reparar portón de entrada principal	Efraín Trujillo	INGENIEROS ASOCIADOS COPI	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	OFICINAS DE CONTABILIDAD	Continuar con rehabilitación de cañales y puertas de madera	Efraín Trujillo	JM GRUPO CONSTRUCTOR S.A. DE C.V.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	EDIFICIO DE EMPACADO	Continuar con reparación de piso en área de aplicadora de tapa de jago	Efraín Trujillo	NAVHE	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	OFICINA DE COMPRAS	Aplicación de pinturas	Efraín Trujillo	GABAR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
13	INTERCAMBIADOR DE CALOR NO. 2	Cambio de empaques	Rodr Martínez T.	ALFA LAYAL	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
14	INTERCAMBIADOR DE CALOR NO. 2	Despreparación y desmontaje de bridas	Rodr Martínez T.	FRIGODISEÑO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
15	COMPRESOR DE NH3 NO. 3	Recuperación de nivel de aceite	Rodr Martínez T.	FRIGODISEÑO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
EMPACADO																																				
16	POSICIÓN 221	Cambio de rodillos	Jorge Luis Ramírez	Espidion Silva D.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
17	POSICIÓN 110	Cambio de cadena y sufrideras	Jorge Luis Ramírez	José Carlos Galvis	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
18	POSICIÓN 121,122,123,134,135,136	Inspección limpieza y lubricación	Jorge Luis Ramírez	David Guaco Torres	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabla I.2.1.4 Ejemplo genérico. Programación de mantenimiento preventivo fin de semana.

La recomendación para el modelo de gestión, es la de elaborar un programa que incluya y describa todas las actividades que se desarrollarán durante el fin de semana, esto es con el propósito fundamental, de informar a todo el personal de fábrica y de ésta manera, se pueda involucrar y comprometer a los responsables indirectos de ayudar en el desarrollo las actividades programadas y sobre todo, evitar que se tomen decisiones inadecuadas que pongan en riesgo al personal ó a las instalaciones y lograr la realización del cien por ciento de las actividades.

I.2.1.5 Historial de mantenimiento para maquinaria, equipos e instalaciones

Es importante que durante la vida útil de la maquinaria y equipos, llevemos un registro disciplinado de la historia de las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y mantenimientos extraordinarios que en ellos se realicen ya que contribuirán a fundamentar adecuadamente nuestras decisiones e intervenciones. Esta actividad puede realizarse de forma manual ó mediante la ayuda de algún sistema de cómputo especializado.

I.2.2 Elaboración y control de presupuesto

La recomendación para lograr una adecuada preparación del presupuesto general para mantenimiento, es que utilicemos la misma estructura de manejo de información, que definimos para el programa de mantenimiento de fábrica.

Normalmente se generan cinco principales rubros:

- Mano de obra en horas hombre y en costo

- Materiales
- Trabajos con terceros
- Mantenimientos ordinarios
- Mantenimientos extraordinarios

El mantenimiento ordinario, estará integrado por la mano de obra y los materiales. La mano de obra, será cuantificada en sus horas hombre totales requeridas. Los materiales, estarán integrados por las refacciones y materiales de consumo que se requieren para la realización de cada uno de los servicios que integran el programa de mantenimiento preventivo en cada área. Algunos ejemplos de refacciones son los siguientes:

- Refacciones suministradas directamente por los fabricantes de maquinaria y equipos
- Refacciones comerciales como lo pueden ser rodamientos, equipo para control eléctrico, sellos mecánicos, flechas, bujes y empaquetaduras

Algunos ejemplos de materiales de consumo son los siguientes:

- Herramientas de desgaste como brocas, machuelos, cortadores, piedras de desbaste y corte
- Lubricantes
- Desengrasantes
- Pinturas
- Empaquetaduras

Trabajos con terceros: Si se ha gestionado ya la tercería de determinados servicios como lo pueden ser por ejemplo:

- Jardinería

- Limpieza
- Pintura
- Servicio a aires acondicionados
- Albañilería
- Servicios especializados para subestaciones, automatización, termografías, análisis de vibraciones, máquinas herramienta y embobinado de motores

Será importante entonces, que se incluyan de manera ordenada en el programa de mantenimiento preventivo, para poderlos programar y desarrollar los trabajos con oportunidad.

Mantenimientos extraordinarios: Los trabajos que definamos como mantenimiento extraordinario y que sean necesarios para su aplicación dentro del ejercicio, deberemos considerarlos y programarlos adecuadamente dentro de la misma estructura.

CUESTA	DESCRIPCION	MANO DE OBRA		MATERIALES	TRABAJOS	M Y R		TOTAL
		HRS	COSTO			TERCEROS	EXTRAORDINARIO	
CARGO								
1001	Recepción	250	\$49,378	\$445,500	\$24,300	\$379,000		\$898,178
1101	Condensación	4320	\$596,849	\$438,300	\$98,100	\$3,000		\$1,136,249
1102	Precondensación	0		\$195,300	\$147,600	\$570,000		\$912,900
2101	Pulverización	5300	\$500,621	\$481,500	\$135,000	\$170,000		\$1,287,121
3101	Hojalatería	2660	\$251,255	\$299,700	\$241,200	\$0		\$792,155
3102	Hojalatería	1000	\$94,457	\$202,500	\$111,600	\$0		\$408,557
4301	Llen./Emba./105	1170	\$110,515	\$231,300	\$134,100	\$0		\$475,915
4302	Llen./Emba./130	456	\$43,072	\$161,100	\$90,000	\$0		\$294,172
4303	Llen./Emba./130/500gr	450	\$42,506	\$153,000	\$186,300	\$0		\$381,806
4304	Llen./Emba./189	620	\$58,563	\$207,000	\$82,800	\$0		\$348,363
6301	Insp. lechera (CIP)	0	\$0	\$58,500	\$8,100	\$0		\$66,600
7101	Vapor	1689	\$159,538	\$208,800	\$46,800	\$452,000		\$867,138
7201	Refrigeración	624	\$58,941	\$92,700	\$22,500	\$0		\$174,141
7301	Electricidad y P. E.	4163	\$393,224	\$316,800	\$141,300	\$0		\$851,324
7501	Agua	1330	\$125,628	\$67,500	\$24,300	\$494,000		\$711,428
7601	tratamiento de agua	700	\$66,120	\$85,500	\$18,900	\$57,000		\$227,520
7701	Aire comprimido	400	\$37,783	\$67,500	\$18,000	\$60,000		\$183,283
7801	Aire Acondicionado	0	\$0	\$45,000	\$46,800	\$0		\$91,800
8201	Laboratorio	150	\$14,169	\$13,500	\$30,600	\$0		\$58,269
8302	Almacen M. P.	0	\$0	\$0	\$59,400	\$0		\$59,400
8502	Almacen P. T.	0	\$0	\$0	\$47,700	\$0		\$47,700
9201	Gastos comunes	700	\$66,120	\$73,500	\$106,200	\$250,000		\$495,820
9001	Edificio fabricación	40	\$3,778	\$0	\$69,300	\$21,000		\$94,078
9002	Edificio fabricación	40	\$3,778	\$0	\$36,000	\$0		\$39,778
9003	Edificio fabricación	40	\$3,778	\$0	\$33,300	\$0		\$37,078
9004	Edificio técnico	40	\$3,778	\$0	\$15,300	\$0		\$19,078
9005	Edificio administrativo	40	\$3,778	\$0	\$17,100	\$46,000		\$66,878
9006	Edificio	40	\$3,778	\$0	\$3,600	\$0		\$7,378
9007	Edificio almacen p.t.	40	\$3,778	\$0	\$10,800	\$0		\$14,578
9501	Taller/ Eq. inc./A. Ac. 1	480	\$45,339	\$45,000	\$46,800	\$0		\$137,139
9502	almacen tecnico	480	\$45,339	\$40,500	\$26,200	\$20,000		\$132,039
	TOTAL	27222	\$2,785,864	\$3,930,000	\$2,080,000	\$2,522,000		\$11,317,863.57

Tabla I.2.2 Ejemplo genérico. Presupuesto general para mantenimiento de fábrica.

I.2.2.1 Control para el presupuesto de mantenimiento

Controlar el gasto de mantenimiento, es una de las partes más importantes de administración de los recursos y la dirección de personal que estemos desarrollando para una entidad productiva. De ahí la importancia no solo de que elaboremos un adecuado presupuesto, sino que lo utilicemos con responsabilidad y disciplina.

Deberemos estar preparados para manejar adecuadamente los recursos, en caso de presentarse alguna contingencia indeseable y que sepamos tomar la decisión de lo que podemos restringir y postergar sin poner en riesgo la operación, las instalaciones ó al personal.

De un adecuado control en el gasto, dependerá que podamos desarrollar oportunamente todas las actividades que programamos para el ejercicio.

I.2.2.2 Archivos para control de gasto en mantenimiento

Como lo muestran la Tabla I.2.2.2.a y la Figura I.2.2.2, no tenemos porque complicar de manera innecesaria un control que nos permita visualizar en detalle, el área en la cual gastamos el presupuesto mes con mes, semana por semana y de ser posible día tras día.

Monitorear disciplinadamente y rastrear en el sistema administrativo, las variaciones que detectemos será importante, así como actuar en consecuencia para mantener los saldos en equilibrio.

Monterrey Integración y Variación Gastos de Fabricación 2009 - 2010 Miles de Pesos													
Monterrey	AGO 2009	SEP 2009	OCT 2009	Acum. Anterior	AGO 2010	SEP 2010	OCT 2010	Acum. Actual	Variación Mes ant.	% Var Mes ant.	Variación Acum.	% Var. Acum.	
Sueldos y Prestaciones	1,990.0	2,024.9	2,054.2	20,876.3	2,080.8	2,171.3	2,025.7	20,978.1	-145.6	-8.71 %	101.8	0.49 %	
Manto Activos Fijos	160.7	232.3	326.8	2,753.7	282.5	327.7	305.1	3,430.1	-22.6	-8.88 %	676.4	24.56 %	
Manto Maquinaria y Equipo	2,047.8	1,829.4	3,730.1	27,423.2	2,058.4	2,188.6	1,975.9	25,340.6	-212.7	-9.72 %	-2,082.6	-7.59 %	
Combustibles y Lubricantes	168.9	175.6	194.7	1,846.2	132.7	128.0	157.0	1,508.2	29.0	22.65 %	-338.1	-18.31 %	
Luz y Agua	921.0	1,053.2	878.7	8,381.1	1,180.9	1,070.3	970.3	10,463.8	-100.1	-9.35 %	2,082.7	24.85 %	
Teléfono	24.7	23.2	24.0	218.6	24.0	22.5	24.2	218.3	1.8	7.83 %	-0.3	-0.13 %	
Papelaría y Mensajería	36.9	37.4	34.5	408.8	43.1	63.5	36.1	382.0	-27.4	-43.12 %	-26.8	-6.55 %	
Gastos Import/Export	19.9	2.7	6.1	169.7	8.2	6.4	27.0	70.6	20.5	320.15 %	-99.2	-58.43 %	
Honorarios	40.0	32.2	32.2	352.8	42.2	38.4	38.4	478.5	0.0	0.00 %	125.8	35.65 %	
Gastos de Viaje	13.1	4.8	27.8	115.8	3.2	4.7	5.4	110.6	0.7	15.87 %	-5.2	-4.51 %	
Impuestos y Seguros	130.9	131.0	157.2	2,089.4	150.9	348.2	149.5	1,747.1	-198.7	-57.06 %	-342.3	-16.38 %	
Laboratorio	163.0	237.6	162.5	1,626.2	187.4	157.9	188.3	1,868.7	30.4	19.23 %	42.5	2.61 %	
Mermas y Donativos	288.5	366.9	311.2	2,157.5	26.3	20.5	46.5	1,720.6	26.0	127.20 %	-436.9	-20.25 %	
Tarimas Canstillas Inv Obsol.	21.8	14.1	14.1	152.0	9.9	9.9		59.1	-9.9	-100.00 %	-92.8	-61.08 %	
Multas Recargos y No Deduc.	1.7	1.6	1.1	17.6	0.3	0.1	0.3	7.9	0.2	150.00 %	-9.7	-55.07 %	
Material y Servicio de Limpieza	733.2	862.0	745.3	8,116.2	825.4	965.9	783.6	8,211.8	-182.3	-18.87 %	95.6	1.19 %	
Suministros de Manufactura	124.7	93.6	173.7	992.8	43.6	49.1	34.2	554.5	-14.9	-30.26 %	-438.3	-44.15 %	
Varios	243.2	155.7	189.9	1,788.8	32.1	61.6	75.8	710.5	14.2	23.09 %	-1,078.4	-60.28 %	
Resultado	7,130.00	7,288.20	9,044.10	79,486.70	7,131.90	7,634.60	6,843.30	77,661.00	-791.40	-10.36%	-1,625.8	-2.30%	
Depreciación y Amortización	1,855.7	1,856.6	1,856.3	18,293.7	1,380.3	1,908.3	1,908.3	18,938.4	0.1	0.00 %	644.7	3.52 %	
Fletes y Traslados	3,737.6	3,824.2	3,755.2	37,355.6	4,455.6	4,443.7	4,805.6	40,942.0	362.0	8.15 %	3,586.4	9.60 %	
Resultado	5,593.30	5,680.80	5,611.50	55,649.30	5,835.90	6,352.00	6,713.90	59,880.40	362.10	5.70%	4231.1	7.60%	
Total Gastos de Fabricación	12,723.3	12,949.0	14,655.6	135,136.0	12,967.8	13,986.6	13,557.2	137,541.4	-429.3	-3.07 %	2,405.3	1.78 %	
Producciones en KL	22,028.1	21,294.8	21,181.6	203,278.0	20,727.3	20,386.0	19,816.0	196,807.2	-570.0	-2.80 %	-6,870.81	-3.28 %	
Gasto Unitario	0.32	0.34	0.43	0.39	0.34	0.37	0.35	0.40	0.0	-7.79 %	0.00	1.02 %	
Personal operativo	223	225	230	230.0	233	231	228	228.0	-3.0	-1.30 %	-2.00	-0.87 %	
Gasto de fabricación por personal	31.97	32.30	39.32	345.6	30.61	33.05	30.01	340.6	-3.0	-9.19 %	-4.98	-1.44 %	
Precio mensual	Ago	Sep	Oct	Promedio	Ago	Sep	Oct	Promedio	Var. Mes ant.	% Var. Mes ant.	Variación Acum.	% Var. Acum.	
Energía Eléctrica	1.07	1.05	1.09	1.05	1.24	1.23	1.10	1.27	-0.1	-10.30 %	0.21	20.07 %	
Agua Descarga Mpal	3.32	3.33	3.34	3.27	3.52	3.53	3.54	3.46	0.0	0.28 %	0.18	5.63 %	
Diesel	6.90	6.94	6.98	6.79	7.58	7.65	7.72	7.41	0.1	0.92 %	0.62	9.15 %	
Gas Natural M3 Corregidos	2.25	2.13	2.45	2.35	2.72	2.27	2.34	2.56	0.1	3.09 %	0.21	9.08 %	

Tabla I.2.2.2.b Ejemplo genérico. Evolución de gastos para presupuesto general de fábrica.

I.2.3 Herramientas

I.2.3.1 Condición y utilización de maquinas herramienta en taller

De manera general, las maquinas herramienta que más comúnmente encontramos en los talleres de mantenimiento son las siguientes:

- Torno
- Fresadora
- Cepillo
- Taladros de banco
- Sierras de corte para metales
- Esmeriles

Deberá cuidarse que los equipos instalados en el taller, se encuentren en condiciones adecuadas de operación, para que nos sean de utilidad real a la hora que se presente alguna necesidad en la fábrica. Asegurar que el desgaste en sus partes móviles no es crítico y nos permite fabricar las dimensiones que necesitamos en las refacciones.

Los aditamentos y herramientas complementarias, como por ejemplo: llaves de ajuste especiales para fijación de piedras de desbaste, brocas, cortadores y buriles, también deberán estar disponibles y en buenas condiciones.

Vigilar la adecuada limpieza y lubricación de los equipos, durante y después de utilizarlos para evitar accidentes, por las rebabas que se generan durante los maquinados.

Utilización del equipo de seguridad industrial como lo son principalmente: las gafas transparentes, guantes, protección auditiva. Tarimas ergonómicas en el piso para amortiguar el cansancio por largos periodos de tiempo en las máquinas. Contar con una adecuada altura de operación en las máquinas, iluminación y ventilación que nos permitirán utilizar adecuadamente los instrumentos y herramientas de medición, así como la inspección visual de los montajes, desbastes, maquinados y el acabado de las piezas.

I.2.3.2 Herramientas para el taller de máquinas herramienta

Además de las máquinas herramientas, deberemos asegurar que se cuenta en el taller, con equipos de medición para asegurar la calidad de las piezas que fabriquemos.

Las principales herramientas con que debemos contar son las siguientes:

- Calibradores pie de rey mecánicos ó electrónicos graduados en pulgadas y en milésimas de pulgada
- Micrómetros de diferentes mediadas
- Telescopings para interiores y exteriores, diferentes medidas
- Compases para interiores y exteriores
- Medidores de carátula para variaciones en maquinados

Servicios y herramientas que equipan el taller de mantenimiento:

- Baños y vestidores adecuados (suficiente ventilación e iluminación)
- Área de taller (definidas con pisos rasos y preferentemente pintura para tráfico pesado)
- Delimitaciones al piso que permitan identificar áreas de trabajo y de maniobra
- Bancos de trabajo con superficies de placas metálica amplias y llanas con espacios para guardar herramientas y equipo de seguridad personal
- Tornillos de sujeción
- Prensas de sujeción para tubos
- Área de soldadura con cortinas para evitar radiaciones de luz ultravioleta y daños a la vista
- Áreas definidas para máquinas herramienta
- Áreas definidas para equipos de repuesto
- Evitar micro almacenes de refacciones clandestinos adicionales y fuera de control administrativo
- Estantes y casilleros para manejo de materiales diversos
- Prensas de presión para montaje y desmontaje de ensamblajes mecánicos
- Equipo de soldadura y corte con oxígeno – gas acetileno
- Equipo de corte con plasma
- Equipo para soldadura con gas inerte (argón)

- Escaleras
- Elevadores tipo plataforma
- Garzas mecánicas para maniobras
- Esmeril de pedestal
- Taladro de pedestal
- Tarrajas diámetros diversos arriba de tres pulgadas

I.2.3.3 Herramientas de asignación personal

- Llaves españolas estándar y milimétricas
- Llaves mixtas estándar y milimétricas
- Llaves de estrías estándar y milimétricas
- Martillos de metal de diferentes pesos
- Martillos de goma
- Desarmadores planos
- Desarmadores de cruz
- Limas para desbaste
- Limas para acabados
- Llaves ajustables diferentes medidas
- Caja de herramientas
- Machuelos milimétricos diversas medidas abajo de una pulgada
- Machuelos estándar diversas medidas abajo de una pulgada
- Extractores para tornillos diversas medidas abajo de una pulgada
- Tarrajas diámetros abajo de tres pulgadas
- Lámparas portátiles
- Guantes de carnaza
- Botas de seguridad ya sean de casquillo de acero ó dieléctricas
- Gafas transparentes
- Gafas para soldar

- Careta para soldar
- Careta transparente
- Flexómetro
- Escuadra universal doce pulgadas
- Escuadra fija de veinticuatro pulgadas
- Pulidor
- Taladro portátil de media pulgada
- Remachadora para remaches pop
- Multímetros
- Analizadores de energía
- Analizadores de combustión
- Equipos para medición en la calidad del agua

Deberá cuidarse que los técnicos de mantenimiento, tengan como asignación personal suficiente herramienta de uso frecuente. Es importante, que el personal solicite al almacén de refacciones sólo las herramientas demasiado grandes ó muy especiales, para no invertir demasiado tiempo en trámites y autorizaciones internas.

Será conveniente efectuar auditorias aleatorias, tanto a los técnicos como al almacén de refacciones, para asegurar la posesión real y condiciones de las herramientas en asignación personal y aquellas que están bajo resguardo y control del almacén de refacciones.

Para el desempeño de cualquier actividad es importante utilizar las herramientas adecuadas, de esta manera, lograremos trabajos de calidad a la primera.

Para el caso de los Instrumentistas, será necesario considerar el equipamiento con herramientas como las siguientes:

- Computadora Industrial para acceso a los controladores lógicos programables

- Maletín con herramienta especial para instrumentación, que normalmente contienen una gran variedad de desarmadoras, pinzas, imanes, espejos
- Calibradores electrónicos certificados para instrumentos, que nos ayuden con la simulación de señales tanto de voltaje como de corriente y nos permitan confirmar la adecuada operación de los Instrumentos
- Termómetros patrón certificados

Es cierto, que en ocasiones proporcionamos las herramientas adecuadas al personal técnico y éste no las sabe utilizar ó simplemente no desean utilizarlas. Si fuera éste el caso, sería una cuestión que deberemos analizar y dar solución a través de planes estructurados para capacitación y desarrollo del personal.

I.2.3.4 Herramientas para maniobras

Dependiendo normalmente de la experiencia de los jefes a cargo, se guía a que el personal de mantenimiento vaya adquiriendo mayor nivel de conocimientos y experiencia en el desempeño de las actividades como responsabilidad a cargo.

En algunas fábricas, se acostumbra a que el personal de mantenimiento además de cubrir las necesidades básicas de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria de proceso y los equipos para servicios industriales, cumpla también en adición, con trabajos relativos al mantenimiento de edificios como los siguientes:

- Fontanería
- Herrería
- Pintura
- Jardinería
- Albañilería
- Mecánica automotriz
- Atención a montacargas
- Aire acondicionado

- Ventilación
- Mantenimientos mayores y reparación de calderas
- Mantenimientos mayores a subestaciones eléctricas
- Mantenimiento a pozos profundos

Los trabajos relativos a los proyectos de Inversión en fábrica, en ocasiones, son manejados por entidades separadas o por el mismo personal de mantenimiento, de donde se desprende, que se tenga en la plantilla, suficiente mano de obra para atender trabajos de especialidades como pailería, soldadura y maniobras, donde las máquinas y herramientas más comúnmente utilizadas, son las siguientes:

- Dobladoras
- Engargoladoras
- Punteadoras
- Roladoras
- Tortugas para arrastre
- Thirfors
- Garruchas
- Malacates
- Uñas de levante
- Gatos de escalera
- Gatos hidráulicos

I.2.4 Equipo de seguridad personal

El equipo de seguridad personal no es menos importante que las herramientas para desarrollar los trabajos y esto es parte de la cultura que se debe desarrollar y afianzar hoy en día en las empresas.

La responsabilidad en la gestión, incluye que nos aseguremos de que el personal a cargo, utilice y mantenga en condiciones adecuadas su equipo de seguridad personal.

Será importante que de acuerdo a las necesidades específicas de cada entidad productiva, revisemos en detalle la necesidad particular de los equipos de seguridad personal, tanto para la operación cotidiana, como para casos de emergencia. Algunos de los principales ejemplos de equipos y accesorios de seguridad industrial son los siguientes:

- Mascarillas tipo canister
- Equipos de respiración autónomos
- Protectores auditivos ó conchas auditivas
- Trajes encapsulados
- Cascos de materiales aislantes resistentes a impactos
- Botas dieléctricas con casquillos de seguridad reforzados
- Guantes
- Lámpara de baterías
- Ropo de algodón ó mezclilla preferentemente



Figura I.2.4 Ejemplo genérico. Equipo de seguridad personal.

I.2.5 Condiciones generales para el Taller de Mantenimiento

Es importante proporcionar y asegurar que las condiciones de trabajo en el taller de mantenimiento sean adecuadas. Esto nos permitirá el desempeño regular de trabajos de calidad a la primera.

I.2.5.1 Bancos de trabajo en el taller de mantenimiento

Los bancos de trabajo son una pieza fundamental en los talleres de mantenimiento, por ésta razón deberemos poner especial atención en su diseño, para que nos permita un adecuado desarrollo de las actividades de taller como lo pueden ser: la reparación de motores, bombas, ensambles de máquinas, y en ocasiones piezas delicadas.



Figura I.2.5.1 Banco de trabajo para taller de mantenimiento industrial.

I.2.5.2 Iluminación en las diferentes áreas de trabajo del taller de mantenimiento

Será conveniente asegurarnos de que el nivel de iluminación en las diferentes áreas que integran el taller de mantenimiento sean las apropiadas para cada labor específica.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y paillería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

Tabla I.2.5.2 Tabla con niveles de iluminación para diferentes áreas de trabajo en talleres de mantenimiento industrial.

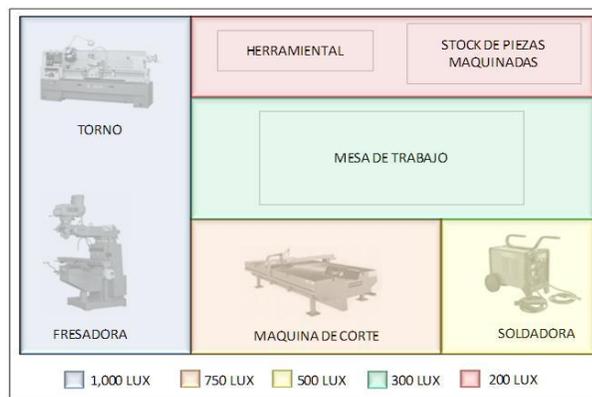


Figura I.2.5.2 Arreglo de taller con sus diferentes niveles de iluminación.

I.2.5.3 Ventilación adecuada en las diferentes áreas del taller de mantenimiento, aplicación de pintura, soldaduras y cortes para metal

Las recomendaciones en éste apartado, se refieren a proporcionar al personal técnico, condiciones de ergonomía adecuadas, con el propósito de evitar riesgos de accidente, daños a la salud y fatiga innecesaria.

En general para los talleres de mantenimiento, será complicado buscar condiciones de aire acondicionado, sin embargo; si podemos buscar y proporcionar

condiciones de ventilación que nos permitan el adecuado desempeño de las actividades durante las 24 horas del día.

Deberemos poner especial atención en que la ventilación que implementemos cumpla con los cambios de aire necesarios incluyendo el desempeño de actividades tales como cortes y soldaduras en metal.

En el caso particular de las soldaduras, también será necesario considerar el uso de biombos, áreas aisladas ó cortinas filtro para rayos ultravioleta.

Para el caso de la aplicación de pintura para equipos de repuesto ó fabricación de partes en Taller, será necesario evitar la concentración de los gases que se generan mediante la utilización preferente, de casetas de pintura con extractores y filtros.

I.2.6 Mano de obra propia y servicios con terceros

Para las recomendaciones en éste apartado tomaremos en consideración los siguientes puntos:

- Análisis de mano de obra disponible vs. mano de obra necesaria para la realización de trabajos que comprenden el programa de mantenimiento preventivo
- Mantenimientos con terceros
- Catálogo de contratistas

I.2.6.1 Análisis de mano de obra disponible, contra la mano de obra necesaria para la realización de los trabajos que comprende el programa de mantenimiento preventivo

Es importante que contemos con el personal suficiente para la adecuada realización del programa de mantenimiento preventivo. Debemos poner especial atención, en que no nos haga falta personal y al mismo tiempo que no se tenga personal en exceso. Esto lo lograremos, determinando el punto de equilibrio en base al porcentaje de utilización de la mano de obra.

Para desarrollar el análisis, tomaremos la base del programa de mantenimiento preventivo que incluye toda la maquinaria, equipos de proceso, servicios industriales y edificios. Cuantificaremos el total de horas que requerimos para el desarrollo de todos los planes de mantenimiento que programamos.

FRECUENCIA MP	LECHE	BEBIDA	SERVICIOS	HRH Utilizadas (total equipos)	Número de eventos por año	HRH total utilizadas
Diario	1.05 HRH			1.00 HRH	365	365.00 HRH
Semanal	44.17 HRH			44.17 HRH	52	2,296.67 HRH
Quincenal						
Mensual	2,296.60 HRH	19.25 HRH		2,315.85 HRH	12	27,790.20 HRH
Bimestral	190.86 HRH	32.44 HRH	8.00 HRH	231.30 HRH	6	1,387.80 HRH
Trimestral	1,247.23 HRH	149.67 HRH	424.05 HRH	1,820.95 HRH	4	7,283.80 HRH
Cuatrimestral	689.75 HRH	54.19 HRH	117.75 HRH	861.69 HRH	3	2,585.07 HRH
Semestral	1,677.92 HRH	374.30 HRH	838.62 HRH	2,890.84 HRH	2	5,781.68 HRH
Anual	4,265.27 HRH	418.34 HRH	3,200.41 HRH	7,884.02 HRH	1	7,884.02 HRH
	10,412.85 HRH	1,048.19 HRH	4,588.83 HRH			55,374.24 HRH

Tabla I.2.6.1.a Tabla resumen que ejemplifica la cuantificación de horas hombre necesarias para la realización de un programa de mantenimiento preventivo.

La Tabla I.2.6.1.a Muestra un ejemplo de resumen, con la sumatoria de todos los tiempos necesarios para desarrollar el programa de mantenimiento preventivo de fábrica, incluyendo, todas las áreas y los servicios industriales en donde normalmente se incluye el mantenimiento a edificios.

Para poder determinar el nivel de utilización de la mano de obra, deberemos cuantificar de acuerdo al número de personas y en un periodo de un año (por cuestiones de base presupuestal) el tiempo total disponible para la realización de los trabajos y lo compararemos contra las horas hombre disponibles totales, en base a la plantilla de mantenimiento.

1. Tiempo Total Necesario para el Programa de Mantenimientos preventivos en Procesos y Servicios			
Frecuencia Mto	HRH Utilizadas (total equipos)	Número de eventos por año	HRH total utilizadas
DIARIO	1.00	365.00	365.00
Semanal	44.17	52.00	2,296.67
Mensual	2,315.85	12.00	27,790.20
Bimestral	231.90	6.00	1,387.80
Trimestral	1,820.95	4.00	7,283.80
Cuatrimestral	861.69	3.00	2,585.07
Semestral	2,890.84	2.00	5,781.68
Anual	7,884.02	1.00	7,884.02
			55,374.24

2. HH Disponibles en base a 34 personas de la plantilla	
Tiempo trabajo de un operador	6 días laborales y 1 de descanso = 7 días
Tiempo total por año	2502.9
Personal Operativo	34
Tiempo Personal Operativo al SSR	34 personas * 2502 HRH = 85097.14 HRH Total por año [31 electromecánicos, 3 instrumentistas]
	85097.14

3. Días Festivos	
	Tiempo Personal Operativo
01-Enero (AÑO NUEVO)	272.00
05-Febrero (Constitución)	272.00
21-Marzo (Nat. Benito Juárez)	272.00
01-Mayo (Día del trabajo)	272.00
16-Septiembre (Independencia México)	272.00
20- Noviembre (Rev. Mexicana)	272.00
25-Diciembre (Navidad)	272.00
	1,904.00

Tiempo Personal Operativo AL AÑO	85,097 HRH	
Días Festivos	1,904 HRH	
VACACIONES	3,264 HRH	380 días
COMIDA	5,202 HRH	0,5 hr/día por operador
Actividades de mejora/Capacitación	4,535 HRH	0,5 hr/día por operador
TIEMPO DE FATIGA	5,202 HRH	0,5 hr/día por operador
Tiempos de administración	3,121 HRH	0,3 hr/día por operador
Paro no programado promedio 2008	250 HRH	
Tiempo Total Disponible	61,619 HRH	
Tiempo Total de MP	55,374 HRH	

% de Utilización	90%
-------------------------	------------

Tabla I.2.6.1.b Tabla resumen que ejemplifica la cuantificación del tiempo neto disponible en una plantilla para trabajo con 34 personas en un año particular.

Como podemos ver en el resultado del ejemplo, obtenemos un noventa por ciento para la utilización de la mano de obra, mismo que será conveniente mantener en ese nivel para poder hacerle frente a los eventos de mantenimiento correctivo, que sin lugar a dudas se presentarán, aunque se mantendrán en un nivel bajo y tenderán a disminuir, en la medida que nuestro programa de mantenimiento preventivo sea efectivo y eso, lo podremos ir evaluando en base a los resultados y sobre todo control de los indicadores de operación técnica.

I.2.6.2 Mantenimientos con terceros

Para confirmar la estrategia que emplearemos con referencia a la utilización de compañías de terceros, que nos proporcionen servicios como lo pueden ser la atención a la iluminación, pintura, herrería, aluminio, drenajes, plomería, obra civil menor, intendencia, maquinados, deberemos tomar en consideración el costo de los servicios de estas compañías, contra el costo que podríamos lograr con la propia plantilla para mantenimiento de fábrica.

En caso de decidir por el mantenimiento con terceros, será conveniente entonces que contemos dentro de nuestra plantilla de supervisores, con personal de experiencia que nos pueda ayudar a garantizar un adecuado desempeño de actividades por parte de los terceros.

I.2.6.3 Catálogo de contratistas

Parte de las herramientas administrativas que se requieren para el manejo de mantenimientos con terceros, es la elaboración, utilización y actualización constante de un catálogo de contratistas, que nos permita visualizar la cartera de opciones para cada necesidad particular y la calidad de su servicio. De ésta manera, podremos incluir no

sólo a las compañías de mantenimiento a edificios, sino a los servicios concernientes a el resto de especialidades que no manejamos en fábrica con nuestra plantilla de mantenimiento.

La Tabla I.2.6.3, muestra un ejemplo, del formato que podemos manejar para nuestro catálogo de proveedores.

Catálogo Proveedores			EVALUACIÓN						
N°	No. SAP	COMPAÑÍA	Experiencia, respaldo y solvencia	Costo	Calidad	Cumplimiento de la orden de trabajo	Cumplimiento de entrega de	Capital Social	PROMEDIO
1	801530	INSTALACIONES TERMICAS IND. S.A. DE C.V.	10	9	9	9	9	9	9.17
2	801197	KNOWLEDGE, AUTOMATION & PROCESS S.A. DE C.V.	8	9	7	8	8	9	8.17
3	806965	INSTRUMENTACION Y ELECTRONICA	10	8	9	8	8	9	8.67
4	802064	METROLOGY SYSTEMS S.A. DE C.V.	10	9	9	10	9	9	9.33
5	803071	INDUSTRIA QUIMICA DEL ISTMO S.A. DE C.V.	10	8	9	8	8	8	8.50
6	802842	ATLAS COPCO MEXICANA S.A. DE C.V.	9	9	9	9	8	9	8.83
7	801843	EQUIPOS Y PARTES PARA COMPRESORES S.A. D	9	9	8	9	8	9	8.67
8	800764	MAYEKAWA DE MEXICO S.A. DE C.V.	10	9	9	9	8	9	9.00
9	801521	COMERCIALIZADORA DE MANGUERAS	9	9	8	8	8	8	8.33
10	801571	ENERTRACK S.A. DE C.V.	10	8	9	9	9	9	9.00
11	401233	ALFREDO AGUILAR	10	8	9	9	9	9	9.00
12	807193	EMCA CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS S.A. DE C.V.	10	6	9	9	9	9	8.67
13	801042	REP.DE MOTORES Y MANTENIMIENTO IND (MARKA)	9	9	9	8	8	9	8.67
14	400844	MARIO ALBERTO REYES GONZALEZ (EMBOBINADO REYES)	10	9	10	10	10	10	9.83
15	808736	ELECTROMOTORES Y DEVANADOS OSMAR S.A. DE C.V.	10	8	9	8	9	8	8.67
16	801648	ELASTO EMPAK DE MONTERREY S.A. DE C.V.	9	9	9	9	9	8	8.83
17	800946	RYBSA DEL NORTE S.A. DEC.V.	9	9	8	8	5	10	8.17
18	802879	GRUPO NABAR DEL NORTE S.A. DE C.V.	9	5	9	8	9	9	8.17
19	801565	SERVICIO INTEGRAL DE BOMBEO S.A. DE C.V.	9.5	9	8.5	9	8	9	8.83
20	300123	CANNON CONVEYOR SYSTEMS	9	9	8	8	9	9	8.67
21	808428	RENDON HERNANDEZ SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V.	10	9	9	9	9	9	9.17
22	800333	GRAINGER S.A. DE C.V.	10	8	9	9	8	9	8.83
23	801512	FERRETERIA EL CONDOR S.A.	10	9	9	9	9	9	9.17
24	401236	FERRETERIA VISTA HERMOSA (GERARDO CHAPA ZUNIGA)	10	8	9	9	8	9	8.83
25	802001	PROVEEDORA DE EQUIPOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V.	9	7	9	9	8	9	8.50
26	801577	HERRAMENTAL MONTERREY S.A. DE C.V.	10	9	9	9	9	9	9.17
27	801597	GAMATEK S.A. DE C.V.	10	9	9	8	8	9	8.83

Tabla I.2.6.3 Tabla resumen con datos característicos que se pueden incluir en el catálogo de proveedores.

I.2.7 Refacciones técnicas en fábrica

Las recomendaciones relacionadas a las refacciones técnicas en fábrica las describiremos en los siguientes apartados:

- Manejo de almacén de refacciones técnicas

- Refacciones obsoletas

I.2.7.1 Manejo de almacén de refacciones técnicas

El almacén de refacciones técnicas, es uno de los puntos neurálgicos más importantes para el departamento de mantenimiento y la entidad productiva, ya que si cuando personal técnico acuda al almacén de refacciones, no encuentra lo que necesita, no podrá realizar el trabajo de mantenimiento preventivo ó correctivo que pretendía, por lo que de alguna manera, impactará con un paro posterior más prolongado, porque seguramente se acabará adecuando alguna refacción ó implementando una reparación provisional.

La responsabilidad de que en el almacén de refacciones se encuentre lo necesario para la realización oportuna de los mantenimientos preventivos que se deben desarrollar, en base a un programa de mantenimiento preventivo, deberá ser del responsable de mantenimiento en fábrica, obviamente con la autoridad para el manejo de existencias y sus respectivos máximos y mínimos.

Cuando se tiene ésta responsabilidad en las manos, no es conveniente manejar el concepto de “mínimo cero” ya que en ese momento, pierde sentido la administración misma de las refacciones.

Operar el almacén de refacciones en base al programa de mantenimiento preventivo de fábrica, será la estrategia más rentable que podamos seguir, ya que de esa manera, nos evitaremos tener en el almacén, refacciones guardadas por largos periodos de tiempo de manera innecesaria.

Ya que tenemos la certeza de que las refacciones corresponden a los tiempos de aplicación de los mantenimientos, de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo, deberemos asegurarnos también de que las “refacciones críticas ó vitales de fábrica” no sean dadas de baja en ningún momento de crisis” por confundirlas con refacciones de lento movimiento.

Como ejemplo de refacciones críticas para fábricas podemos mencionar los siguientes: Fusibles de potencia para la subestación eléctrica, controladores lógicos programables y tarjetas para los mismos. Refacciones cuyo tiempo de entrega es prolongado y provocará un paro en equipos críticos.

Hace algunos años era aceptable, que depuráramos las refacciones en los almacenes, separando aquellas que tenían más de dos años sin movimiento, sin embargo; al paso del tiempo y en búsqueda de menores niveles de inventario y por supuesto mayor rentabilidad, se cambió ha ido cambiando la estrategia, separando ahora aquellas refacciones que tenían un año sin movimiento. En cualquier caso, el razonamiento siempre es en el sentido de que las refacciones que se tengan sean las necesarias, pero sin sobre inventariarse.

Lo más sano, es que podamos medir que las refacciones no pasen en el almacén más de seis meses y de ser posible, periodos mucho más cortos. De hecho, ya con la programación adecuada de los mantenimientos, las refacciones particulares deberán programarse para llegar quince días ó sólo una semana antes de su programación para utilizarlas de inmediato.

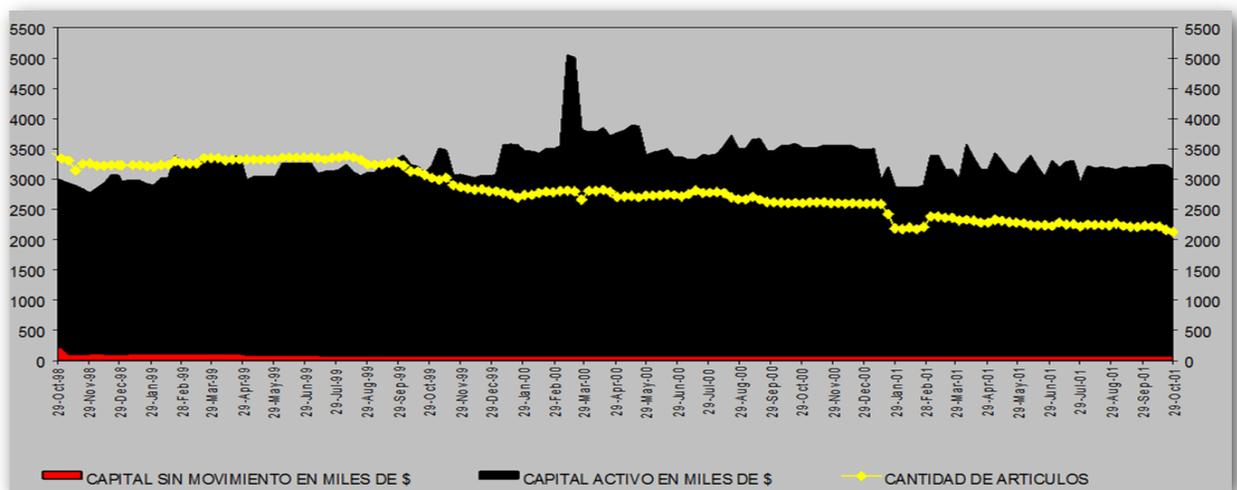


Figura I.2.7.1 Gráfica para monitoreo del numero de refacciones en almacén, costo total de las refacciones y costo de las refacciones vitales.

I.2.7.2 Refacciones obsoletas

No deben existir refacciones obsoletas en ningún almacén técnico de fábrica, sin embargo; en muchas ocasiones la falta de gestión oportuna, provoca que se comiencen a generar y a acumular de manera indebida.

Las principales razones por las que se genera éste problema son las siguientes:

- Una mala codificación en el número de parte, impidió su identificación
- La máquina a la que pertenece se sacó de operación y no sus refacciones
- La refacción, si corresponde a una máquina que está en la fábrica, pero llegó equivocada
- Se compró un elemento muy grande de maquinaria ó para algún equipo, ésta es difícil de reemplazar y aunque se reemplace, éste trabajo no agrega valor a la operación

La recomendación para su manejo, es la identificación de cada refacción para poder decidir su destino, utilizando la siguiente secuencia de pasos para facilitar la labor:

- Describir la refacción de acuerdo a su identificación en base de datos
- Definir la máquina a la que corresponde la refacción, indicando marca y modelo
- Averiguar si la máquina a la que corresponde la refacción, aún está en operación en la fábrica
- Si la máquina está aún instalada, programaremos la instalación de la refacción de acuerdo al programa de mantenimiento en la frecuencia que le corresponda
- Si la máquina a la que pertenece la refacción, ya no está instalada en fábrica y existen fábricas hermanas ó filiales, deberá buscarse su colocación para utilización en ellas

- Si no existen fábricas hermanas ó filiales, ó si ellas no requieren de la refacción, se debe buscar la negociación con el fabricante del equipo para que nos reciba a cambio ó con notas de crédito
- Si todas estas opciones se agotaron, entonces se deberá buscar la opción de destrucción ordenada, involucrando al personal de administración y finanzas para que en ésta gestión, se logre la deducción de impuestos, como mínimo
- El último camino y menos recomendado es su destrucción y venta como chatarra

Como se puede apreciar, debemos agotar todos los recursos que estén a nuestro alcance y desarrollar todas las gestiones que se requieran, para poder limpiar el almacén de refacciones y asegurar que no existan refacciones obsoletas en él.

Material	Texto breve de material	Libre utilización	Valor libre util.	ubica	status	Equipo utilizado	se cuenta con el equipo	Justificación
3026513	Switch de 6-3180-170-532	1	965	C3	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3021826	Spacer 65 6-4722-665-101	3	1,872.00	C4	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3023501	Sello de Piston 6-4722093110	16	3,642.24	C4	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3023503	Anillo Oring 6-4722521401	6	236	C4	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3023505	Anillo Oring 6-4722544101	6	296	C4	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3023506	Anillo 6-4722-117-845	6	294	C4	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3021678	Pressure Ring 64 6-4300-005-030	6	2,592.00	D7	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3023567	Guia 6-4722141810	6	570	D7	obs	HOMOGENIZADOR TETRA ALEX 25		
3001345	Letra o HE-375-000311	4	328	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001371	Stamp 4 HE-375-000323	5	505	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001373	Numero Fasc0 3 HE-375-000322	5	505	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001408	Insert Number 7 HE-375-000326	6	600	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001409	Stamp 5 HE-375-000324	5	512	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001410	Insert Number 9 HE-375-000328	5	520	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001417	Numero Fasc0 6 HE-375-000325	5	512	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001418	Fechador 0 HE-375-000319	5	510	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001419	Numero Fasc0 2 HE-375-000321	5	520	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001420	Insert 1 HE-375-000320	6	688.8	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001421	Insert Number 8 HE-375-000327	4	400	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3001423	Inserto Letra G HE-375-000306	5	500	E2	obs	ENVASADORA PS70		
3008134	Termopar Tipo " J " 3/16 X 3/16	2	270	E7	obs	ENVASADORA PS70		

Tabla I.2.7.2 Ejemplo de listado de refacciones obsoletas por gestionar.

I.2.8 Manejo de activos fijos

Para el manejo de activos fijos, pondremos especial atención en las recomendaciones para los siguientes casos:

- Partes de repuesto, refacciones y gasto contra inversión
- Activos fijos obsoletos y en desuso

I.2.8.1 Partes de repuesto, refacciones y gasto contra inversión

Siempre que estemos desarrollando algún proyecto, será necesario que éste se clasifique dentro de la contabilidad de la empresa como una inversión.

Cuando se trata de la compra de refacciones menores y hasta el nivel de ensamblajes ó componentes para la maquinaria que se tiene instalada, se tratará de un gasto. Sin embargo; en ocasiones al comprar un ensamble de repuesto para alguna máquina ó un subsistema que a su vez, es parte de una máquina ó parte de un equipo para servicios industriales ó equipo de proceso, el costo nos hará dudar si se trata de un gasto ó una inversión.

Area	Activos		Gasto	Tiempo de vida estimado	Costo aproximados	
	Sistema	Equipo	Ensamblajes o Componentes			
	estandarizador de producto	Estandarizador	temporizadores	4 a 6 años	\$ 15,000	
			sensores	4 a 6 años	\$ 10,000	
			relevadores	4 a 6 años	\$ 15,000	
			contactores	4 a 6 años	\$ 75,000	
			microswitches	4 a 6 años	\$ 15,000	
			bombas	4 a 6 años	\$ 100,000	
			tuberías y válvulas	6 a 9 años	\$ 100,000	
			PLC	4 a 6 años	\$ 100,000	
			tarjetas de entradas y salidas	4 a 6 años	\$ 40,000	
		tarjetas analógicas	4 a 6 años	\$ 40,000		
		temporizadores	4 a 6 años	\$ 15,000		
		sensores	4 a 6 años	\$ 10,000		
		relevadores	4 a 6 años	\$ 15,000		
		contactores	4 a 6 años	\$ 75,000		
		microswitches	3 a 5 años	\$ 15,000		
		No break	5 a 7 años	\$ 150,000		
		Sistema CIP para envasadoras, manejo de leche cruda, manejo de leche pasteurizada, equipos de proceso,	Automatizacion	bombas centrifugas	5 a 7 años	\$ 100,000
				tuberías y válvulas	6 a 9 años	\$ 100,000
	tanques hasta 10,000 litros			6 a 8 años	\$ 150,000	
	sistema electrico			4 a 6 años	\$ 100,000	
PLC	4 a 6 años			\$ 100,000		
tarjetas de entradas y salidas	4 a 6 años			\$ 40,000		
tarjetas analógicas	4 a 6 años			\$ 40,000		
temporizadores	4 a 6 años			\$ 15,000		
sensores	4 a 6 años			\$ 10,000		
relevadores	4 a 6 años			\$ 15,000		
contactores	4 a 6 años			\$ 75,000		
microswitches	3 a 5 años			\$ 15,000		
Silos para almacenamiento de leche cruda, leche pasteurizada, preparación de fórmula, aceite, palmoleína, fructosa, azúcar líquida, crema, etc	Silos	agitador	5 a 7 años	\$ 100,000		
		motor	5 a 7 años	\$ 100,000		
	Tanques asepticos	escotilla	6 a 9 años	\$ 40,000		
		válvulas	6 a 9 años	\$ 100,000		
	Cluster de válvulas	bombas	5 a 7 años	\$ 100,000		
		tuberías y válvulas	6 a 9 años	\$ 100,000		
		PLC	4 a 6 años	\$ 100,000		
		tarjetas de entradas y salidas	4 a 6 años	\$ 40,000		
		tarjetas analógicas	4 a 6 años	\$ 40,000		
		temporizadores	4 a 6 años	\$ 15,000		

Tabla I.2.8.1 Ejemplo de clasificación de lo que es gasto y de lo que es inversión.

Hasta el nivel de ensamble ó componente de máquina, se tratará de un gasto sin lugar a dudas, sin embargo; si hemos llegado ya al nivel de control y descripción de maquinaria donde se pueda definir claramente el reemplazo de ensambles en un programa ordenado de mantenimiento extraordinario anual, entonces estaremos en posibilidad también de manejar en la administración, un rubro especial de mantenimiento extraordinario como inversión, ya que estamos contribuyendo a alargar la vida útil de los activos fijos. Si lo manejamos como inversión, la diferencia entre una inversión normal y el mantenimiento extraordinario, será la tasa de depreciación del lote de ensambles ó incluso remodelaciones menores, que deberemos depreciar a menos años. Esto es, si una máquina la depreciamos por ejemplo a veinticinco años, su mantenimiento extraordinario se depreciará a cinco ó siete años, ya que puede tratarse por ejemplo del reemplazo de un motor eléctrico ó cualquier ensamble en particular. Por ejemplo, en el caso de un edificio que se deprecia a cuarenta años, una remodelación menor, la podremos depreciar a cinco u ocho años. Para mayor claridad y certeza, tendremos que tratar cada caso particular con los responsables de administración y finanzas para definir el manejo que la empresa decida.

I.2.8.2 Activos fijos obsoletos y en desuso

Al igual que ocurre con las refacciones obsoletas, aquellos activos fijos que se sacan de operación, en muchas ocasiones, se les deja sin reparar y se comienzan a acumular en almacenes clandestinos la mayor parte de las ocasiones y al paso del tiempo, nos damos cuenta de que existen ya varios equipos ó una gran cantidad de equipos, que han sido acumulados en desuso sin una justificación razonable.

Para gestionar un activo fijo obsoleto ó en desuso las recomendaciones son las siguientes:

- Asegurarnos de que existe una ficha técnica para el equipo en la cual se describen todas sus características técnicas así como su condición de operación y su valor en libros
- Asegurarnos de que dentro de la fábrica no existe utilización posible para el equipo
- Efectuar su desconexión y embalaje ordenado para evitar deterioro
- Sacar del almacén de refacciones las partes de repuesto que le pertenecen y embalarlas con él
- Como en el caso de las refacciones, si se cuenta con fábricas hermanas ó filiales, será conveniente gestionar su transferencia para utilización ó reemplazo por equipos más antiguos de mantenimiento más caro
- Si ya se analizaron todas las opciones anteriores, entonces se deberá buscar ayuda con el área de administración y finanzas para que a través del departamento de compras, nos ayuden a colocar la máquina ó equipo fuera de la entidad con quien resulte el mejor postor

Es importante que revisemos el listado de activos de la compañía para asegurar que los activos fijos que están incluidos, son los que se están depreciando y no estar cargando con la depreciación de activos que ya no procedan.

I.3 Capacitación y adiestramiento para el personal de mantenimiento

I.3.1 Plantilla de personal autorizada contra la plantilla real

Como parte de la gestión será importante analizar la plantilla que tenemos a cargo y redefinir de los perfiles de puesto, de acuerdo a las necesidades reales de la fábrica. Definir en consecuencia, los planes de capacitación y adiestramiento para personal y determinar si es posible su crecimiento ó será necesario su reemplazo por cuestiones

de actitud, también será necesario, ya que ésta gestión quedará fuera del alcance de resultados que podremos obtener a través de la capacitación y el adiestramiento.

La hipótesis que normalmente seguimos es que “si el personal no sabe y quiere hacer las cosas”, entonces lo podremos capacitar y adiestrar pero si el personal “sabe y no quiere”, estaremos ante una cuestión más compleja que dependiendo de nuestras habilidades para dirección de personal, probablemente podremos manejar y modificar la conducta del personal y sólo como última salida deberemos utilizar el reemplazo. Asimismo, hay que mencionar también que una rotación del 10% anual en el personal de cada departamento de fábrica, es considerada como adecuada, para mantener un ambiente sano de trabajo.

Con el propósito de simplificar la visualización, en base a las descripciones de puesto que realicemos, propongo la presentación gráfica que se muestra en la Figura I.3.1

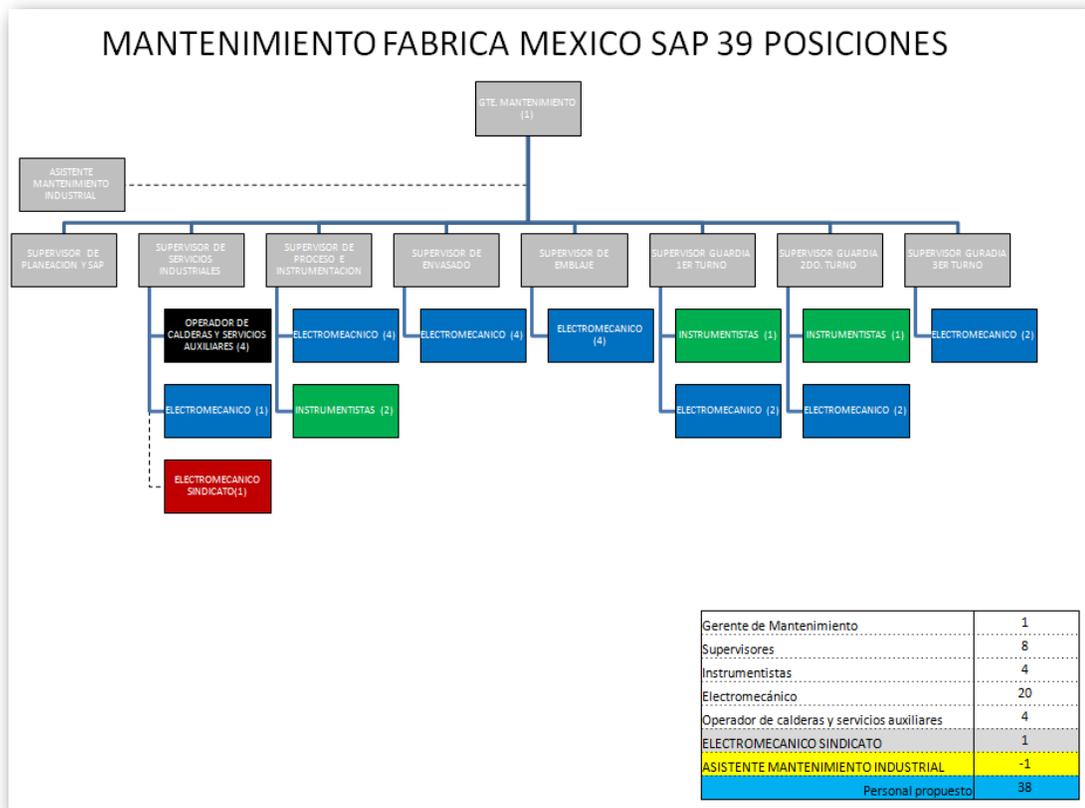


Figura I.3.1 Ejemplo de organigrama genérico simplificado para el área de mantenimiento.

Es recomendable analizar el organigrama del departamento y elaborarlo en caso de que no exista, para y utilizarlo poniendo atención en las siguientes cuestiones:

- Asegurarnos de que el organigrama que tenemos corresponde a lo que realmente se tiene en campo
- Definir si nos hace falta ó nos sobra personal con respecto al documento y Plantilla oficial. Esto lo podremos determinar con certeza, hasta que analicemos adecuadamente el tiempo necesario en horas hombre para el programa de mantenimiento preventivo contra las horas disponibles totales
- Determinar si el nivel de conocimientos y el desempeño en campo del personal corresponden al nombramiento con que cuentan

Es común que en la empresas, exista una gran variedad de nombramientos para los puestos que ocupa el personal en el área de mantenimiento, aunque no correspondan a un hecho concreto de especialización ó nivel de responsabilidad y su impacto en el proceso de producción, sino más frecuentemente a pequeños reconocimientos que propone la gestión sindical y que tal vez acabamos aceptando con poco beneficio tanto para el trabajador como para la empresa. Esta situación la ejemplifico en la Figura I.3.1.b

Para manejar ésta situación, y después de efectuar una revisión en detalle de las actividades y responsabilidades genéricas, podremos reducir de manera importante tanto la representación de las plantillas como la carga administrativa que conlleva.

NOMBRAMIENTOS	AGS	ULT	TIZ	VER	TEC	MER	MEX	MON	GUA	TRN	DGO	MAZ	
1 Gerente Mantenimiento	0	1	1	1			1	1	1				
2 Auxiliar administrativo	1				1								
3 Auxiliar de maniobras	9												
4 Ayudante de servicios auxiliares	6												
5 Coordinador Mantenimiento Industrial	5		1										
6 Electromecánico	32		30	6			13				9		
7 Especialista operador	4												
8 Instrumentista	8	4	3	3	2		3	4	4	1			
9 Jefe Instrumentacion	1		1					1	1				
10 Jefe Mantenimiento Industrial	6			3	1	2				1	1	1	
11 Jefe Proyectos	1						1						
12 Oficial de mantenimiento	18												
13 Operador de equipo auxiliar	8			9									
14 Operador de proceso	1												
15 Supervisor Mantenimiento Edificio	1												
16 Supervisor Mantenimiento Industrial	7	16	8	1	3		6	4	4	8	4	2	
17 Jefe Mantenimiento Embalaje		1											
18 Jefe Mantenimiento Envasado		1									1		
19 Jefe Mantenimiento y Servicio		1	1										
20 Mecánico		18											
21 Mecánico automotriz		1											
22 Mecánico envasado		16											
23 Operador de servicios		7											
24 Encargado Mantenimiento Industrial			1										
25 Jefe Tratamiento de aguas residuales			1										
26 Maniobras y estiba			1										
27 Operador calderas y equipos auxiliares			4						4				
28 Supervisor servicio			1										
29 Vigilante			1										
30 Mecánico equipos auxiliares				6						2	2		
31 Mecánico equipos de producción				20									
32 Mecánico operador equipos auxiliares				4									
33 Supervisor Mantenimiento				5									
34 Ayudante de Mantenimiento					8							1	
35 Mecánico A					6							5	
36 Mecánico B					5							4	
37 Asistente Mantenimiento Industrial						1	2						
38 Electromecánico Proceso						6							
39 Electromecánico Servicios						7							
40 Supervisor Mantenimiento						1							
41 Técnico Electromecánico						4		27					
42 Fogonero							3						
43 Mecánico Planta							8						
44 Tornero							2						
45 Electromecánico A									12				
46 Electromecánico B									8				
47 Oficial diversos									3				
48 Operador Planta de Tratamiento									4				
49 Soldador									1				
50 Ayudante general										4			
51 Supervisor proyectos civiles										1			
52 Técnico Electromecánico A										10			
53 Técnico Electromecánico B										3			
54 Ayudante de Mantenimiento Industrial											2		
55 Oficial Mantenimiento Edificio											1		
56 Capturista								2					
	108	66	54	58	26	21	39	39	42	30	20	13	516

Tabla I.3.1.a Diferentes nombramientos que se asignan en las áreas de mantenimiento.

NOMBRAMIENTOS	AGS	ULT	TIZ	VER	TEC	MER	MEX	MON	GUA	TRN	DGO	MAZ	
1 Gerente de Mantenimiento	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	6
2 Jefe de Mantenimiento	6	5	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	16
3 Supervisor de Mantenimiento	15	13	8	8	5	3	8	8	8	8	3	2	89
4 Instrumentista	8	4	3	3	3	2	4	4	4	2	2	2	41
5 Instrumentista													
6 Instrumentista													
7 Electromecánico A	59	40	36	37	18	15	25	23	19	20	14	7	313
8 Electromecánico B													0
9 Electromecánico C													0
10 Operador de Calderas y Equipos auxiliares	4	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	51
11 Operador de Calderas y Equipos auxiliares													
12 Operador de Calderas y Equipos auxiliares													
	92	70	52	53	31	25	42	40	36	35	24	16	516

Tabla I.3.1.b Clasificación genérica con los diferentes puestos para el área de mantenimiento.

I.3.2 Perfiles de puesto

Los perfiles de puesto deben ser diseñados de acuerdo a las necesidades de atención para los equipos instalados tanto en proceso, como en servicios industriales y corresponder a las necesidades de gestión del área. Por ésta razón, los perfiles no pueden ser estáticos al paso del tiempo, deben revisarse con cierta periodicidad para que nos sirvan no sólo como fundamento para los planes de capacitación y desarrollo que implementemos, sino para ser claros y específicos en caso de requerir la contratación de personal externo.

Los perfiles más comunes que se emplean en la industria son elaborados para los siguientes puestos:

- Electromecánico
- Instrumentista
- Fogonero
- Supervisor
- Coordinador de mantenimiento
- Jefe de mantenimiento
- Jefe de proyectos
- Gerente de mantenimiento
- Superintendente de mantenimiento

Ya en el caso particular que nos toque atender, deberemos definir el perfil más adecuado para conservarlo y mejorarlo, desestimando los que consideremos menos convenientes para la obtención de los objetivos del departamento.


**DEFINICION DEL PERFIL DE PUESTO
NIVEL EJECUTIVO**

Fecha de elaboración: 23 de Septiembre del 2004

1.- Datos generales del Puesto:

Puesto:	Gerente de Mantenimiento
Departamento:	Mantenimiento
Área:	Operaciones
Zona/ División:	Neutralia
Título del Puesto al que le reporta:	Gerente de Operaciones
Puestos que le reportan:	Jefe de Proyectos y Soplado, Supervisores de Mantenimiento, Administrador JD Edwards y SAP, Maestro Operativo, Mecánico A, Mecánico B, Mecánico Especial de Mantenimiento, Instrumentista, Electromecánico, Tornero, Fogonero, Electricista, Supervisor de soplado, Operador de Máquina de soplado, Ayudante de operador, Ayudante general de plástico
No. de personal que le reportan:	53 personas
Objetivo del Puesto:	Asegurar una adecuada administración de personal y recursos técnicos en planta para contribuir de manera segura y oportuna para el desarrollo y cumplimiento de los programas de Mantenimiento preestablecidos que contribuyan a asegurar el cumplimiento de los programas de producción que se establezcan.
Principales Funciones:	Asegurar una oportuna operación en los equipos para procesos de producción y servicios industriales. Participación directa en el establecimiento de CAPEX para la Planta.

2.- Dimensiones Conductuales:

Instrucciones.- Pensando únicamente en el puesto, califique de acuerdo a la siguiente tabla, 4 dimensiones en cada nivel. Asigne valores a cada dimensión según el grado de importancia o necesidad dentro del rango señalado.

DIMENSIONES	NIVEL	NO REQUERIDO (4 - 5)	NECESARIO CONVENIENTE (5.1 - 7)	IMPORTANTE (7.1 - 8)	FUNDAMENTAL (8.1 - 10)
Resultados:					
1.- Iniciativa			7.0		
2.- Orientación a Logro*			6.9		
3.- Compromiso				7.7	
4.- Toma de Decisiones				7.8	
Capacidad Intelectual:					
5.- Análisis / Evaluación Problemas					9.7
6.- Juicio / Solución de Problemas				8.0	
7.- Eficiencia Intelectual*				7.9	
Habilidades de Liderazgo:					
8.- Liderazgo			6.8		
9.- Contribuir al éxito del equipo			6.7		
10.- Delegación de Responsabilidades		5.0			
11.- Manejo de Conflictos		4.9			
12.- Generar Confianza		4.8			
Habilidades Administrativas:					
13.- Planeación y Organización					9.8
14.- Tolerancia al Estrés					10
15.- Visión de Negocio					9.9


**DEFINICION DEL PERFIL DE PUESTO
NIVEL EJECUTIVO**

Nota (*): Estas Dimensiones son evaluadas solo con las baterías de pruebas psicométricas.

3.- Conocimientos y Habilidades Técnicas:
Instrucciones.- Enliste los Conocimientos Técnicos requeridos por el puesto y señale con una "X" según el grado de dominio.

DIMENSIONES	NIVEL GRADO DOMINIO	1	2	3	4
		20 - 40%	50 - 60 %	70 - 80%	90 - 100%
01. Seguridad industrial					√
02. Tecnología de la leche				√	
03. Cinco S's					√
04. Buenas prácticas de manufactura					√
05. HACCP					√
06. Hidráulica				√	
07. Neumática				√	
08. Electricidad y electrónica				√	
09. Detección analítica de fallas					√
10. Refrigeración industrial					√
11. Subestaciones eléctricas					√
12. Generadores de vapor					√
13. Tratamiento de aguas				√	
14. Mejora continua					√
15. Sensores, procesadores y actuadores				√	
16. Supervisión efectiva					√
17. Administración del tiempo					√
18. Manejo de conflictos					√
19. Siete herramientas administrativas					√
20. Formación de instructores					√

Figura I.3.2 Ejemplo genérico. Perfil de puesto para gerente de mantenimiento.

I.3.3 Detección de necesidades

Hoy en día, es cada vez más frecuente escuchar, que la principal diferencia que existe entre los grandes grupos industriales, es la gente. Todo esto, bajo el razonamiento de que cualquier grupo de inversionistas, podrá tener a la mano recursos para comprar terrenos, maquinaria, suministros de energía y permisos para operar, sin embargo; el éxito del proyecto de inversión y de la operación de la entidad productiva,

estará en función de la operación sostenida que permita que se cumplan las expectativas y previsiones para el negocio y a su vez, todo esto estará en manos de los operadores, supervisores, jefes, gerentes y de que los directores de la empresa, estén realmente convencidos de las capacidades del personal y del liderazgo de sus ejecutivos para lograr y mantener el entusiasmo de la gente para desempeñar sus funciones cotidianas, no sólo por la retribución monetaria, sino por entenderse como parte vital de la entidad productiva, en la cual, se depende de su pericia y talento para operar día con día.

Cuando los ingenieros encargados de dirigir al personal técnico llegan como nuevos a un departamento, es muy importante que de las primeras actividades que desarrollen, incluyan la de entrevistar al personal que van a tener a su cargo, para otorgar y otorgarse la oportunidad de conocerse y explicar la relación que esperan dentro del área para el desarrollo de sus actividades, de ésta manera el Ingeniero dará al empleado su lugar y respeto para iniciar de manera sana la relación de trabajo.

En base a la elaboración de perfiles y conocimiento del personal podremos pasar a la siguiente etapa que corresponde a la evaluación técnica.

Es recomendable que al llegar el nuevo supervisor ó jefe, aplique un examen de conocimientos técnicos al personal que se encuentra laborando. Esto permitirá contar con una referencia concreta del nivel de conocimientos con que poseen.

Ahora bien, hay que ser cuidadosos con el tipo de examen que aplicaremos y adecuar en sus diferentes niveles el grado de dificultad de las preguntas.

Si no se cuenta con exámenes elaborados para tal efecto, será necesario diseñarlos y aplicarlos para cada caso, que de manera genérica tendrían que ser considerados los siguientes puestos de trabajo:

- Técnico electromecánico
- Instrumentista
- Fogonero
- Mecánico
- Tornero
- Supervisor de mantenimiento
- Jefe de mantenimiento

EXAMEN DE CONOCIMIENTOS DE INSTRUMENTISTA

Nombre: _____ Fecha: _____

Examen para Instrumentista

Anota el inicio de la respuesta correcta

1 **Qué debemos calcular para la selección de una Válvula de Control ?**
 A) Su PID B) Determinar si operará como NC ó como NO C) Su Cv

2 **Para qué nos sirve el cálculo de incertidumbre ?**
 A) Para certificar un instrumento B) Para saber si la calibración fue correcta C) Para programarla correctamente

3 **Qué es ST ?**
 A) Lengaje de Programación B) Las etapas de un control automático C) Código de diagnóstico

4 **Cómo se llama el dispositivo de acceso directo a un Controlador SIEMENS ?**
 A) Handheld B) PC C) PG

5 **Cuál es el principio de operación para un detector de nivel inteligente ?**
 A) Columna hidrostática B) Campo magnético C) Presión Diferencial

6 **Qué criterio de diseño se sigue para determinar el voltaje de operación de un tablero de control ?**
 A) Que las bobinas operen en CD B) Que sea sólo CA C) El voltaje mas bajo de operación

7 **Qué significa la nomenclatura IP 65 ?**
 A) A prueba de explosión B) A prueba de agua C) A prueba de químicos

8 **Qué significa FDA ?**
 A) Food and drugs administration B) Federal Department of Agriculture C) Feed back due to armonghs

9 **Cuál es la principal ventaja de operación para un motor de CD ?**
 A) Alto par de arranque B) Control por resistencia variable C) La utilización de escobillas

10 **Qué es un resolver ?**
 A) Detector de posición longitudinal B) Controlador de velocidad C) Dispositivo para corrección de falla

11 **A qué se refiere la Herramienta de las 5 S's**
 A) Herramienta para análisis Estadístico B) Herramienta para Diagnóstico de fallas C) Herramienta de Calidad

Seccion A

Examen para Tecnico Mecánico

- De su definición de mecánica.
- Enumera los tipos de grasa que conoces.
- De su definición para elemento motriz.
- De su definición para rodamiento y enumere los tipos que conoce.
- De su definición para transmisión y enumere los tipos que conoce.
- De su definición para polea y enumere los tipos que conoce.
- De su definición engrane y enumere los tipos que conoce.
- De su definición para mecánica de materiales.
- De su definición para soldadura y enumere los tipos que conoce.
- De su definición para neumática y enumere con simbología las válvulas que conoce.
- De su definición para hidráulica y enumere con simbología los válvulas que conoce.
- De su definición retén y enumere los tipos que conoce.
- De su definición buje y enumere los tipos que conoce.
- De su definición para accesorios en tubería y enumere los tipos que conoce.
- Con referencia a tornillos y tuercas enumere los tipos de cuerda que conoce.
- De su definición de Vernier.
- De su definición de calibrador pie de rey.
- De su definición de calibrador de reductor de velocidad.
- Cuándo ó por qué se utiliza transmisión por bandas o cadenas.
- Cuándo ó por qué se utiliza transmisión directa.
- Qué es la cédula de un tubo
- Cuántos tipos de acero inoxidable existen
- Qué es Nylamid.
- Cuántos tipos de bombas existen
- De su definición para volúmen, caudal y flujo
- Enumera las máquinas herramienta que conoce, y explique para que sirven.
- Cuál es la equivalencia para 125 milésimas en fracciones
- Enumera y describa las herramientas manuales que sabe utilizar.
- De un ejemplo de analogía fusible en área mecánica
- Qué es una bomba volumétrica
- Qué es una bomba positiva
- Que características debemos considerar para seleccionar un lubricante.
- Qué es un generador de vapor
- Qué es un compresor
- Describe el ciclo de refrigeración
- Cuál es la principal característica del gas cloro.
- Cuál es la principal característica del amoniaco.
- Qué quiere decir R717
- Qué quiere decir R22
- Qué quiere decir PTR
- De su definición para calidad.
- De su definición para Equipo de trabajo.
- De su definición para Jefe.
- De su definición para Empresa.
- De su definición para Sindicato.

Figura I.3.3 Ejemplo genérico exámenes técnicos para personal operario de mantenimiento.

La entrevista que inicialmente efectuamos al personal más el resultado que obtengan en su evaluación técnica, nos guiarán para proponer, gestionar y desarrollar nuestro plan de capacitación.

I.4 Proyectos de inversión

I.4.1 Diferentes tipos de proyectos de inversión

Normalmente las inversiones se clasifican bajo los siguientes rubros:

- Cumplimiento de legislaciones gubernamentales
- Seguridad industrial
- Seguridad patrimonial
- Aseguramiento de calidad
- Incremento de capacidad
- Reemplazo de equipos a nuevos
- Nuevos productos
- Nuevas fábricas

I.4.1.1 Cumplimiento de legislaciones gubernamentales

El concepto personal es en el sentido de considerar a las entidades productivas como cajas negras, a las que ingresan recursos y se deberán salir de ellas más recursos, de acuerdo a su grado de rentabilidad, que permitan la conservación y reinversión para su crecimiento. Todo esto deberá ocurrir dentro de un marco de operación legal que dependerá del país, ciudad y empresa donde nos encontremos.

I.4.1.2 Seguridad Industrial

La seguridad industrial es una cuestión de convicción personal que no debe considerarse como complemento deseable a los perfiles técnicos, sino condición intrínseca que permita a todo el personal de mantenimiento ser parte activa del monitoreo, corrección y funcionamiento adecuado de la entidad productiva.

Los fundamentos son sin lugar a dudas las legislaciones gubernamentales para la localidad, sin embargo; las normatividades internas dependen parámetros de gestión particular.

I.4.1.3 Seguridad patrimonial

La seguridad patrimonial incluye lo relacionado a la protección de la entidad productiva en su perímetro, accesos, vialidades, vecinos y en general el entorno que puede estar relacionado con condiciones regionales de medio ambiente y ubicación geográfica.

I.4.1.4 Aseguramiento de calidad

Fundamentalmente incluye lo relativo al cumplimiento de los requerimientos de la legislación vigente en la localidad y al esquema de calidad que se esté implementando para la certificación de la entidad productiva.

Deberá sobre todo ponerse especial atención a las necesidades para garantizar la inocuidad alimentaria. Además, el cumplimiento de estándares establecidos para productos terminados que garanticen la satisfacción de los clientes.

I.4.1.5 Incremento de capacidad

Normalmente una fábrica se construye con determinada capacidad proyectada por las previsiones de ventas y se considera un factor de crecimiento a mediano plazo que nos permita reaccionar fácilmente ante la demanda del mercado. Sin embargo, de ser necesario, también se puede presentar el caso en el que una entidad estable por el incremento de la demanda ó por la introducción de un nuevo producto, requiera efectuar un análisis de sus instalaciones, para incrementar la capacidad de producción. En éste caso particular, será hará notar la importancia de que durante el diseño original

de la entidad productiva, se hayan considerado los crecimientos futuros de manera natural, que no pongan en conflicto la operación actual con la operación futura.

I.4.1.6 Reemplazo de equipos a nuevos

La importación sobre el costo de mantenimiento de cada máquina y equipo instalado en fábrica junto con la historia sobre sus atenciones por mantenimientos correctivos, nos serán de gran utilidad para detectar a aquellas máquinas que debemos analizar y determinar si requieren de un mantenimiento extraordinario que aún no hemos programado ó si requieren por el nivel del costo, de un reemplazo a nuevo.

I.4.1.7 Nuevos productos

Este tipo de proyectos serán definidos por la dirección general, área comercial e investigación y desarrollo de nuevos productos, quienes tendrán la misión de decidir en base a los resultados de ventas, estudios de mercado, análisis de gastos y pruebas en equipos piloto ó en maquinaria instalada en fábricas, la viabilidad de producción, para instalar ya sea maquinaria independiente, una línea de proceso ó incluso una nueva fábrica.

I.4.1.8 Nuevas fábricas

El diseño y construcción de nuevas fábricas puede corresponder a una necesidad de mercado confirmada por las ventas registradas ó tal vez a la relocalización de la entidad productiva en busca de mejores condiciones de operación o por el envejecimiento de los edificios, instalaciones y maquinaria. En fin, las razones por la que nos puedan encomendar la misión de evaluar el costo de construcción para una fábrica nueva, pueden ser más diversas de lo que estamos mencionando, sin embargo; lo importante es que no nos perdamos con el objetivo: Determinar el costo.

El procedimiento a seguir es el mismo que para un proyecto convencional, sin embargo; si es importante mencionar que, como partiremos de cero deberemos revisar en orden los siguientes puntos en adición a un proyecto convencional:

- Llegada de materias primas a fábrica
- Combustibles disponibles en la zona
- Suministro de agua
- Suministro de energía eléctrica
- Vientos dominantes
- Transportes disponibles en la zona
- Mano de obra disponible en la zona
- Factores de la comunidad

I.4.2 Conceptos para proyectos de inversión

Ya sea que se trate de una inversión menor ó la construcción de una fábrica nueva, los puntos que deberemos considerar para presentar el concepto de un proyecto son los siguientes:

- Concepto resumido
- Productos, formatos y embalajes:
- Diagrama de flujo, capacidades de las instalación
- Descripción del proceso automatización
- Arreglo general de fábrica indicando la localización
- Arreglos actual y futuro
- Monto de la inversión
- Cronograma que incluya construcción , instalación y puesta en marcha

I.4.2.1 Concepto resumido

Para la redacción del concepto resumido de un proyecto debemos considerar las principales características y razón de ser de la inversión.

Para la elaboración de bebidas que se requiere en la zona de acuerdo al plan de ventas desarrollado, será necesario instalar para Fábrica Neutralia, dos llenadoras PS 70, una llenadora rotativa y una Dupont. El proceso será HTST con dos equipos de 10 a 15 mil litros por hora cada uno para cumplir con una demanda inicial de de 3.2 millones de litros al mes y quedando con preparación en Servicios Industriales, Edificios y Equipos de proceso para 4.0 millones de litros al mes.

El proyecto comprende la re adecuación del edificio para integrar las áreas que se requieren y garantizar una apropiada elaboración de productos. Asimismo, la selección, adquisición, instalación, integración y puesta en marcha de los equipos para las tres líneas de proceso.

Figura I.4.2.1 Ejemplo genérico. Concepto resumido de un proyecto de inversión.

1.4.2.2 Productos, formatos y embalajes

Para proporcionar mayor información y detalle de los equipos para procesos, envasado, embalaje, servicios industriales y edificios, es necesario que se indiquen los formatos y embalajes que se requieren para el caso.

Prod. Tiz, Gdl, Mex para Neutralia	Promedio Mensual 2010	Promedio Mensual 2011	Litros a Producir	
			Por Mes	Por Semana
Aquafrut Mango 1 gal PI	6,035	8,388	8,388	1,937
Aquafrut Mango 1 lt PI	596	917	917	212
Aquafrut Mango 750 ml Car c/Tapa \$A	421,919	909,601	909,601	210,069
Aquafrut Manzana 1 gal PI	3,833	4,640	4,640	1,072
Aquafrut Manzana 1 lt PI	866	1,670	1,670	386
Aquafrut Manzana 750 ml Car c/Tapa	450,336	312,801	381,568	88,122
Aquafrut Manzana 750 ml Car c/Tapa \$A	0	34,854	34,854	8,049
Aquafrut Naranja ½ gal PI	293,365	250,731	272,048	62,829
Aquafrut Naranja 1 gal PI	403,819	340,384	372,102	85,936
Aquafrut Naranja 1 lt PI	208,359	207,335	207,847	48,002
Aquafrut Naranja 120 ml Bol 20pz	47,495	59,550	59,550	13,753
Aquafrut Naranja 150 ml Bol 20pz	329	-	164	38
Aquafrut Naranja 265 ml Car	28,255	-	14,127	3,263
Aquafrut Naranja 480 ml PI	24,346	26,624	26,624	6,149
Aquafrut Naranja 750 ml Car c/Tapa	781,075	413,069	597,072	137,892
Aquafrut Naranja 750 ml Car c/Tapa \$A	0	33,993	33,993	7,851
Aquafrut Naranja 900 ml Car c/Tapa	44,877	91,732	91,732	21,185
Aquafrut Uva ½ gal PI	-	4,155	4,155	960
Aquafrut Uva 1 gal PI	11,333	35,614	35,614	8,225
Aquafrut Uva 1 lt PI	10,328	17,373	17,373	4,012
Aquafrut Uva 120 ml Bol 20pz	29,751	52,690	52,690	12,169
Aquafrut Uva 150 ml Bol 20pz	24	-	12	3
Aquafrut Uva 480 ml PI	5,299	11,174	11,174	2,581
Aquafrut Uva 750 ml Car c/Tapa	653,423	353,589	503,506	116,283
Aquafrut Uva 750 ml Car c/Tapa \$A	0	27,757	27,757	6,410
Aquafrut Uva 900 ml Car c/Tapa	2,224	60,343	60,343	13,936
Total Mensual	3,427,887	3,258,982	3,729,521	861,321
Total Semanal	791,660	752,652		

Tabla I.4.2.2 Tabla genérica. Resumen de necesidades en formatos y producción para un proyecto de inversión.

I.4.2.3 Diagrama de flujo con capacidades para los equipos de proceso y servicios industriales

Es importante la elaboración de un diagrama de flujo conceptual que nos permita representar los principales elementos que componen la inversión.

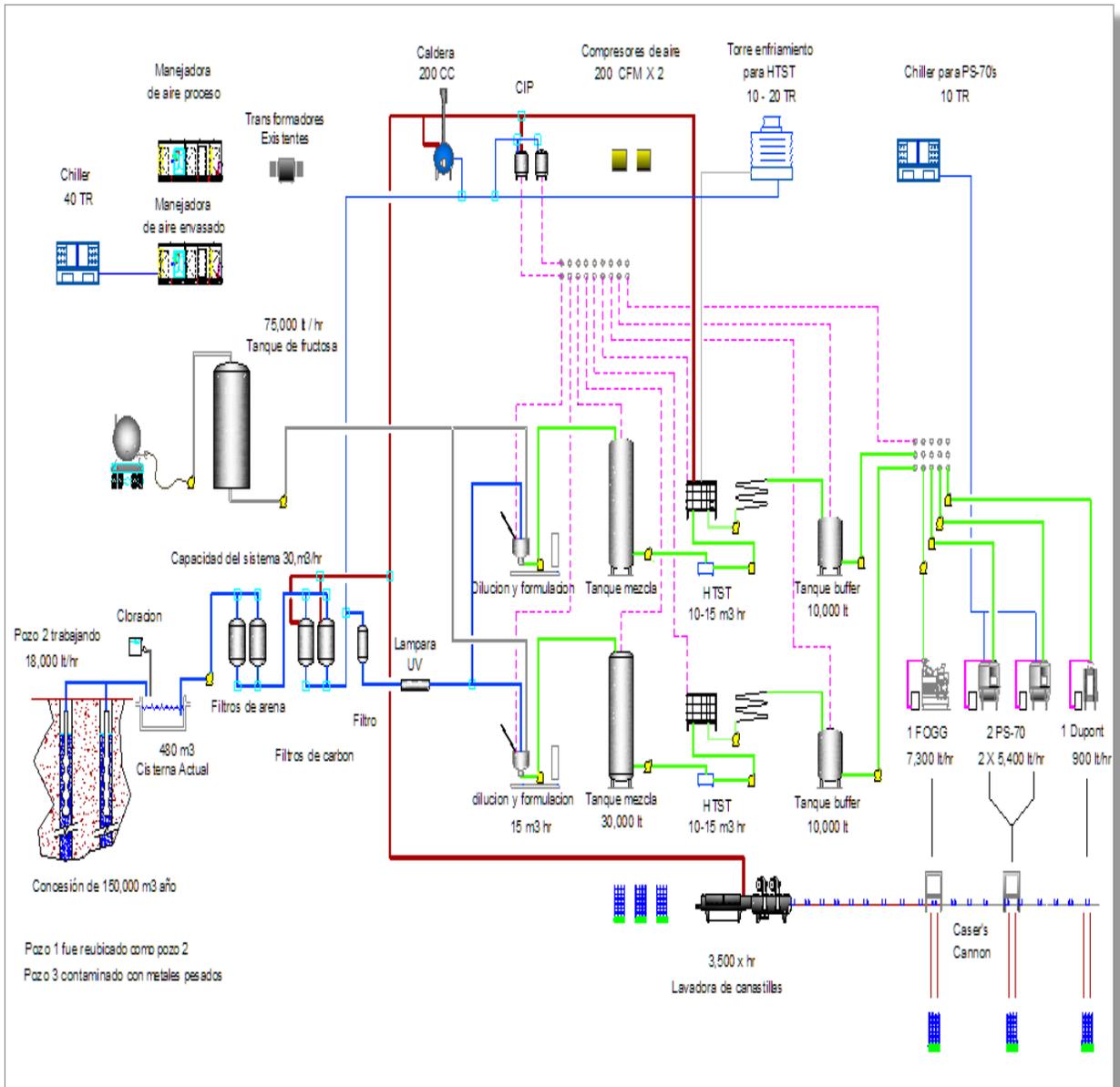


Figura I.4.2.3 Ejemplo genérico de diagrama de flujo para representar un concepto de proyecto.

I.4.2.4 Descripción del proceso con su nivel de automatización

El nivel de automatización que se requiera, será determinante para el costo total de la Inversión. Por tal motivo, será importante elaborar una descripción detallada de la manera en que deseamos que operen los sistemas y darnos cuenta si la inclusión de algún instrumento ó dispositivo de control es necesario para la implementación.

I.4.2.5 Arreglo general de fábrica indicando la localización

Es importante contar con la información básica para el manejo del concepto de cualquier proyecto. La recomendación en ese sentido, es la de ubicar en el plano general de fábrica, el área de afectación, ya que de esa manera, podremos visualizar fácilmente su relación con el entorno dentro de la entidad productiva.

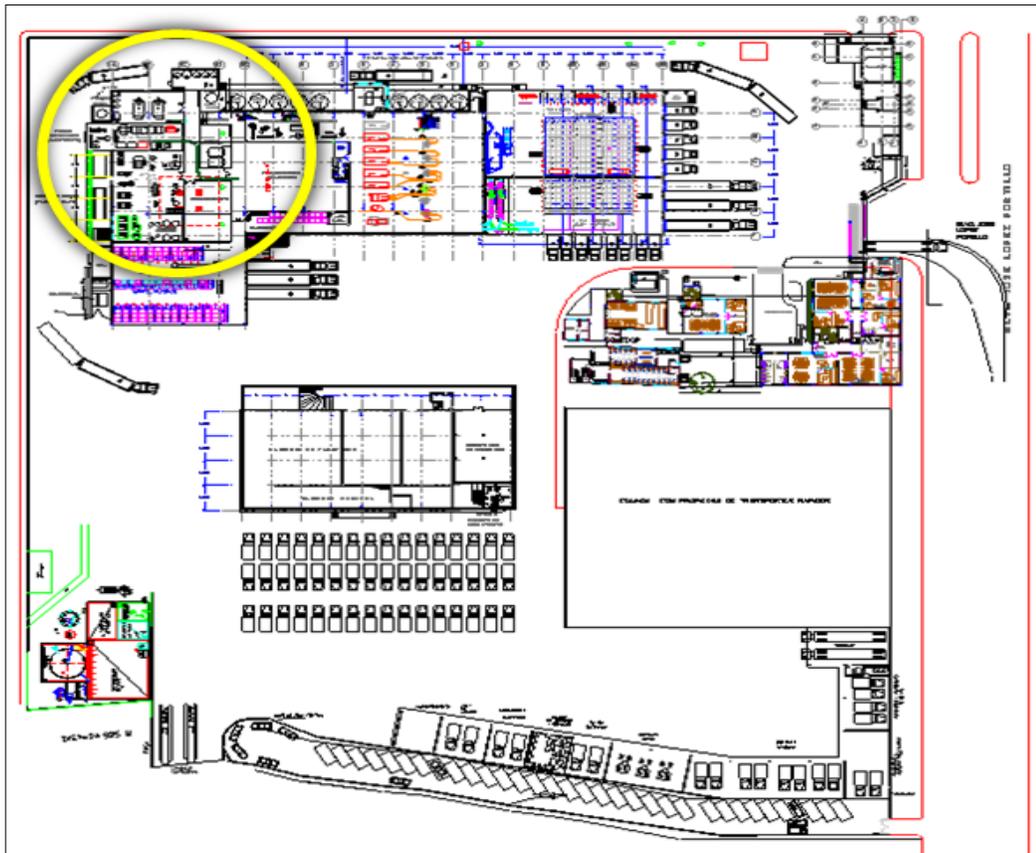


Figura I.4.2.5 Ejemplo genérico. Plano de localización de un proyecto de inversión en una fábrica.

I.4.2.6 Arreglos actual y futuro

Elaborar dibujos con acercamientos, que nos permitan visualizar mayor detalle es recomendable, para no perder de vista elementos importantes en la cuantificación. Asimismo, contar con el dibujo de comparación de la condición actual de las instalaciones contra la condición futura que se está planteando, será de gran ayuda.

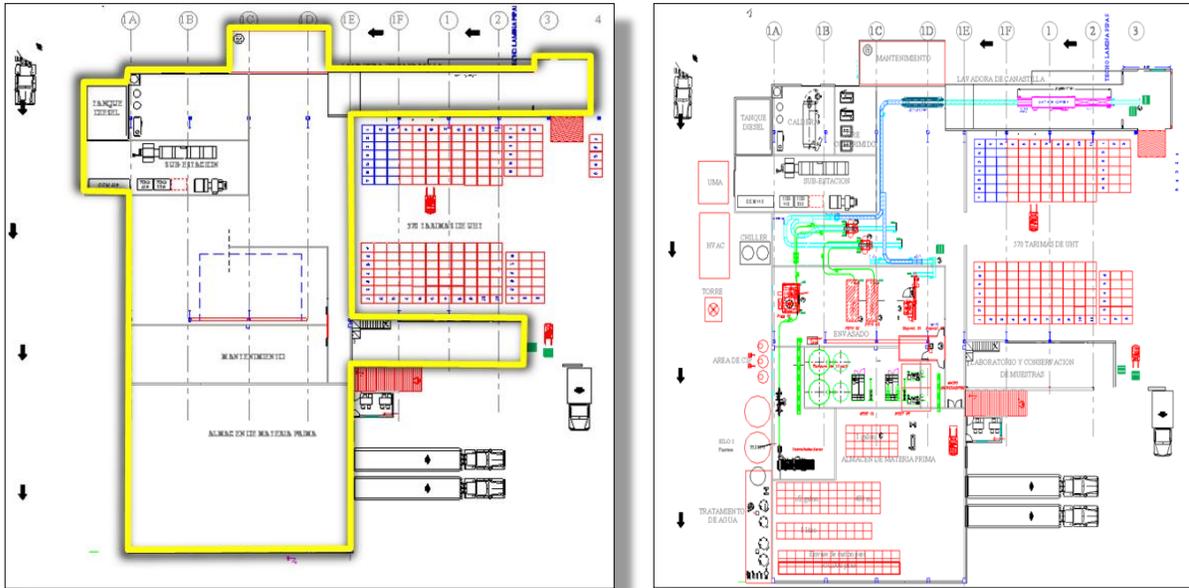


Figura I.4.2.6 Ejemplo genérico para detallar condiciones actuales y futuras para el desarrollo de un proyecto de inversión.

I.4.2.7 Monto de la inversión

Para presentar la evaluación de un proyecto de inversión es importante que consideremos todos los elementos necesarios para su implementación, los cuales describiremos en los siguientes apartados:

- Maquinaria y equipos
- Necesidades de servicios industriales
- Obra civil
- Permisos
- Maniobras

- Servicios especializados
- Instalación mecánica
- Instalación eléctrica
- Automatización y control

Area	Descripción	USD	Equipos	Mecánico	Eléctrico	Civil	Subtotales por area
Almacen de MP	Montacargas	\$ 41,383	\$ 538,109				
Proceso	Patines hidraulicos		\$ 200,000				\$ 200,000
	Sistema de microingredientes 30 m3		\$ 1,700,000				\$ 1,700,000
	Tanques de preparacion		\$ 1,500,000				\$ 1,500,000
	2 Pasteurizadores de bebida de 15,000 lt /hr		\$ 7,000,000				\$ 7,000,000
	Instalacion			\$ 1,900,000	\$ 1,200,000		
	Puesta en marcha y capacitacion		\$ 850,000				
	Atlantium	\$ 44,200	\$ 574,600				
Manejo de fructosa	1 Tanque de 75,000 litros equipado y bbas		\$ 2,200,000				\$ 2,200,000
CIP	Sistema de limpieza en sitio CIP		\$ 1,800,000				\$ 1,800,000
Llenaje	1 Desemboladora para envase plastico	\$ 43,060	\$ 553,780	\$ 25,000	\$ 75,000		\$ 703,780
	Lámpara UV para envase		\$ 35,000	\$ 5,000	\$ 10,000		
	1 Llenadora rotativa FGGG 155	\$ 367,310	\$ 4,775,030	\$ 60,000	\$ 150,000		\$ 5,443,280
	Alimentadora de tapa	\$ 20,000	\$ 260,000				
	flete Laredo TX	\$ 2,250	\$ 23,250				
	Puesta en marcha y capacitacion	\$ 13,000	\$ 163,000				
	1 Etiquetadora	\$ 31,050	\$ 403,650	\$ 35,000	\$ 25,000		\$ 463,650
	1 Codificador	\$ 15,113	\$ 196,463	\$ 35,000	\$ 25,000		\$ 256,463
	1 Llenadora PS-70 (reacondicionamiento y sist taponadora)		\$ 4,250,000	\$ 67,500	\$ 87,500		\$ 4,405,000
	1 Codificador	\$ 15,113	\$ 196,463	\$ 35,000	\$ 25,000		\$ 256,463
	1 Llenadora PS-70 (transf instalacion y sistema taponadora)		\$ 2,750,000	\$ 67,500	\$ 87,500		\$ 2,905,000
	1 Codificador	\$ 15,113	\$ 196,463	\$ 35,000	\$ 25,000		\$ 256,463
Embalaje	Transportadores de envase de las 3 envasadoras	\$ 183,000	\$ 2,457,000		\$ 75,000		\$ 2,532,000
	1 Encajonadora doble para rotativa	\$ 74,854	\$ 973,102	\$ 50,000	\$ 75,000		\$ 1,198,102
	1 Encajonadora doble para PS-70s	\$ 74,854	\$ 973,102	\$ 50,000	\$ 75,000		\$ 1,198,102
Manejo de canastillas	Transportadores manejo de canastillas	\$ 221,215	\$ 2,875,735		\$ 75,000		\$ 3,173,595
	Lavadora de canastillas	\$ 55,600	\$ 722,800		\$ 100,000		\$ 878,400
Enfriador chiller	Chiller 10 TR para maguazas PS-70	\$ 24,000	\$ 312,000	\$ 75,000	\$ 75,000		\$ 462,000
Tratamiento de agua	Tren de trat agua 30,000 l/h	\$ 175,800	\$ 2,285,400		\$ 350,000		\$ 3,285,400
Dist de agua	Lineas y valvulas SS		\$ 500,000				
	Requision y medicion		\$ 150,000				
Torre de enfriamiento			\$ 250,000	\$ 50,000	\$ 35,000		\$ 335,000
Pozo 1 y 2	Mantenimiento mayor y bombas		\$ 1,350,000	\$ 555,833	\$ 200,000		\$ 2,105,833
Generador de vapor	Caldera de 200 CC		\$ 1,350,000		\$ 85,000		\$ 1,435,000
	Auxiliares		\$ 1,372,000				
Dist de vapor	Lineas y valvulas			\$ 351,542			
	reubicar, flete y maniobras de arrastre y adecuacion civil					\$ 197,551	
Aire comprimido	2 Compresor que seran transferidos de ART			\$ 342,028	\$ 193,500		\$ 535,528
Dist de servicio	Lineas y valvulas		\$ 37,655				
	reubicar, flete y maniobras de arrastre						
Transformadores	Existentes						
CCM	Existentes				\$ 350,000		\$ 350,000
Dist del servicio	Requision y medicion	\$ 120,000		\$ 10,000	\$ 5,000		\$ 135,000
Manejo de Diesel	Requision y medicion	\$ 150,000		\$ 15,000			\$ 165,000
Dist del servicio	Lineas y valvulas			\$ 150,000			\$ 150,000
Manejo de aire y ventilacion							
	1 Manejadora aire HVAC	\$ 138,500	\$ 1,800,500	\$ 313,300	\$ 100,000		\$ 4,392,800
	1 Manejadora de aire ductos con aislamiento	\$ 37,000	\$ 1,261,000	\$ 260,000			\$ 2,558,000
	Mantenimiento a plataforma			\$ 458,000			\$ 458,000
Edificios							
Cisterna						\$ 750,000	\$ 750,000
Tarimas y canastillas	Adecuaciones 247 m2					\$ 360,412	\$ 360,412
Rampa de acceso	Adecuaciones 37 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
Lavado de canastilla	Adecuaciones 100 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
Materia prima	Adecuaciones 297 m2 1000				\$ 45,000		\$ 45,000
Proceso agua	Iluminacion				\$ 45,000		\$ 45,000
	Adecuaciones 152 m2					\$ 1,272,296	\$ 1,272,296
esclusa	Iluminacion				\$ 45,000		\$ 45,000
	Adecuaciones 50 m2					\$ 457,840	\$ 457,840
Proceso llenaje	Adecuaciones 196 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
	Iluminacion				\$ 45,000		\$ 45,000
Alcobas	Adecuaciones 50 m2					\$ 407,342	\$ 407,342
Bases para silos	Adecuaciones 60 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
					\$ 45,000		\$ 45,000
CIP	Adecuaciones 60 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
Proceso embalaje	Adecuaciones 220 m2				\$ 45,000		\$ 45,000
	Iluminacion				\$ 45,000		\$ 45,000
Servicios industriales	Adecuaciones 280 m2					\$ 300,825	\$ 300,825
Administracion CDEIC	15% de la obra civil					\$ 1,383,782	\$ 1,383,782
		\$ 47,774,180	\$ 5,130,703	\$ 4,019,500	\$ 10,654,995	\$ 66,466,669	

Tabla I.4.2.7 Ejemplo genérico. Tabla con la cuantificación del monto de inversión para un proyecto de inversión con sus principales componentes.

Al realizar la comparación de ofertas y analizar para determinar la mejor opción se deberá poner atención en los siguientes puntos:

- Se debe cotizar el mismo catálogo de conceptos ó volumetría con las Compañías participantes
- El catálogo de conceptos debe especificar las características técnicas de equipos y materiales así como marcas que se seleccionaron
- Tiempo de entrega
- Programa de trabajo
- Condiciones de pago
- Periodos de garantía

I.5.2 Montos establecidos para trabajos regulares en mantenimiento

Los trabajos que se consideren menores no será necesario someterlos al procedimiento administrativo de concurso ó licitación para evitar sobrecarga administrativa.

I.5.3 Trabajos de emergencia

La excepción para no realizar un concurso con todo el procedimiento que se requiera, podrá corresponder a un caso de emergencia, en el que no sea conveniente tener detenido algún equipo de proceso ó servicios industriales.

Es importante que aunque se active un procedimiento de excepción no se pierda de vista el costo de los servicios ó partes de repuesto que se requieran con cotizaciones de emergencia.

I.6 Documentación de ingeniería

I.6.1 Planos de fábrica

Para conocer cualquier entidad productiva, estructurar correctamente su programa de mantenimiento preventivo, proponer y evaluar proyectos de inversión que correspondan a necesidades de crecimiento, es indispensable contar con la información técnica confiable de manera oportuna. Los elementos más importantes que podemos enlistar, son los siguientes:

- Plano con el arreglo general de fábrica (espacios obra civil)
- Plano de drenajes, indicando separación entre, proceso, aguas negras y pluviales
- Iluminación y contactos
- Manuales de maquinaria para procesos y equipos de servicios industriales
- Diagrama unifilar del sistema eléctrico
- Cuadros de carga para distribución y control de energía eléctrica
- Diagramas eléctricos para maquinaria y equipos
- Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI) para los siguientes sistemas:
 - Equipos de proceso
 - Tratamiento de agua
 - Enfriamiento para agua
 - Refrigeración por amoniaco
 - Generación de vapor
 - Aire comprimido
 - Red contra incendio
 - Combustibles

I.6.2 Manuales de la maquinaria

Es de vital importancia contar con toda la información técnica de la maquinaria y equipos que se encuentran instalados en fábrica, por lo que se recomienda acondicionar un lugar especial, donde se centralice y ordene toda ésta información y adicionalmente, se cuente con textos técnicos y de Ingeniería que sirvan de ayuda al personal cuando tenga algún tipo de duda y necesiten consultarlos (biblioteca técnica).

Normalmente los diagramas eléctricos se deberán encontrar junto con el manual de la maquinaria en cuestión.

I.6.3 Proyectos

Es importante que toda la información que se maneja durante la preparación de un proyecto, autorización, licitación, desarrollo y puesta en marcha, y aquella relativa a la maquinaria y equipos, sea archivada de manera ordenada ya sea en impresiones ó en medios electrónicos, que permitan posteriormente su adecuada consulta.

CAPÍTULO II

SERVICIOS INDUSTRIALES Y MANEJO DE ENERGÍA

Para la descripción de recomendaciones en éste capítulo tomaremos en consideración las siguientes áreas:

- Electricidad
- Sistemas de refrigeración con amoníaco.
- Generación de vapor
- Aire comprimido
- Agua
- Mantenimiento a edificios

II.1 Electricidad

Generalmente las subestaciones eléctricas representan la principal fuente de energía en las fábricas en México. Es por eso, que debemos tener especial cuidado con su atención, no sólo para su mantenimiento preventivo y correctivo, sino con la capacitación y adiestramiento del personal a cargo, para que pueda realizar las intervenciones que se requieran con oportunidad y seguridad.

Los principales elementos que componen un sistema eléctrico de potencia eléctrica, los vemos representados en la Figura II.1.a.

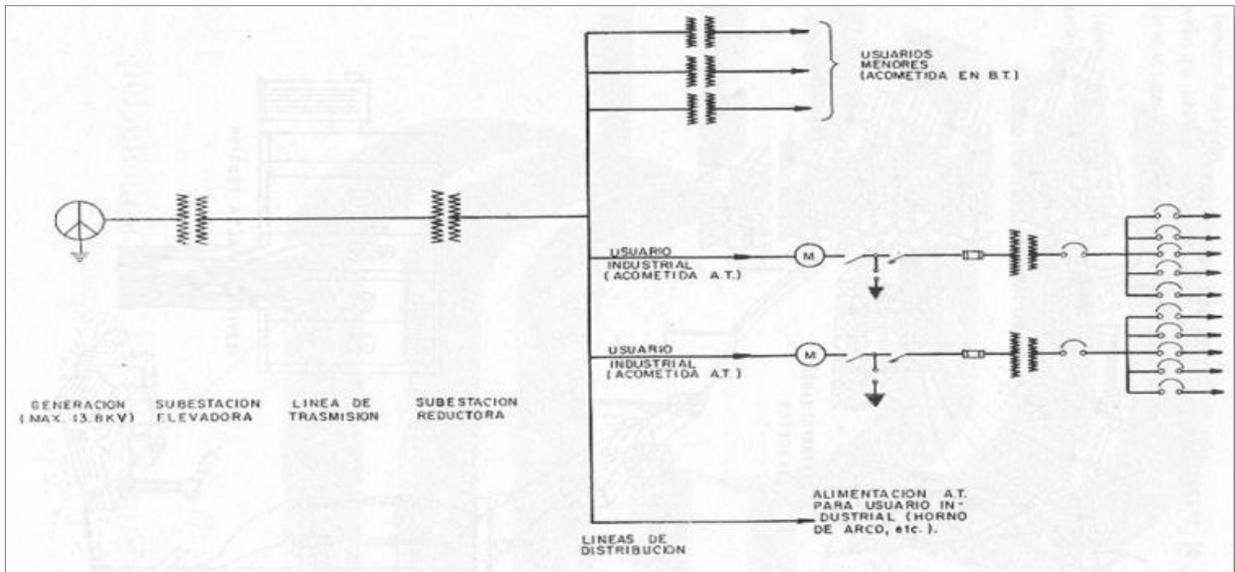


Figura II.1.a Ejemplo genérico. Diagrama unifilar, generación, transmisión y subtransmisión.

Los principales componentes de una subestación industrial se describen en la Figura II.1.1.b.

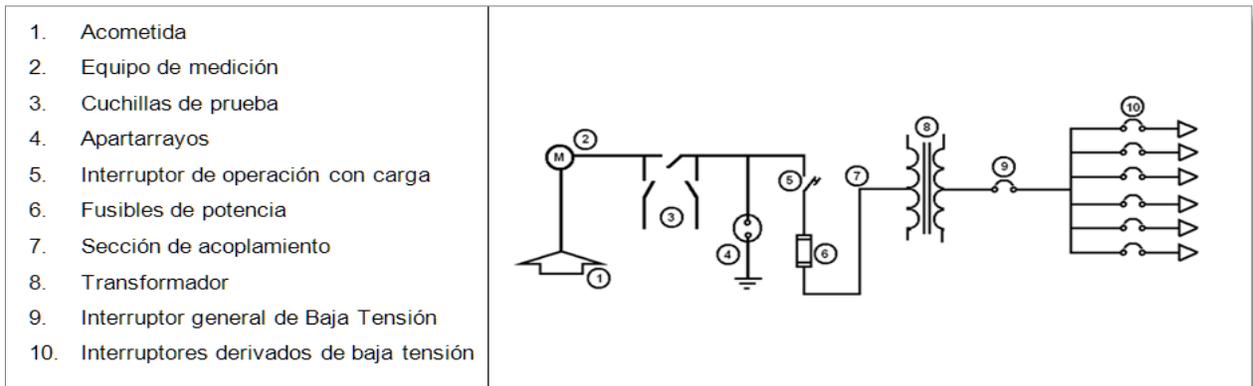


Figura II.1.b Ejemplo genérico. Diagrama Unifilar de una subestación industrial.

Uno de los arreglos típicos más usuales lo vemos representado en la Figura II.1.c.

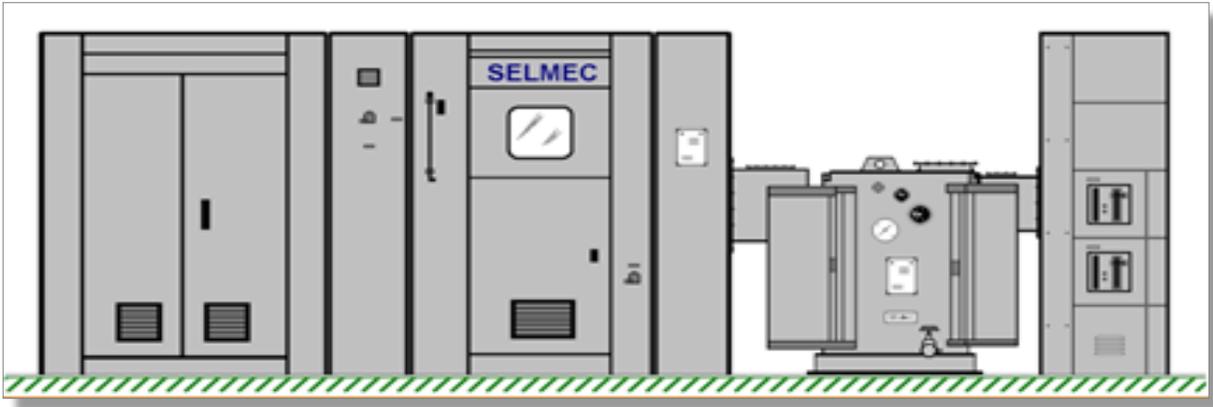


Figura II. 1.c Ejemplo genérico. Arreglo típico subestación industrial.

II.1.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Cumplimiento al cien por ciento, para el programa de mantenimiento preventivo para los equipos.
- Llevar bitácoras de operación para el sistema, en las cuales se registren las variables de operación diariamente, de tal manera, que permita visualizar desviaciones y actuar en consecuencia de manera oportuna. Este registro debe ser adicional a los registros de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Asegurar que los parámetros de operación del sistema, son acordes a lo que requerimos para los equipos de proceso.
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo todos los instrumentos y dispositivos para medición y control del sistema.

Los puntos descritos son comunes a todas las áreas de servicios industriales por lo que no será necesario reescribirlas en cada apartado. Las siguientes recomendaciones sólo corresponden al área eléctrica en particular:

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis para determinar la calidad de la energía y las correcciones necesarias para una adecuada operación
- Realizar análisis de laboratorio para el aceite refrigerante de los transformadores de potencia y actuar en consecuencia a los resultados

II.1.2 Recomendaciones de seguridad

En caso de presentarse en la maquinaria ó equipos alguna falla que necesite de corrección, se programará su intervención y reparación dentro de la operación normal de fábrica, sin embargo; también pueden presentarse fallas en los sistemas, que ocasionen situaciones de contingencia, para lo cual; debemos estar preparados y conocer la manera de proceder para aislar el sistema, controlarlo, repararlo y ponerlo en marcha nuevamente, cuidando en todo momento, la integridad del personal técnico y evitar daños a la maquinaria y equipos.

Contar con una brigada de emergencia para control de contingencias mayores y tener por escrito las Instrucciones y procedimientos operacionales para intervención, será vital para contar con el apoyo oportuno y reacción inmediata del personal técnico.

Más allá de los cursos de capacitación y adiestramiento técnico específico, deberemos ocuparnos de complementar la formación del personal técnico, con conocimientos sobre ataque de incendios, manejo y control de sustancias peligrosas y primeros auxilios. Será más conveniente, estar en conciencia de los riesgos potenciales y preparados para hacerles frente en caso de presentarse algún evento, que no estar preparados en caso de requerirse.

- Mantener los equipos e instalaciones del sistema limpios y en orden
- Mantener impresas y a la mano en el área, las instrucciones de operación y los Procedimientos de intervenciones para mantenimientos rutinarios y de emergencia
- Realizar inspecciones de termografía, que permitan detectar y corregir de inmediato ó programar la oportuna corrección de las anomalías que llegaran a detectarse
- Asegurar que los espacios destinados para la operación del sistema, cuenten con ventilación adecuada, tanto como para operación regular como para emergencias
- Para poder asegurar un correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad y control instalados en el sistema, es necesario que por lo menos cada seis meses, se efectúe una comprobación en la operación y se corrijan de inmediato las desviaciones que pudieran encontrarse
- Ningún equipo dentro del área deberá operar si sus guardas de seguridad se encuentran fuera de su posición de protección ó si se encuentra con puertas abiertas por mantenimiento ó reparación
- Debe asegurar la ubicación de un diagrama de flujo (en ésta caso particular se debe ser un diagrama unifilar) actualizado de la instalación que identifique el equipo adecuadamente
- Debe asegurar la instalación de un plano que muestre claramente la ubicación en particular y la ruta de evacuación, especificando salidas de emergencia y punto de reunión
- Debe atender las recomendaciones especiales para iluminación que se describan en el esquema de calidad que se esté implementando

Los puntos descritos son comunes a todas las áreas de servicios industriales, por lo que no será necesario reescribirlas en cada apartado. Las siguientes recomendaciones sólo corresponden al área eléctrica en particular:

Normalmente sólo debe permitirse el acceso a las subestaciones eléctricas a personal autorizado del área de mantenimiento.

En caso de presentarse alguna interrupción en el suministro de la energía, debemos asegurarnos si la falla es en el suministro por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ó se trata de algún fallo en el sistema eléctrico de fábrica.

Si la falla es por CFE, será necesario reportarla vía telefónica a la central de distribución de la zona, enterarnos del tiempo estimado para restablecer el servicio por parte de ellos, para poder definir la manera de proceder en fábrica.

En caso de que la falla sea dentro de nuestro sistema eléctrico, es decir; de la acometida hacia nuestra subestación, deberemos definir perfectamente el punto de falla y la maniobra que se requiere para restablecer la operación, siempre basados en los protocolos internos de desconexión, reparación y reconexión.

En caso de que la falla se presente en los fusibles de potencia antes de nuestra subestación será necesario especificar ésta condición a CFE, para que nos atienda de manera más ágil.

II.1.3 Recomendaciones para manejo de energía

El complemento ideal para una adecuada gestión del mantenimiento en fábricas, es el buen manejo de agua y energía en la entidad productiva, para lo cual la recomendación es poner atención en los siguientes puntos:

- Medición y monitoreo del consumo eléctrico
- Monitoreo por zonas de los consumos para poder detectar desviaciones en los sistemas
- Asegurar que la regulación en el nivel de voltaje suministrado a fábrica es adecuado
- Integrar de manera gradual, la utilización de instrumentos de medición y control que puedan transmitir señales analógicas y digitales que nos permitan centralizar su operación y control a través de monitoreo continuo
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la detección de fugas de energía a fábrica parada

Los puntos descritos son comunes a todas las áreas de servicios industriales, por lo que no será necesario reescribirlas en cada apartado. Las siguientes recomendaciones sólo corresponden al área eléctrica en particular:

- Controlar adecuadamente el factor de potencia, no es opción mantenerlo por debajo de 0.95
- Utilizar analizadores de energía para detectar armónicas en el sistema eléctrico que puedan ser perjudiciales para la operación de dispositivos electrónicos, tales como computadoras y controladores lógicos programables
- Analizar los factores de utilización para los motores eléctricos de tal manera que podamos asegurar que operan con valores de consumo de energía cercanos a los de placa ó nominales y no se encuentran justos ó sobredimensionados
- Control de la demanda facturable y consumo en horarios pico. El análisis para mantener éste cobro en control, se relaciona con la utilización adecuada de energía, si se realiza un análisis detallado de las restricciones en operación ó de operación simultánea de equipos, que no ponen en riesgo los planes de producción, se obtendrá éste beneficio por evitar un pago innecesario.

II.2 Sistemas de refrigeración con amoniaco

Los sistemas de refrigeración con amoniaco, son los de mayor comercialización en México gracias a su costo de instalación, mantenimiento y operación.

Una de las desventajas que algunas personas ven, es el riesgo que se tiene en el manejo del refrigerante, sin embargo; al igual que en el manejo de las subestaciones eléctricas, es necesario que tengamos especial cuidado con su atención, no sólo para su mantenimiento preventivo y correctivo sino con la capacitación y adiestramiento de nuestro personal a cargo para que pueda realizar las intervenciones que se requieran con oportunidad y seguridad.

Los principales elementos que componen un sistema de refrigeración por amoniaco los vemos representados en la Figura II.2.a.

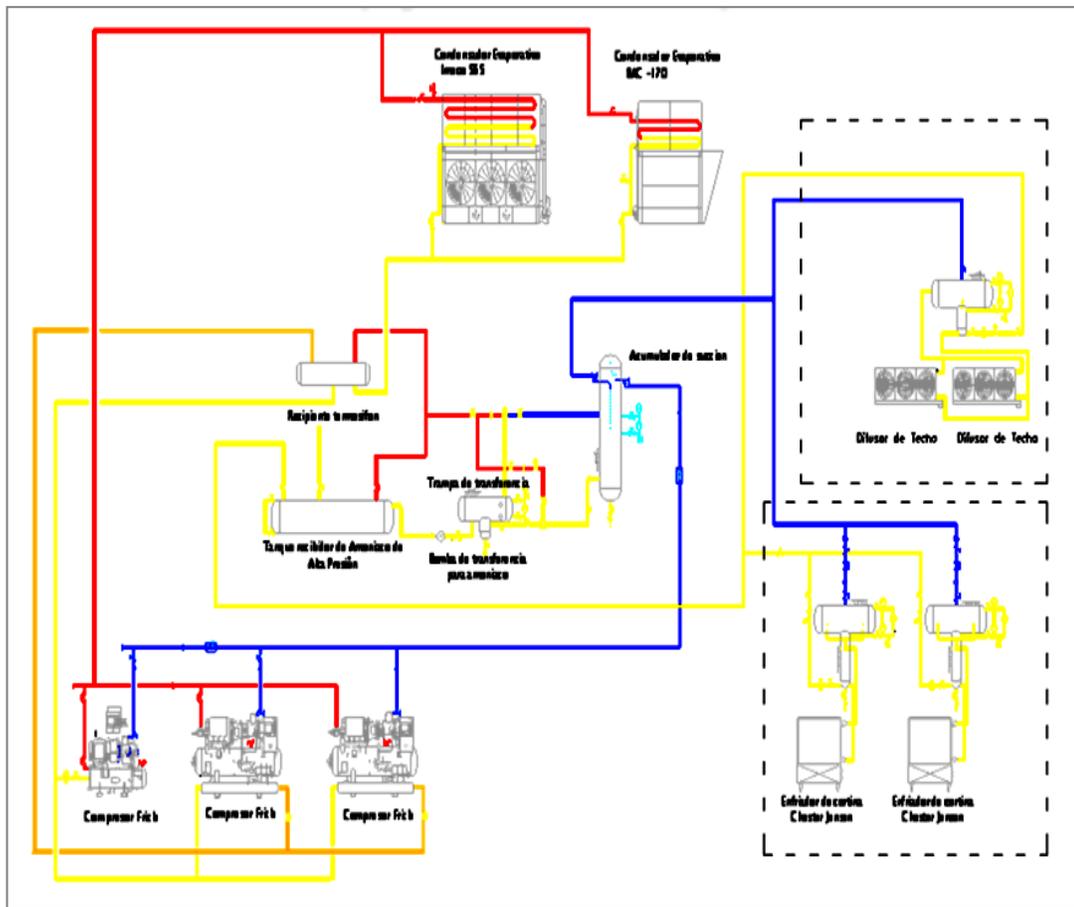


Figura II.2.a Ejemplo genérico. Diagrama típico de un sistema de refrigeración por amoniaco.

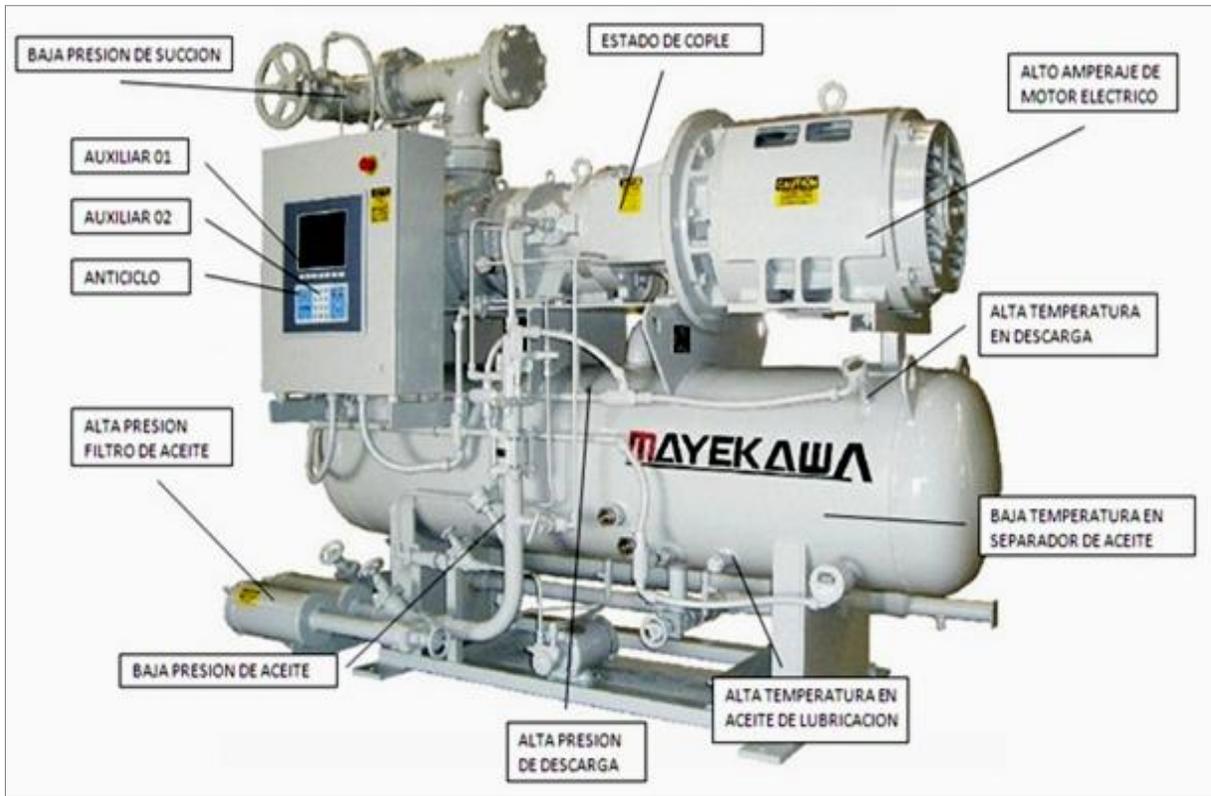


Figura II.2.b Compresor para amoniaco tipo tornillo MYCOM MAYEKAWA.

II.2.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis para determinar la calidad del agua y las correcciones necesarias para una adecuada operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis de vibraciones
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la purga de aceite a los evaporadores

II.2.2 Recomendaciones de seguridad

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, análisis de espesores en recipientes sujetos a presión y tuberías
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, no sólo la calibración de válvulas de seguridad, sino su reemplazo oportuno
- Instalar tanques amortiguadores con agua para caso de disparo de válvulas de seguridad
- Asegurar que el recibidor general para amoníaco se encuentre a no más del treinta por ciento de su capacidad con el cien por ciento del sistema en operación
- Asegurar que el sistema de refrigeración opere solamente, si existe demanda en los equipos para proceso
- Asegurar la instalación y correcta operación de sensores y alarmas para detección de fugas de amoníaco

Los problemas más comunes que llegan a presentarse dentro de los sistemas de refrigeración con amoníaco, ya sea por falla fortuita de algún componente, por afectaciones accidentales del clima ó en el peor de los casos, por falta de mantenimiento, son los siguientes:

- Falla en controles e instrumentos
- Falla de un motor
- Falla de una bomba
- Falla de un ventilador
- Disparo de válvulas de seguridad
- Fuga de refrigerante en alta presión
- Fuga de refrigerante en baja presión

- Rotura de recibidor de amoniaco

Si se trata de fallas menores que se puede programar su reparación o efectuarse con una intervención inmediata, se tendrá que proceder de esa manera con agilidad y certeza para poner en marcha el sistema lo antes posible.

Al presentarse una fuga en el sistema de refrigeración por amoniaco lo más importante será saber ¿cómo proceder? y ¿cómo manejarla?

Si alguna de las válvulas del sistema de refrigeración de disparo y el amortiguador de disparo con agua no se encontraba instalado adecuadamente, entonces la alarma se activará con los sensores para detección de fuga por amoniaco y activarán la alarma para evacuación del personal.

No intente bajo ninguna circunstancia como reacción acción inmediata, mitigar la fuga de amoniaco utilizando con agua, ya que puede correr el riesgo de provocar la dispersión accidental del mismo. Lo más conveniente es ubicar exactamente el punto de fuga y con ayuda del equipo de seguridad necesario, cerrar las válvulas que eviten que el amoniaco siga escapando.

Será necesario determinar si la fuga se encuentra en el lado de alta ó baja presión del sistema, para decidir si es conveniente ó no el paro de los equipos ó mantenerlo trabajando para recuperar el refrigerante.

En este caso particular de emergencias con sustancia peligrosas, será necesario que nos ocupemos adecuadamente de la capacitación y adiestramiento del personal a cargo, para no exponerlos ni a ellos ni a las instalaciones.

En cualquiera de éstos casos, será necesario que evaluemos de manera concreta el nivel de afectación del sistema, para poder aislar los componentes dañados, reemplazar lo que sea necesario para cumplir con una operación segura y poner en marcha nuevamente el sistema, siempre actuando, en base a las instrucciones y procedimientos de operación.



Figura II.2.2 Práctica de capacitación y adiestramiento para controlar una de fuga de amoníaco.

II.2.3 Recomendaciones para manejo de energía

- Utilizar analizadores de gases para monitorear y detectar de manera oportuna fugas de amoniaco
- Utilizar aislamientos térmicos en buenas condiciones en todos los componentes del sistema que lo requieran
- Operar los ventiladores de los condensadores evaporativos, sólo en caso de que sea necesario
- Vigilar que los sistemas trabajen dentro de sus parámetros de diseño será vital, para evitar presiones de trabajo inadecuadas que consumen más energía. Por ejemplo la incrustación en los condensadores evaporativos, disminuye su eficiencia y aumenta el consumo de energía en los motores de los compresores

PRUEBAS DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA COMPRESORES DE AMONIACO					
FABRICA:		NUM COMPRESOR:		TIPO:	AÑO FAB:
	Conceptos compresores tipo tornillo	SI	NO	AAV	Observaciones
1	Baja presión de succión				
2	Alta presión de descarga				
3	Baja presión de aceite				
4	Alta presión en el filtro de aceite				
5	Alta temperatura en línea de descarga				
6	Alta temperatura de aceite de lubricación				
7	Baja temperatura en separador de aceite				
8	Baja temperatura de <u>super heat</u>				
9	Alto amperaje de motor eléctrico				
10	<u>Anticiclo</u>				
11	Alto nivel en acumulador de succión (Auxiliar 01)				
12	Paro por bomba de condensador (Auxiliar 02)				
13	Vibración del equipo				
14	<u>Copie</u> entre compresor y motor				
	Conceptos compresores tipo <u>reciprocante</u>	SI	NO	AAV	Observaciones
1	Baja presión de aceite				
2	Baja presión de succión				
3	Alta presión de descarga				
4	Paro por alto nivel en acumulador de succión				
5	Flujo de agua para enfriamiento				
6	Alineación de motor y bandas				

AAV: Alarma Audio Visual

 Operador Supervisor Jefatura de mantenimiento Corporativo

Tabla Figura II.2.3 Tabla para desarrollo de pruebas de dispositivos de seguridad para compresores de amoniaco.

II.3 Generación de vapor

Los sistemas de generación de vapor en México, son los más utilizados para manejo de energía calorífica. Al igual que en el manejo de los demás servicios industriales en fábrica, es necesario que tengamos especial cuidado con su atención, no sólo para su mantenimiento preventivo y correctivo sino con la capacitación y adiestramiento de nuestro personal a cargo para que pueda realizar las intervenciones que se requieran con oportunidad y seguridad.

Los principales elementos que componen un sistema para generación de vapor los vemos representados en la Figura II.3.

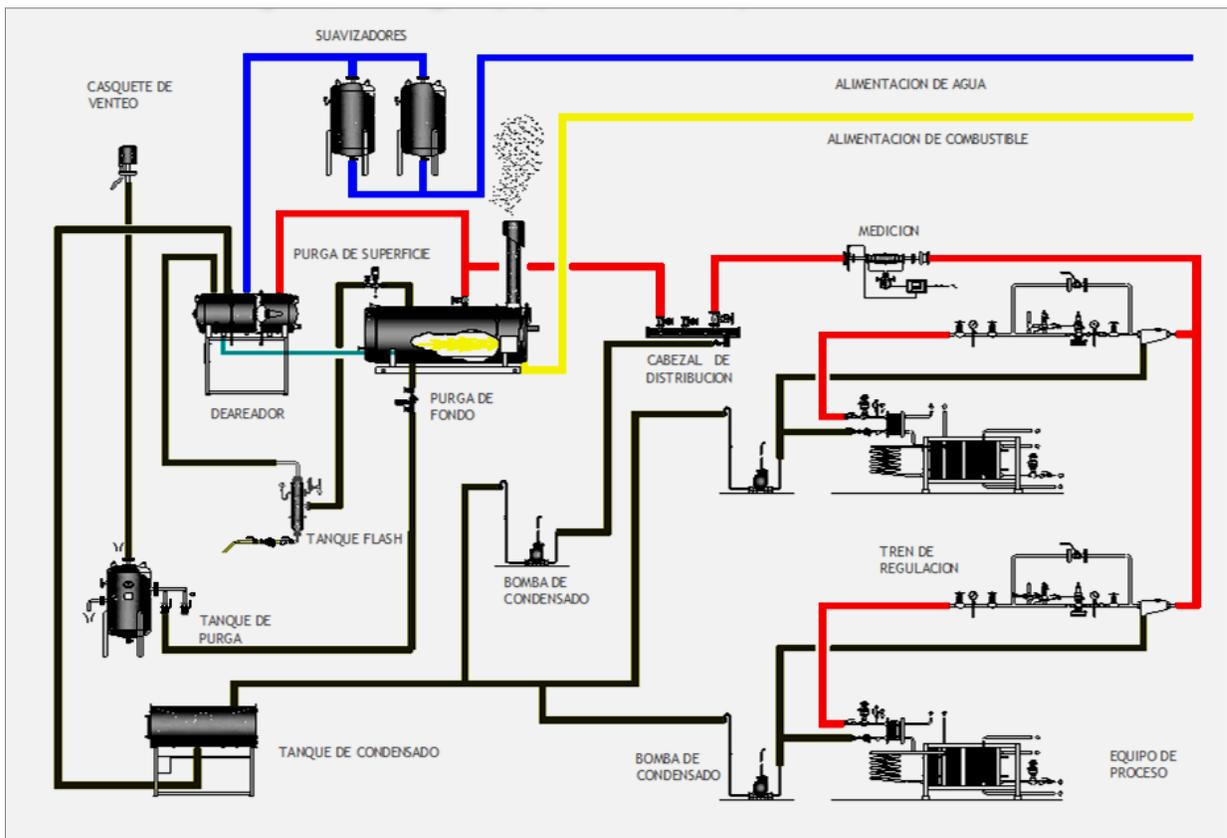


Figura II.3 Diagrama de flujo genérico. Sistema para generación de vapor.

II.3.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis para determinar la calidad del agua y las correcciones necesarias para una adecuada operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis de vibraciones
- Asegurar que el sistema cuente con la instalación y utilización de tanque deaerador
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la detección de fugas a fábrica parada
- Asegurar que el sistema para generación de vapor, cuenta con equipos auxiliares destinados a la recuperación de condensados

Sábado 24 de Septiembre de 2011

PRUEBAS DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA GENERADORES DE VAPOR

FABRICA: Tecate NUM CALDERA: 01 TIPO: Picotubular AÑO FAB

	Conceptos calderas uso gas LP/Natural	Bien	Mal	AAV	Observaciones
1	Falla de flama (<u>Fotocelda</u>)	✓			
2	Falla de flama (cierre válvula línea piloto)	✓			Se debe cambiar el manómetro actual por uno de la escala adecuada
3	Falla de Flama (válvula gas principal)	✓			
4	Paro automático por presión de operación (CPMO)	✓			
5	Paro por presión límite de seguridad (CPLMO)	✓			
6	Bajo nivel de agua columna principal (LWCO)	✓			
7	Alto nivel de agua columna principal		NA		El instrumento actual no puede registrar esta condición
8	Bajo nivel de agua columna auxiliar (ALWCO)		X		Debe ser de <u>reseteo</u> manual para reconocimiento de la falla.
9	Baja presión de combustible en tren de gas		X		El instrumento está puenteado por que el tren requiere venteo
10	Alta presión de combustible en tren de gas	✓			
11	Contacto auxiliar de ventilador		X		Debe ser instalado
12	Interruptor de presión para aire de combustión		X		Debe ser instalado
13	Disparo de válvulas de seguridad		NA		No se realizó
14	Control de suministro de agua	✓			
15	Temperatura de chimenea		X		190°C a una presión de 9.6 Kg/cm ²
16	Temperatura de agua de alimentación a Caldera		X		Debe ser lo más alto posible sin que Cavite la bomba (85°C)
17	Otro				
COMPLEMENTARIAS PARA USO CON COMBUSTOLEO/DIESEL.					
18	Interruptor de baja temperatura de combustible				
19	Interruptor del cañón en el quemador				
20	Interruptor de aire de atomización				
Total:		8/14	57%		

AAV: Alarma audio visual

Luis Chavez Sanchez
Operador
Jorge Homero Román
Supervisor
Amstel Cruz Martinez
Jefatura de mantenimiento
Fernando Arteaga Guzman
Corporativo

1

Tabla Figura II.3.1 Tabla para desarrollo de pruebas de dispositivos de seguridad para generadores de vapor.

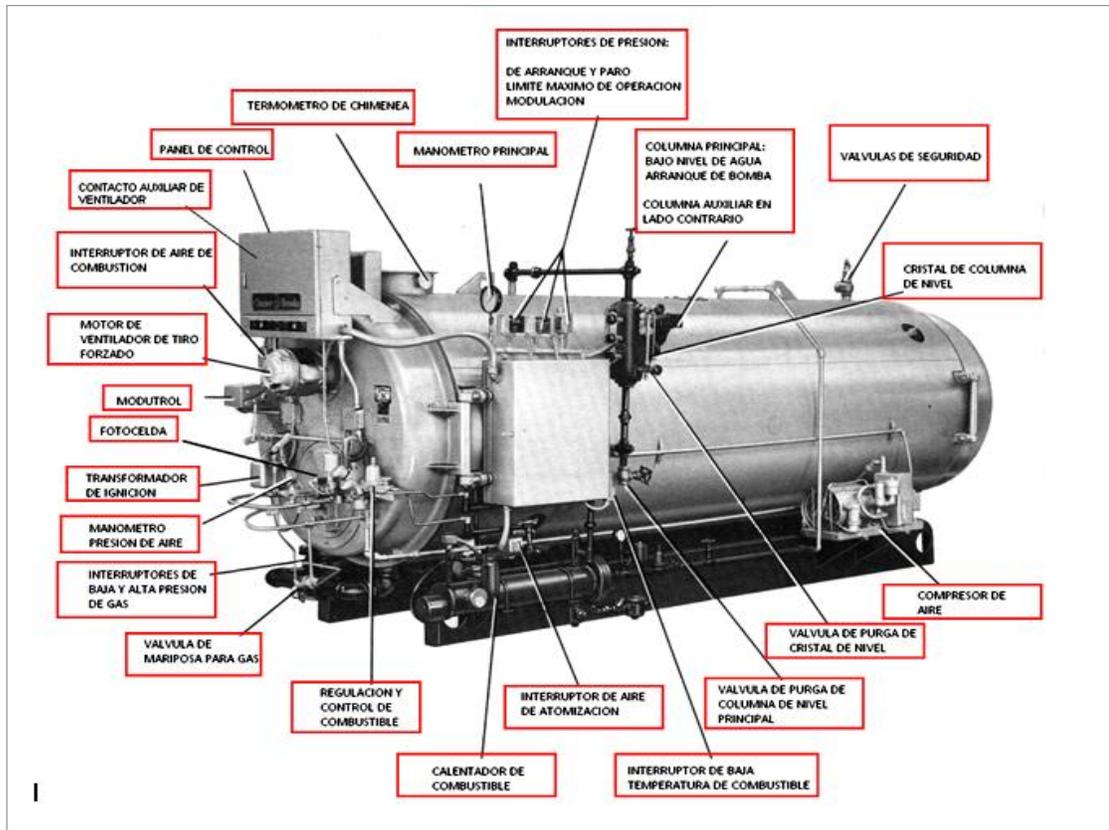


Figura II.3.1 Generador de vapor tipo tubos de humo marca Cleaver Brooks México, S.A. de C.V.

II.3.2 Recomendaciones de Seguridad

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, el disparo manual de las válvulas de seguridad de los generadores que se encuentren en operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, no sólo la calibración de válvulas de seguridad, sino su reemplazo oportuno
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, el realizar análisis de espesores en recipientes sujetos a presión y tuberías
- Integrar al programa de mantenimiento la realización de estudio metalográfico en los domos, espejos, hogar y tubos de los Generador de vapor
- Asegurar que el tratamiento de agua y vapor utilizado en los procesos, atiende las recomendaciones especiales que se describan en el esquema de calidad que se esté implementando

II.3.3 Recomendaciones para manejo de energía

- Instalar medidor de flujo para vapor generado para cuantificar el vapor generado y suministrado a fábrica
- Medir el consumo de vapor para cada consumidor
- Utilizar medidores de flujo para el combustible suministrado a la caldera
- Utilizar analizadores de gases para monitorear y detectar de manera oportuna desviaciones en la carburación de las calderas
- Utilizar aislamientos térmicos adecuados y en buenas condiciones en todos los elementos del sistema que lo requieran
- Utilizar recuperador de calor en la chimenea de la caldera
- Retornar todos los condensados que sea posible hacia la sala de máquinas para su reutilización
- Producir el vapor a la presión de se requiera y no a altas presiones innecesarias
- Estricto control en el tratamiento de agua utilizada en los servicios
- Utilizar reguladores de presión en la distribución para suministrar sólo la presión necesaria a cada equipo de proceso
- Cuidar que el intercambio de energía en los equipos de proceso, no se obstruya por incrustaciones en los sistemas

II.4 Aire comprimido

Para el caso de los sistemas para generación de aire comprimido, al igual que en los demás servicios industriales, deberemos tener especial cuidado con su atención, no sólo para su mantenimiento preventivo y correctivo sino con la capacitación y adiestramiento de nuestro personal a cargo, para que pueda realizar las intervenciones que se requieran con oportunidad y seguridad.

Los principales elementos que componen un sistema para generación de aire comprimido los vemos representados en la Figura II.4.

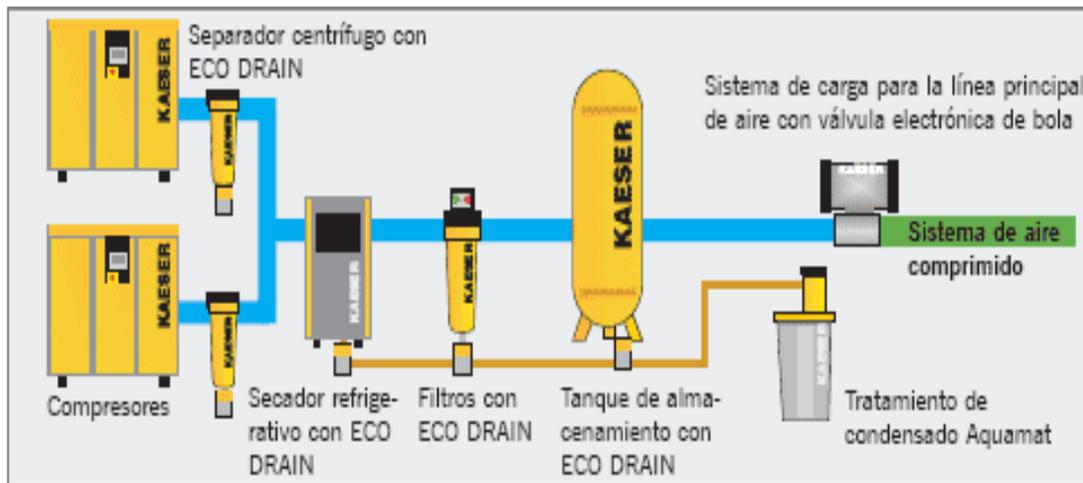


Figura II.4 Diagrama de flujo genérico. Sistema para generación aire comprimido KAESER.

II.4.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis de vibraciones

II.4.2 Recomendaciones de seguridad

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, el disparo manual de las válvulas de seguridad de los recipientes sujetos a presión que se encuentren en operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, no sólo la calibración de válvulas de seguridad, sino su reemplazo oportuno
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, análisis de espesores en recipientes sujetos a presión y tuberías

- Asegurar que el tratamiento de agua y vapor utilizado en los procesos, atiende las recomendaciones especiales que se describan en el esquema de calidad que se esté implementando

II.4.3 Recomendaciones para Manejo de Energía

- Utilizar variadores de frecuencia que permitan tanto un arranque suave en los motores, como control en la presión del sistema

II.5 Agua

Normalmente encontramos en fábricas dos tipos de sistemas para tratamiento de agua, uno de ellos para potabilizar y el otro para tratar el agua de proceso que va al drenaje ó que ya en muchos casos se reutiliza para los servicios industriales antes de desecharla. Al igual que en los demás servicios industriales, deberemos tener especial cuidado con su atención, no sólo para su mantenimiento preventivo y correctivo sino con la capacitación y adiestramiento de nuestro personal a cargo, para que pueda realizar las intervenciones que se requieran con oportunidad y seguridad.

Los principales elementos que componen un sistema para potabilización de agua, los vemos representados en la Figura II.5.a

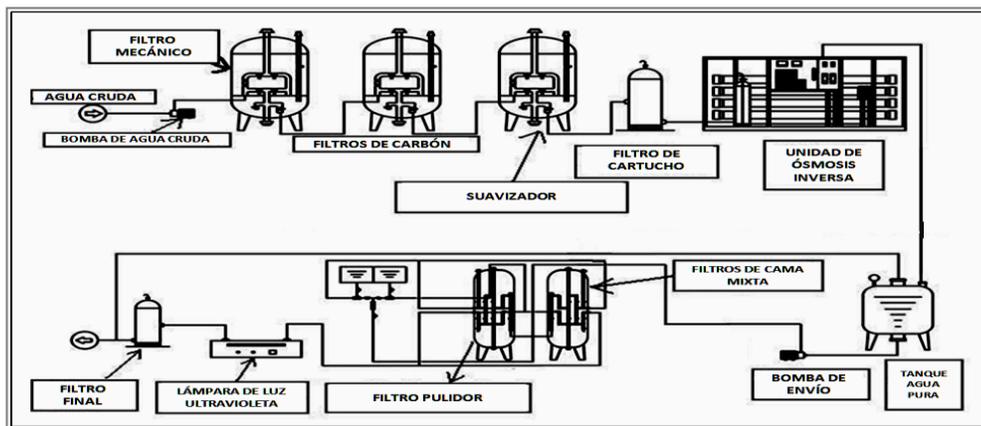


Figura II.5.a Diagrama de flujo genérico. Sistema para potabilización de agua.

Los principales elementos que componen un sistema para tratamiento de aguas residuales, los vemos representados en la Figura II.5.b

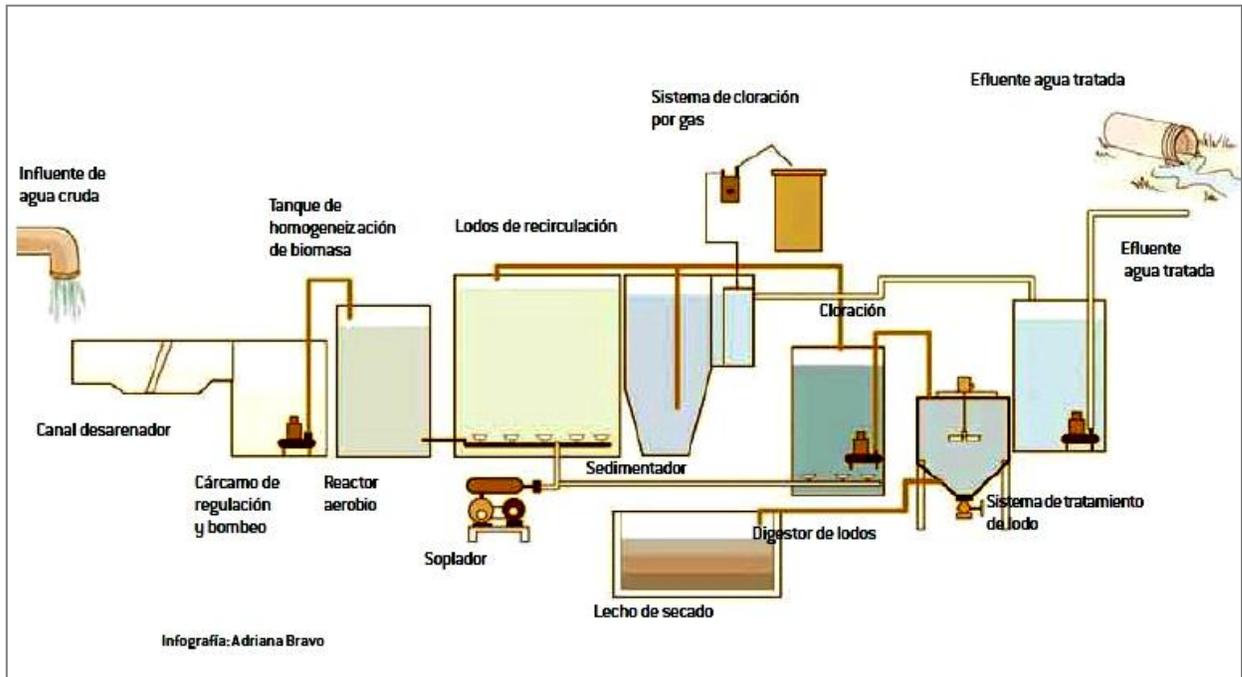


Figura II.5.b Diagrama de flujo genérico. Sistema para tratamiento de aguas residuales.

II.5.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis para determinar la calidad del agua y las correcciones necesarias para una adecuada operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis de vibraciones
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, el análisis por laboratorios externos, que nos auxilien para determinar el estado de las resinas y programar su reemplazo de manera oportuna

II.5.2 Recomendaciones de seguridad

- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, el disparo manual de las válvulas de seguridad de los recipientes sujetos a presión que se encuentren en operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, no sólo la calibración de válvulas de seguridad, sino su reemplazo oportuno
- En caso de contar con pozo profundo como fuente de suministro de agua a Fábrica, deberá Integrar al programa de mantenimiento su limpieza y toma de video al interior del pozo para asegurar su correcto estado físico y operación
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, análisis de espesores en recipientes sujetos a presión y tuberías
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la realización de análisis en la calidad el agua por parte de laboratorios especializados externos, para asegurar la no existencia de metales pesados y cianuro, con el propósito de garantizar la Inocuidad alimentaria y estar alertas para actuar en consecuencia, siempre con medidas preventivas
- Asegurar que el tratamiento de agua utilizad en los procesos, atiende las recomendaciones especiales que se describan en el esquema de calidad que se esté implementando

II.5.3 Recomendaciones para manejo de energía

- Manejar variadores de frecuencia para controlar la presión del sistema de distribución para consumo.

II.6 Mantenimiento a edificios

En una fábrica, existen diferentes tipos de edificios que requerirán de atención especial cada uno y deberán incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, incluyendo todos sus elementos bajo las consideraciones y metodología ya descritas en el CAPÍTULO I.

La vida útil de un edificio es considerada generalmente para cuarenta años, sin embargo; del adecuado mantenimiento que apliquemos, dependerá que los edificios e instalaciones duren más de la vida útil considerada en los libros de finanzas y que otorguen un beneficio más duradero para la empresa.



Figura II.6 Edificios, fachadas y jardines de fábricas para alimentos y bebidas.

II.6.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Integrar en el programa de mantenimiento, la conservación de todos los elementos relativos a equipamiento y acabados de los edificios para ingeniería sanitaria

II.6.2 Recomendaciones de seguridad

- Integrar al programa de mantenimiento, la limpieza de todos los drenajes de la fábrica y oficinas
- Integrar al programa de mantenimiento, la toma de video a los drenajes para asegurar su correcto estado físico y operación
- Integrar al programa de mantenimiento, la impermeabilización periódica de todos los techos de los edificios
- Asegurar que los edificios e instalaciones cumplan con los requerimientos establecidos por el esquema de calidad que se esté implementando

II.6.3 Recomendaciones para manejo de energía

- Utilizar aislamientos térmicos en buenas condiciones en todos los componentes del sistema que lo requieran
- Utilizar lámparas de alta eficiencia
- Utilizar tragaluces donde sea conveniente para evitar el consumo innecesario de energía eléctrica
- Controles de encendido de alumbrado con sensores de presencia
- En áreas de trabajo comunes, salas de juntas, considerar la separación de circuitos que permitan solo encender y utilizar las luminarias necesarias

Al igual que con la seguridad alimentaria y la seguridad industrial, el manejo de energía y consumo de agua, son una cuestión de convicción personal que se fundamenta en la conciencia de utilizar, sólo los recursos necesarios para los procesos de transformación. Todo esto comienza desde nuestra educación en casa, se fortalece durante nuestra formación académica y finalmente, se refleja en el desempeño de nuestras actividades en la vida profesional.

La recomendación final para el manejo de energía, es la de integrar de manera gradual con el presupuesto ordinario, con bloques como presupuesto extraordinario de mantenimiento ó como un proyecto de inversión, la implementación de un sistema de monitoreo centralizado que nos permita medir, monitorear y controlar el comportamiento de los sistemas de servicios industriales, a través de su comportamiento eléctrico.

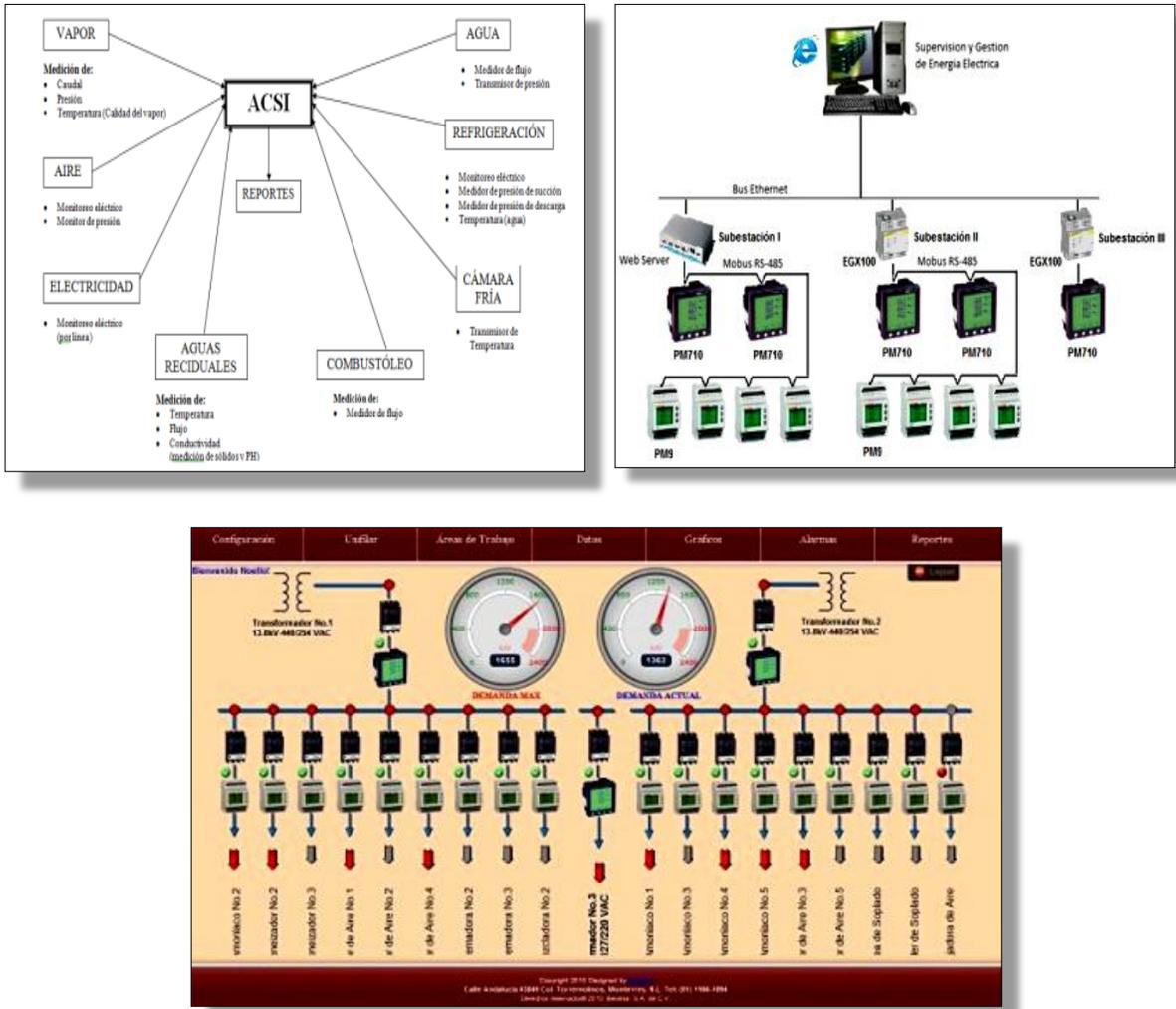


Figura II.6.3 Ejemplo genérico. Estructura de control para monitoreo de consumos de energía en servicios industriales.

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS, INSTRUMENTACIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

III.1 Mantenimiento a maquinaria para procesos

Además del cuidado en diseñar el programa de mantenimiento preventivo que incluya las actividades mecánicas, eléctricas, y las relativas a servicios industriales, con sus refacciones y materiales, en las frecuencias que se hayan definido pertinentes para cada caso particular, deberemos poner especial cuidado, en analizar adecuadamente la naturaleza de la maquinaria, para poder garantizar que cumple con el diseño sanitario específico y que no provoca riesgos a la inocuidad del producto. Por ejemplo, en sus materiales de construcción, instrumentación para control y fronteras de proceso contra los servicios industriales.

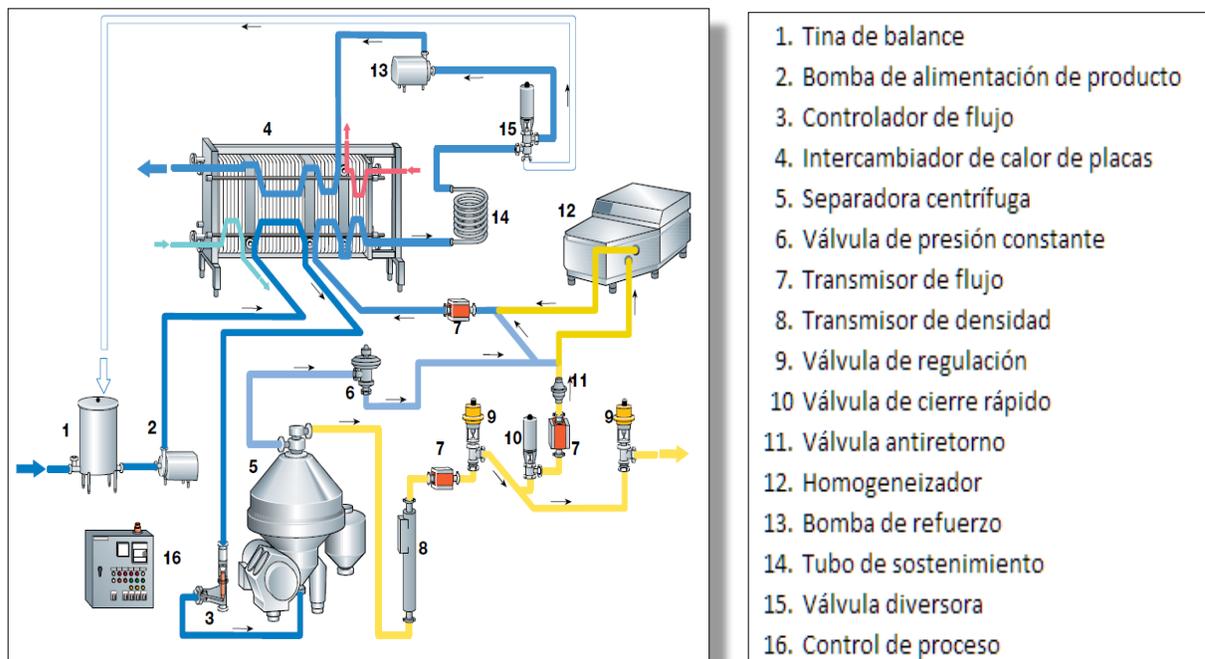
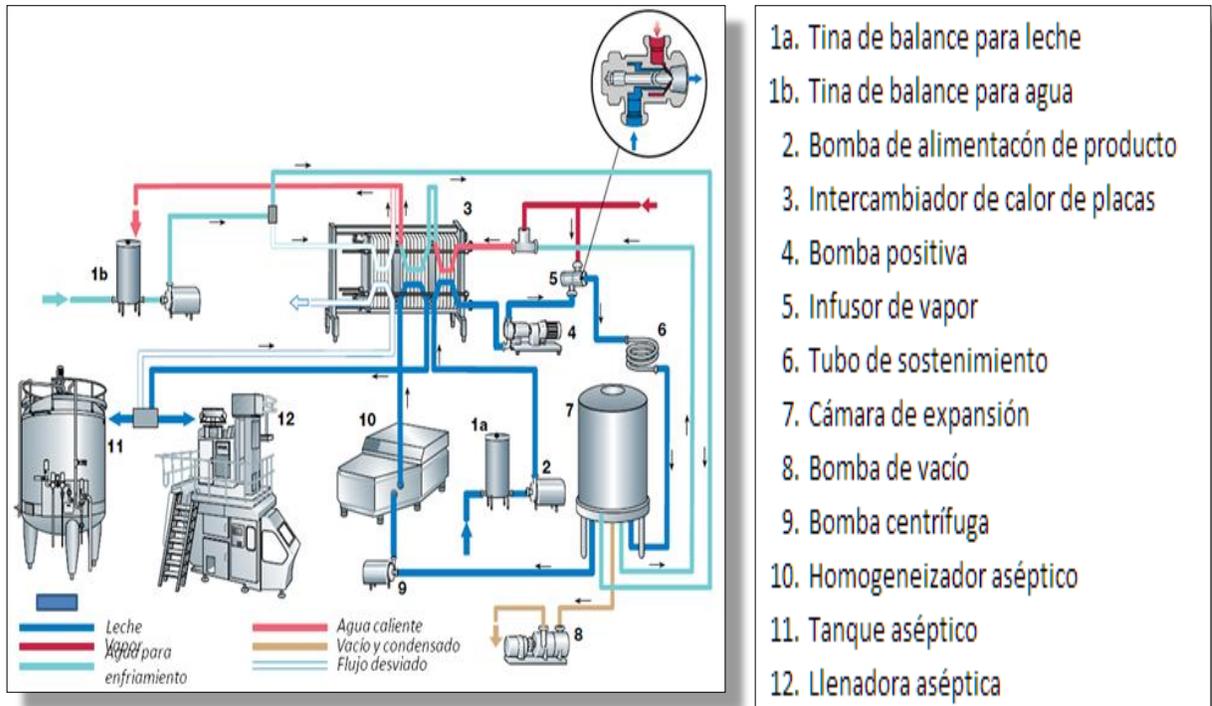


Figura III.1.a Arreglo genérico. Línea de proceso para pasteurización de leche, con homogeneización parcial, con intercambiador de calor de placas.



III.1.b Arreglo genérico. Línea de proceso para ultra pasteurización de leche, a través de inyección directa de vapor con intercambiador de calor de placas.

III.1.1 Recomendaciones puntuales para mantenimiento

- Cumplimiento al cien por ciento para el programa de mantenimiento preventivo para los equipos
- Llevar bitácoras de operación para los equipos en las cuales, se registren las variables de operación diariamente, de tal manera, que permitan visualizar desviaciones y actuar en consecuencia de manera oportuna. Estos registros, deben ser adicionales a los registros de mantenimientos preventivos y correctivos
- Asegurar que los parámetros de operación del sistema, son acordes a lo que se requiere para los equipos de proceso
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo todos los instrumentos y dispositivos para medición y control de los equipos

- Asegurar que existan protocolos para inspección y prueba, para los intercambiadores de energía en los equipos para procesos, que garanticen un adecuado aislamiento de los servicios industriales

III.1.2 Recomendaciones de seguridad

- Mantener los equipos e instalaciones limpios y en orden
- Mantener impresas y a la mano en el área, las Instrucciones de operación y los procedimientos de intervenciones para mantenimientos rutinarios y de emergencia
- Realizar inspecciones de termografía que permitan detectar y corregir de inmediato ó programar la oportuna corrección de las anomalías en el sistema
- Asegurar que los espacios destinados para la operación de los equipos, cuenten con ventilación adecuada, tanto como para operación regular como para emergencias
- Para poder asegurar un correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad y control instalados en los equipos, es necesario que por lo menos cada seis meses, se efectúe la comprobación en la operación y se corrijan de inmediato las desviaciones que pudieran encontrarse
- Ningún equipo dentro del área deberá operar si sus guardas de seguridad se encuentran fuera de su posición de protección ó si se encuentra con puertas abiertas por mantenimiento ó reparación
- Debe asegurar la ubicación de un diagrama de flujo actualizado de la instalación que identifique el equipo adecuadamente
- Debe asegurar la instalación de un plano que muestre claramente la ubicación en particular y la ruta de evacuación, especificando salidas de emergencia y punto de reunión
- Asegurar que los equipos de proceso cumplen con los requisitos descritos en el esquema de calidad que se esté implementando

III.1.3 Recomendaciones para manejo de energía

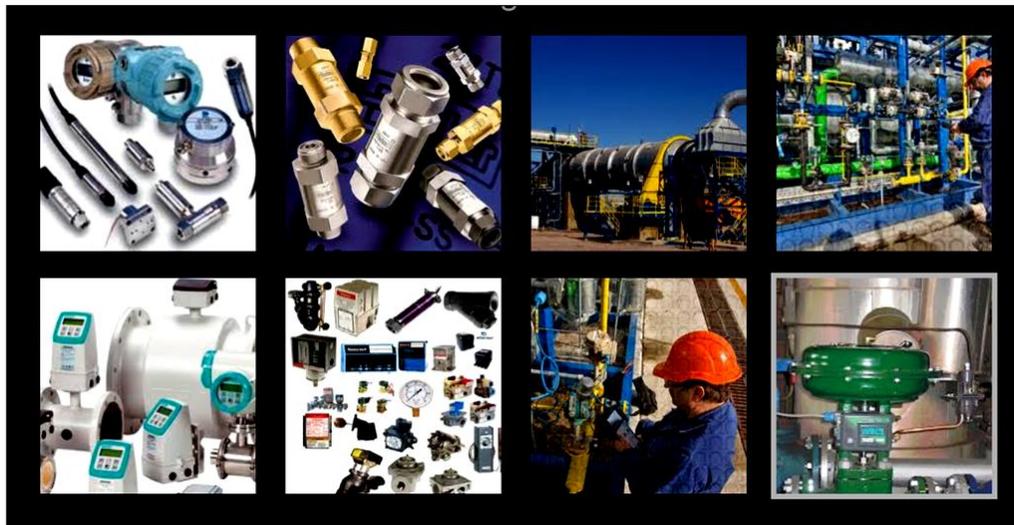
- Asegurar que los intercambiadores de energía se encuentran libres de incrustaciones indeseables, tanto por el lado del proceso como del lado de los servicios industriales
- Asegurar que los equipos para proceso, no puedan iniciar su operación, sino tienen el suministro adecuado de los servicios industriales. Asimismo, asegurar que los equipos de servicios industriales detengan su operación de suministro, si los equipos de proceso no están utilizando los servicios industriales
- Asegurar que los motores eléctricos se desempeñan en valores cercanos a sus potencias nominales y no se encuentran subutilizados
- Asegurar que no existan fugas en las tuberías, válvulas y conexiones de proceso y servicios industriales
- Medición y monitoreo de su consumos de energía eléctrica
- Integrar de manera gradual, la utilización de instrumentos de medición y control que puedan transmitir señales analógicas y digitales que nos permitan centralizar su operación y control a través de monitoreo continuo
- Integrar al programa de mantenimiento preventivo, la detección de fugas de energía a fábrica parada

III.2 Instrumentación

Para la instrumentación y control, reservé un apartado especial, ya que de la adecuada atención que le prestemos dependerá por una parte, la seguridad alimentaria y por otra, la seguridad en la operación de los equipos en servicios industriales.

Es por ésta razón, que al diseñar un programa de mantenimiento preventivo, debemos llegar en su detalle a ocho niveles de descripción, es decir; hasta los

instrumentos de control y sus refacciones, para poder atenderlos adecuadamente en su mantenimiento y reemplazarlos en caso de ser necesario. Si podemos garantizar lo anterior, en consecuencia podremos garantizar una adecuada atención a los puntos de control y a los puntos críticos de control, definidos en los estudios HACCP (*Hazard Analysis of Critical Control Points: HACCP*) de fábrica.



III.2 Elementos genéricos. Automatización, Instrumentación y Control Industrial.

III.3 Seguridad alimentaria

Más allá del cumplimiento de marcos legales nacionales, internacionales, normatividades regionales, locales e internas, la seguridad alimentaria, la considero una cuestión de responsabilidad moral, en la que debemos tomar en cuenta que la elaboración de productos de consumo, requiere forzosamente que podamos garantizar adecuadamente su inocuidad.

En la medida que se cumple con los requisitos establecidos por los estándares reconocidos por la “Iniciativa Mundial de Seguridad Alimentaria” (*Global Food Safety Initiative: GFSI*), podremos lograr la tranquilidad de asegurar la Inocuidad de los productos fabricados en la entidad productiva, que tengamos bajo nuestra

responsabilidad. Sin embargo; en la medida que el control de los parámetros establecidos se relaja, se pone en riesgo no sólo la inocuidad de los productos, sino su permanencia en el mercado, por el daño causado al consumidor.

La GFSI es una fundación independiente sin fines de lucro y su importancia radica, en que a través de ejercicios y estudios de comparación (*Benchmarking*) mundial, se ha reconocido que son las guías base para que las entidades productoras de alimentos y bebidas, que decidan trabajar a través de gestión interna en el cumplimiento de los mismos, pueda inicialmente a través de auditorías Internas, lograr el cumplimiento a los prerrequisitos que las puedan hacer acreedoras a la opción de auditoría por compañías especialistas, para obtener la certificación bajo el estándar que eligieron dependiendo de la naturaleza de su proceso.

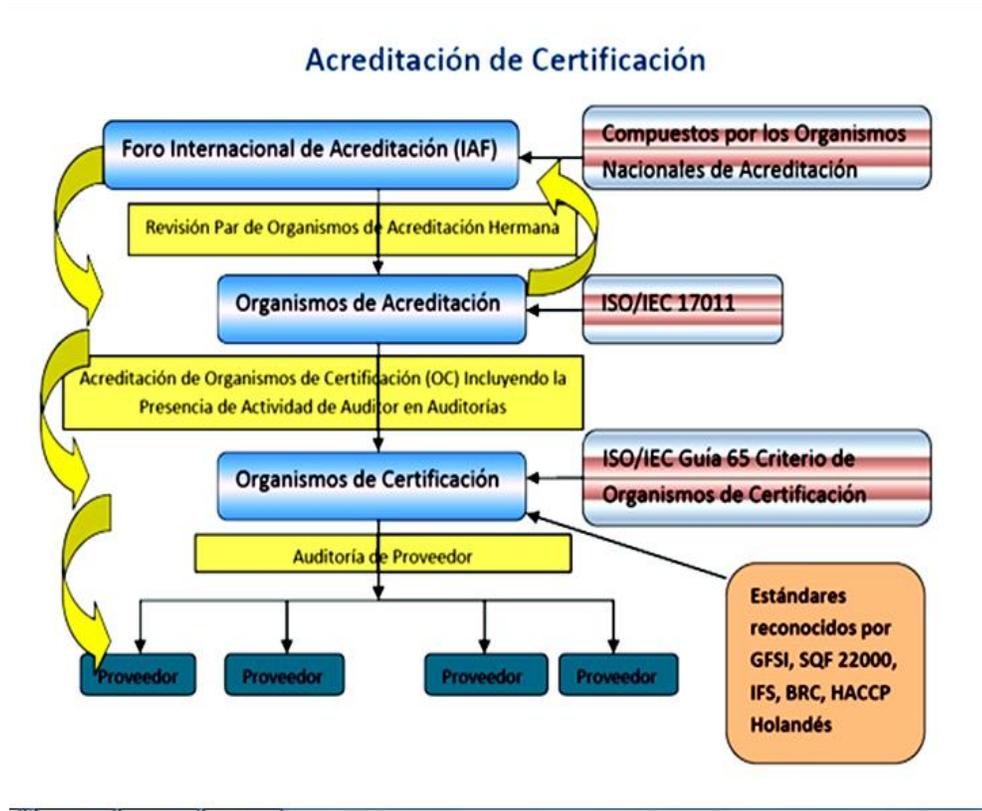


Figura III.3.a Estándares reconocidos por la GFSI.

- SQF 22000
- IFS

- BRC
- HACCP holandés

Cualquiera de estos sistemas a su vez tiene como requerimientos particulares vitales:

- HACCP
- GMP

Por ejemplo: En particular, estándar BRC tiene como prerrequisitos los siguientes puntos:

- Limpieza y sanitización
- Control de plagas
- Mantenimiento preventivo
- Buenas prácticas de higiene del personal
- Capacitación
- Compras
- Transporte
- Control de materia extraña
- Rastreabilidad y retiro del producto
- Control de químicos
- Quejas del consumidor
- Control de alérgenos

Como referencia y en particular, el Índice completo del estándar SQF es el que se muestra en la Figura III.3.b.

Preface
Contents
Introduction

- 1. Scope*
- 2. References*
- 3. Definitions*
- 4. SQF 2000 System Requirements*
- 5. Food Safety Fundamentals - Building and Equipment Design and Construction*
- 6. Food Safety Fundamentals - Pre-requisite Programs*
- 7. Requirements for Foods Contained in Hermetically Sealed Rigid, Flexible or Semi Rigid Containers*
- 8. Implementing an SQF 2000 System*
- 9. Principles & Application of HACCP*
- 10. Certifying SQF 2000 Systems*
- 11. The SQFI Audit and Certification Management System and Supplier Database*
- 12. SQF 2000 Certification Trade Mark – Rules for Use*
- 13. Requirements for a Multi-site Organization*

Appendix 1 Elements and sub-elements of the SQF 1000 Code required by a Sub-site under a Multi-site Organization

Appendix 2 Elements and sub-elements of the SQF 2000 Code required by a Sub-site under a Multi-site Organization

Appendix 3 Food Sector Categories

Appendix 4 The SQF 2000 Audit Report

Appendix 5 SQF 2000 Certificate of Registration

Figura III.3.b Lista resumen de los requerimientos del estándar SQF.

Como podemos apreciar, es un estándar sumamente completo y de éste quedarían como responsabilidad directa de mantenimiento e ingeniería de fábrica los apartados 5 y 6.6 directamente para lograr la certificación completa. El punto 5, se describe en la Figura III.3.c y el punto 6.6 se describe en la Figura III.3.d.

Design and Construction
Contents
5.1 Site Requirements and Approval
5.1.1 Premises Location
5.1.2 Construction and Operational Approval
5.2 Food Handling Areas
5.2.1 Materials and Surfaces
5.2.2 Floors, Drains and Waste Traps
5.2.3 Walls, Partitions, Doors and Ceilings
5.2.4 Stairs, Catwalks and Platforms
5.2.5 Lighting and Light Fittings
5.2.6 Inspection Area
5.2.7 Dust, Fly and Vermin Proofing
5.2.8 Ventilation
5.2.9 Equipment, Utensils and Protective Clothing
5.2.10 Cleaning of Processing Equipment, Utensils and Protective Clothing
5.2.11 Hand Washing Facilities
5.2.12 Protective Clothing Racks
5.2.13 Vehicles
5.3 Water and Ice Supply
5.3.1 Water Supply
5.3.2 Water Delivery
5.3.3 Ice Supply
5.3.4 Water Treatment
5.4 Storage Facilities
5.4.1 Cold Storage, Freezing and Chilling of Foods
5.4.2 Storage and Dry Ingredient and Other Shelf Stable Packaged Goods
5.4.3 Storage and Packaging
5.4.4 Storage of Equipment and Receptacles
5.4.5 Storage of Hazardous Chemicals and Toxic Substances
5.4.6 Alternative Storage and Handling of Goods
5.5 Separation of Functions
5.5.1 Process Flow
5.5.2 Receipt of Raw Materials
5.5.3 Thawing of Product
5.5.4 High Risk Processes
5.5.5 Other Processes
5.6 On-site Laboratories
5.6.1 Location
5.7 Staff Amenities
5.7.1 General
5.7.2 Change Rooms
5.7.3 Showers
5.7.4 Laundry
5.7.5 Sanitary Facilities
5.7.6 Lunch Rooms
5.8 First Aid Facilities
5.8.1 Access to First Aid
5.9 Waste Disposal
5.9.1 Dry and Liquid Waste Disposal
5.10 Exterior
5.10.1 Grounds and Roadways

Figura III.3.c Listado resumen de requerimientos para estándar SQF que normalmente son responsabilidad de mantenimiento en fábricas.

En caso de hablar sólo de los prerrequisitos como parte inicial, sólo se contempla el cumplimiento del apartado 6.6

- 6.1 Personnel Practices
 - 6.1.1 Personnel
 - 6.1.2 Clothing
 - 6.1.3 Jewelry and Personal Effects
 - 6.1.4 Visitors
- 6.2 Personnel Processing Practices
 - 6.2.1 Staff Engaged in Food Handling and Processing Operations
- 6.3 Training of Personnel
 - 6.3.1 Training Requirements
 - 6.3.2 Training Program
 - 6.3.3 Instructions
 - 6.3.4 HACCP Training Requirement
 - 6.3.5 Language
 - 6.3.6 Refresher Training
 - 6.3.7 Training Skills Register
- 6.4 Calibration of Equipment
 - 6.4.1 Calibration Methods
 - 6.4.2 Calibration Standards
 - 6.4.3 Calibration Schedule
 - 6.4.4 Records
- 6.5 Management of Pests and Vermin
 - 6.5.1 Requirements
 - 6.5.2 Pest and Vermin Control Program
 - 6.5.3 Using Pest Control Chemicals
 - 6.5.4 Pest Control Contractor
 - 6.5.5 Disposal of Unused Pest Control Chemicals
- 6.6 Premises and Equipment Maintenance
 - 6.6.1 Maintenance Program
 - 6.6.2 Instructions to Maintenance Personnel and Contractors
 - 6.6.3 Maintenance Schedule
 - 6.6.4 Equipment Lubrication and Paints
- 6.7 Cleaning and Sanitation
 - 6.7.1 Cleaning and Sanitation Programs
 - 6.7.2 Evaluating the Effectiveness of Cleaning
 - 6.7.3 Purchasing, Storage and Use of Detergents and Sanitizers
 - 6.7.4 Disposal of Unused Detergents and Sanitizers
- 6.8 Monitoring Water Microbiology and Quality
 - 6.8.1 Standard
 - 6.8.2 Water Treatment
 - 6.8.3 Analysis
- 6.9 Control of Physical Contaminants
 - 6.9.1 Foreign Matter
 - 6.9.2 Detection of Foreign Objects
 - 6.9.3 Managing Foreign Matter Contamination Incidents
- 6.10 Supplier Approval
 - 6.10.1 Selecting Approved Suppliers
 - 6.10.2 Approved Supplier Program
 - 6.10.3 Monitoring Approved Suppliers
 - 6.10.4 Register
 - 6.10.5 Records
- 6.11 Transport and Delivery
 - 6.11.1 Transport, Loading and Unloading Practices
 - 6.11.2 Loading
 - 6.11.3 Transport
 - 6.11.4 Unloading
- 6.12 Waste Management and Disposal
 - 6.12.1 Dry, Wet and Liquid Waste
 - 6.12.2 Removal from Food Handling and Processing Area
 - 6.12.3 Maintaining Waste Removal Equipment and Areas
 - 6.12.4 Monitoring Waste Removal
- 6.13 Allergen Control
 - 6.13.1 Allergen Control Program
 - 6.13.2 Risk Assessment
 - 6.13.3 Receiving and Storing Raw Material
 - 6.13.4 Storing Product Containing Allergen Causing Agent
 - 6.13.5 Sanitation of Processing Area and Equipment
 - 6.13.6 Batch Identification and Trace
 - 6.13.7 Re-working Product Containing Allergen Causing Agents

Figura III.3.d Listado resumen de los pre-requisitos del estándar SQF que normalmente responsabilidad de mantenimiento en fábricas.

Cito éstos ejemplos, para que podamos visualizar el nivel de responsabilidad directa que se tendrá. Además de todo el soporte que se debe brindar a todas las áreas de fábrica, para que se logren cumplir los apartados correspondientes a cada una de ellas ya que la mayor parte de las ocasiones, tendrán que recurrir a mantenimiento ó ingeniería de fábrica para apoyarse e implementar y cumplir con las mejoras correspondientes.

Para elegir el esquema de calidad a implementar en fábrica, se deberá poner especial cuidado en analizar cada uno de los esquemas, contra la naturaleza del proceso y la operación global, es decir; si sólo de se fabrica ó se incluye la distribución de los productos, de quienes son nuestros clientes y si aceptan nuestro esquema de certificación y no olvidar sobre todo, que el cumplimiento del esquema tendrá un costo.

Con respecto a este punto de seguridad alimentaria, nuestra principal preocupación en fábrica ya sea con planes de certificación ó sin ellos, será garantizar la inocuidad de los alimentos que procesamos y esto lo lograremos, poniendo especial atención en los puntos críticos de control que emanan del estudio interno que desarrolla el equipo HACCP (*Hazard Analysis of Critical Control Points*) de fábrica.

Hoy en día, todas las fábricas productoras de alimentos y bebidas en México, deben desarrollar estudios HACCP, como prerrequisito para su certificación bajo cualquier esquema.

En la figura III.3.e, se muestra un breve resumen de la historia del HACCP.

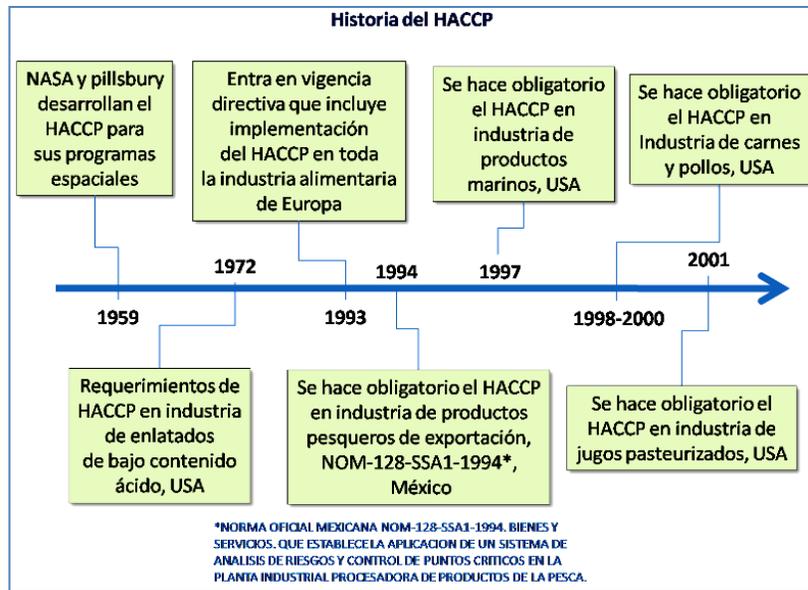


Figura III.3.e Historia del HACCP

Para el desarrollo de un estudio HACCP se deben considerar los pasos descritos en la figura III.3.f

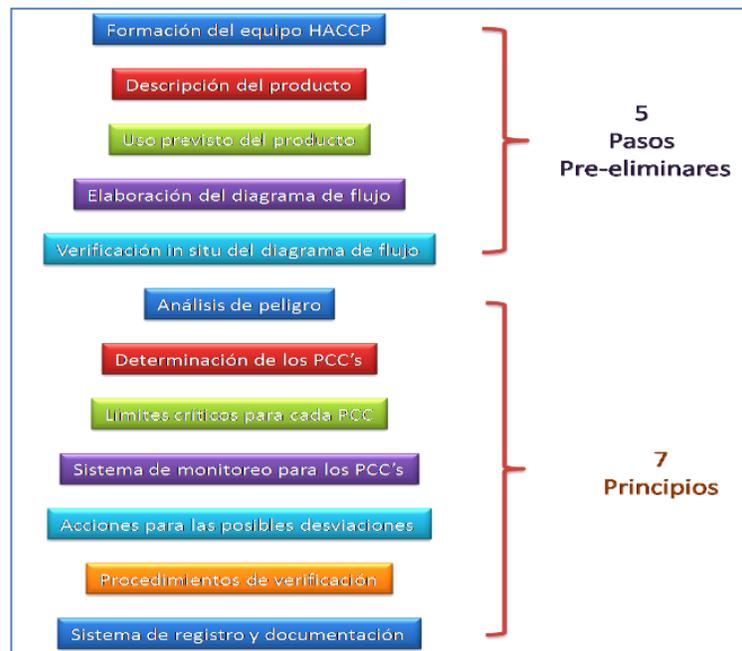


Figura III.3.f Principios HACCP. El sistema HACCP tiene siete principios reconocidos a nivel internacional los cuales, de acuerdo a lo establecido por el “Codex alimentarius”, se aplican recorriendo los doce pasos descritos.

El equipo HACCP, deberá estar integrado por los siguientes participantes:

- Gerente general de fábrica
- Gerente de producción
- Gerente de aseguramiento de calidad
- Gerente de mantenimiento, proyectos e ingeniería de fábrica
- Gerente de logística
- Gerente de asuntos humanos

Una vez que se concluye el estudio HACCP, se habrá definido perfectamente cuales son los puntos críticos de control, que son aquellos que controlan el proceso y su pérdida provocará en consecuencia la pérdida de inocuidad.

En segunda instancia se habrán definido puntos de control, que son aquellos que controlan el proceso y su calidad y aunque su pérdida momentánea, no provocará la pérdida de inocuidad si impactará en la calidad.

Así como los esquemas de calidad se basan en los estudios HACCP, los estudios HACCP, también se basan en que en la entidad productiva, se cuenta con todos los elementos necesarios para la aplicación y desarrollo de las Buenas Prácticas de Manufactura “GMP” (*Good Manufacturing Practices*).

Las buenas prácticas de manufactura a implementar en fábrica, estarán especificadas en el esquema de calidad que elijamos. En cualquier caso, éstas serán siempre relativas a normar la operación de la entidad para respetar las separaciones de áreas, manejo de materiales, materias primas, producto terminado, utilización de herramientas, ropa y accesorios que faciliten el manejo sanitario del proceso en todo momento. Los usos y costumbres del personal dentro de la entidad siempre deberán ser acordes a lo anterior y basados sobre todo en la seguridad alimentaria y la higiene.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN, APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN

IV.1 Evaluación

El modelo de gestión que propongo, incluye el desarrollo de una evaluación genérica que se puede aplicar a cualquier fábrica para alimentos y bebidas, independientemente de su tamaño.

El cumplimiento a las legislaciones vigentes y las normatividades para certificación deben asegurarse, cumplirse de manera real tanto en adecuaciones administrativas como en conformidades en campo, que son precisamente el objetivo de la evaluación.

Para la aplicación, propongo un esquema que nos permita poder expresar inicialmente el estado para el cumplimiento de cada requerimiento y enseguida, programar su corrección en el tiempo como plan de acción. Posteriormente, medir el nivel de evolución en la implementación de las mejoras necesarias.

Al realizar la evaluación, tomaremos en consideración la siguiente referencia para en nivel de cumplimiento en cada apartado:

- 0 No existe evidencia de gestión
- 1 Existe evidencia de la gestión
- 2 Cumple con la gestión
- 3 Cumple por encima del requerimiento

Cada apartado tiene una puntuación máxima de tres puntos, de tal manera, que podemos contabilizar la puntuación máxima para esa fábrica en particular, ya que aunque las variantes en el total de maquinaria se verán diferentes en función al tamaño de la fábrica. El total de puntos se refiere a la gestión sobre la entidad en particular, es

decir; si la fábrica es pequeña, tendrá poca puntuación que cumplir, si es mediana la puntuación de deberá ser mayor y si la fábrica es muy grande ó si es un complejo industrial, la puntuación será mucho mayor, sin embargo; en proporción directa a los puntos a que debe cumplir, los recursos a administrar y por supuesto la gestión a realizar.

IV.2 Aplicación

Para el registro de la evaluación propongo el formato mostrado en la Figura IV.2.a, que integra la identificación de la entidad productiva, fecha de realización de la evaluación, las observaciones en cada apartado y la programación tentativa en el tiempo, para el cumplimiento de la no adecuación ó no conformidad encontrada.

 Auditoría Técnica Unidad de Ingeniería Fábrica TORREON Fecha de aplicación Noviembre de 2012				2012 - 2013											
				OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1-Indicadores de Operación Técnica (10/27)				Observaciones											
Indicadores de KIP's															
1.1.1	1	Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.1.2	1	Tiempo de paro no programado por manito	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.1.3	1	Relación entre fallas	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.1.3	1	Gasto de mantenimiento (\$)	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.2	1	Indicadores de Energía Eléctrica	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.3	1	Indicadores de Agua	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.4	1	Indicadores de Combustibles	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.5	1	Indicadores de Vapor	1	Solo se presenta evidencia sin seguimiento											
1.6	1	Indicadores de PTAR	2	Cumple con los requerimiento de monitoreo control y seguimiento a mejoras											
Total de Puntos 27			10												
2-Requisimientos básicos para la Gestión de Mantenimiento (24/63)				Observaciones											
2.1	1	Programa de Mantenimiento anual NX 365	2	Se debe publicar en el Taller y en campo											
2.2	1	Programa de lubricación de equipos NX 365	1	Se debe elaborar el programa de lubricación para todos los equipos de Fab y reg en SAP (apli)											
2.3	1	Programa de Mantenimiento anual extraordinario	0	Se deberá elaborar conforme a la explicación personal											
2.4	1	Programa de Mantenimiento de intervención por paro semanal	1	Se deberá elaborar programa de acuerdo a la explicación personal y archivos de referencia or											
2.5	1	Historial de mantenimiento para maquinaria e instalaciones	2	Cumplió la revisión aleatoria											
2.6	1	Condición y utilización de maquinas herramienta en taller	1	Deben complementarse los equipos para utilización en Taller (lugar, bancos, prensa, etc...)											
2.7	1	Herramientas manuales para el taller de máquinas herramienta	NA												
2.8	1	Máquinas soldadoras y de corte	1	Es necesario un equipo de corte con plasma para acero inoxidable, adecuación de area para s											
2.9	1	Aplicación de soldaduras y cortes en Taller de Mantenimiento	1	Idem											
2.10	1	Herramientas para maniobras	1	Se debe contar con un lote mínimo de herramientas para maniobras (garuchas, tirfor, cadena											
2.11	1	Herramientas manuales de uso común para el personal en Almacén de refac	1	Almacén de refacciones debe hacerse cargo de las herramientas de uso común											
2.12	1	Herramientas manuales de asignación personal	1	Se requiere mantener en condiciones optima la herramienta del personal											
2.13	1	Bancos de trabajo en el taller de Mantenimiento	1	Se deben mejorar las condiciones de los bancos para trabajar y guardar herramientas											
2.14	1	Iluminación en las diferentes áreas de trabajo del taller de mantenimiento	1	Se requiere mejorar el area de calderas											
2.15	1	Ventilación adecuada en las diferentes áreas del taller de Mantenimiento	1	Se requiere extractor en area de soldadura											
2.16	1	Análisis de mano de obra disponible vs mano de obra utilizada en los progr	1	Se debe tener a la mano y actualizado											
2.17	1	Mantenimientos tercerizados (iluminación, pintura, herrería, aluminio, drenajes, plomería, civil, intendencia, maquinados)	1	Se cual sea la estrategia los trabajos deberán presentar buenos acabados											
2.18	1	Catálogo de Contratistas	2	Cumple. Queda pendiente la validación de contratistas de utilización frecuente											
2.19	1	Almacén de refacciones Técnicas	1	Debe depender de Operaciones y la parte de refacciones técnicas											
2.20	1	Refacciones obsoletas	1	Se deberán tramitar las refacciones obsoletas para su salida ASAP en coordinación con el C											
2.21	1	Activos obsoletos y en desuso	2	Cumple con el avance este año y será necesario concluir cero obsoletos ASAP											
2.22	1	Implementación del Mantenimiento Preventivo Estándar (MPE)	1	Muestra evidencia de avance pobre											
Total de Puntos 63			24												

Figura IV.2 Registro de evaluación técnica para fábrica.

IV.3 Interpretación

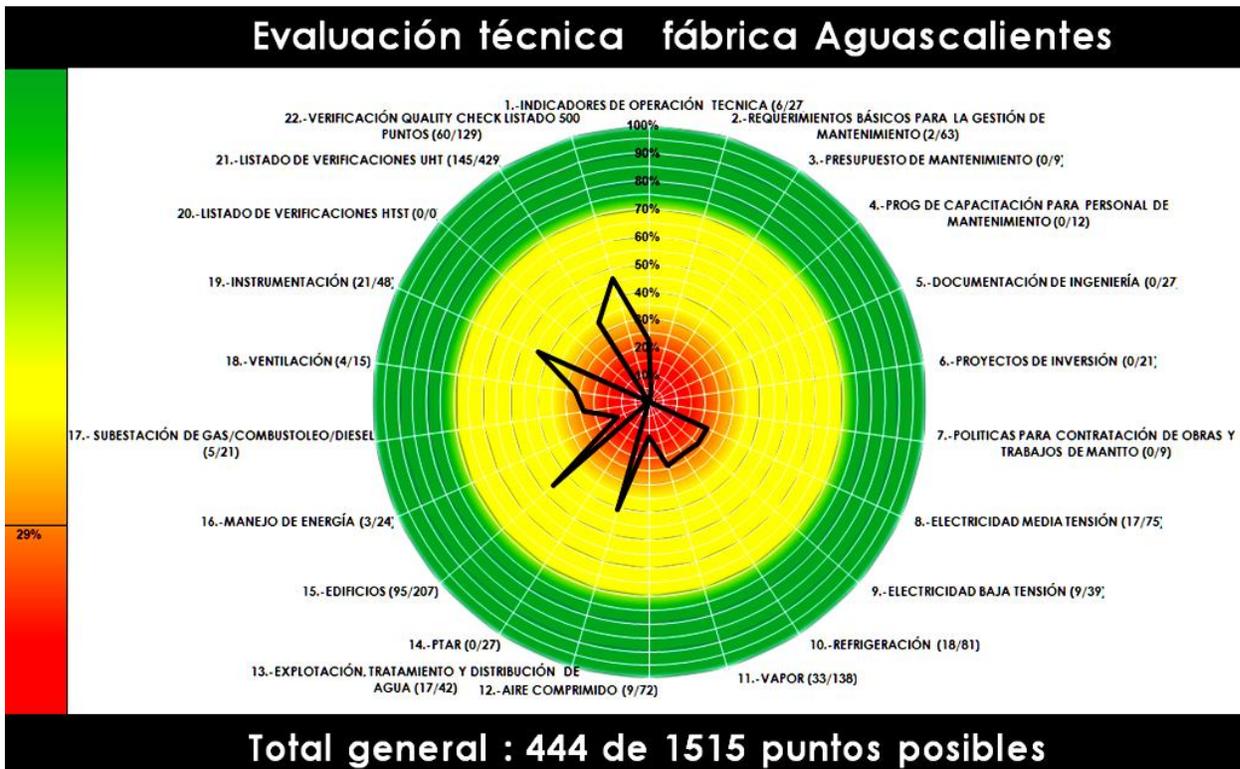


Figura IV.3.a Registro de evaluación técnica para fábrica.

La gráfica mostrada en la Figura IV.2.b, está diseñada para expresar de manera clara el resultado global de la gestión y al mismo tiempo, el detalle que se obtuvo para la evaluación de la gestión integral para mantenimiento e ingeniería en fábrica.

- En la parte superior la identificación de la entidad productiva
- En la parte izquierda, en la barra vertical coloreada gradualmente de rojo a verde, indica en base cien, el porcentaje que se cumplió del total posible
- En la gráfica radial se muestran tres colores concéntricos que permiten visualizar el trazo y localización para los cumplimientos, en términos de riesgo para el color

rojo, alerta para el color amarillo y verde para aquellos en los que la gestión es adecuada y podría superar la expectativa de evaluación

- El polígono que resulta en la línea negra, de hecho no debía serlo, sino un círculo perfectamente definido sobre el perímetro del color verde, mostrando que la gestión se excede en cada punto solicitado. Un círculo perfecto en el perímetro amarillo indicaría que la gestión es regular y se cumple de manera conceptual y apropiada. En caso de que el polígono siguiera el perímetro del círculo rojo, estaríamos en una situación de claro riesgo en la cual se tiene una gestión absolutamente deficiente y finalmente si la gráfica llega a tocar el origen en cero, se trataría de un punto en el que el personal técnico de fábrica no tiene los fundamentos para efectuar su gestión y al no contar con evidencia, la evaluación corresponde a cero puntos para el apartado en particular.

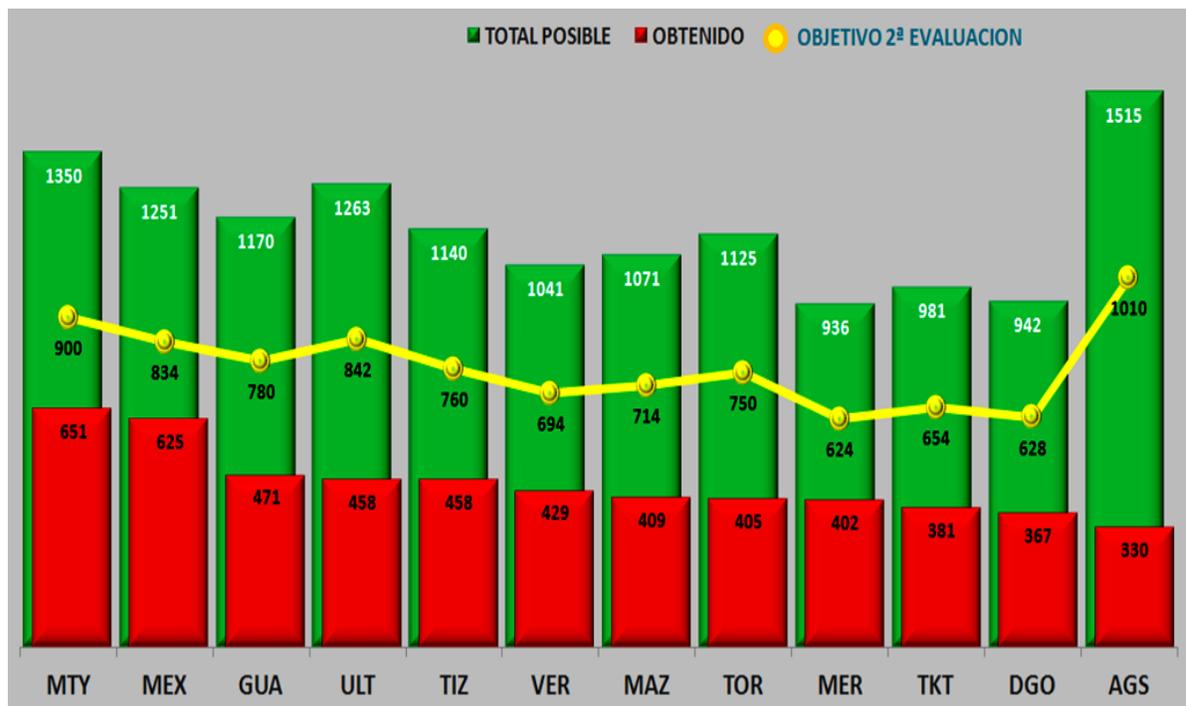


Figura IV.3.b Representación gráfica en comparación, de los resultados para diferentes fábricas con la misma naturaleza pero diferente tamaño.

Puntos de Evaluación	MEX			MTY			GUA			TOR			DGO			MAZ		
	Top	1a	Ava	Top	1a	Ava	Top	1a	Ava									
1 Indicadores de Operación Técnica	27	17	14	27	18	17	24	16	16	24	16	13	24	16	16	24	16	15
2 Req básicos para la gestión del mantto	63	43	45	57	26	29	63	25	25	63	23	38	60	24	26	60	25	32
3 Presupuesto de mantenimiento	9	6	6	9	4	5	9	4	4	9	3	4	9	3	3	9	4	6
4 Prog de cap para personal de mantto	12	8	8	12	6	6	12	4	4	12	3	3	12	5	5	12	4	5
5 Documentación de ingeniería	24	16	16	24	11	13	24	9	9	24	7	11	24	10	10	24	9	10
6 Proyectos de inversión	21	14	14	21	7	7	21	9	9	21	7	7	21	7	7	21	9	7
7 Pol contrata de obras y trabajos de mantto	9	6	6	9	6	6	9	5	5	9	5	6	9	6	6	9	5	6
8 Electricidad Media tension	45	15	15	45	19	23	75	22	31	45	10	19	45	12	12	45	9	10
9 Electricidad Baja Tension	39	12	12	39	14	18	39	8	21	39	4	17	39	12	12	39	7	7
10 Refrigeración	69	23	23	81	39	47	69	15	27	78	12	32	69	18	18	69	17	17
11 Vapor	84	26	26	84	26	44	84	22	31	111	23	41	84	18	18	111	24	30
12 Aire comprimido	48	14	14	48	15	30	54	12	13	54	9	19	48	9	9	48	14	14
13 Explotación, trat y distrib de agua	33	18	18	33	19	21	42	12	13	36	17	22	33	15	15	24	12	13
14 PTAR	27	13	13	27	13	16	27	11	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 Edificios	192	82	82	204	112	120	177	70	96	168	83	84	132	59	59	150	67	70
16 Manejo de Energía	24	4	4	24	6	8	24	3	3	24	8	14	21	3	4	21	6	6
17 Subestacion gas/diesel/combustoleo	21	2	2	21	9	11	21	8	8	18	3	4	18	5	5	18	7	8
18 Ventilación	24	8	8	24	12	12	24	8	8	24	8	8	24	8	8	24	8	8
19 Instrumentacion	48	26	26	48	25	29	42	26	27	48	16	24	45	16	28	45	15	15
20 Listado de verificaciones HTST	297	184	184	381	190	191	198	108	126	192	64	78	99	54	66	189	73	81
21 Listado de verificaciones UHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 Verif Q Chekd listado de 500 puntos	132	88	88	132	74	77	132	74	79	126	74	84	126	67	80	132	75	80
	1248	625	624	1350	651	730	1170	471	571	1125	395	528	942	367	407	1074	406	440

Tabla IV.3 Valores obtenidos en la evaluación para diferentes fábricas con la misma naturaleza pero diferente tamaño.

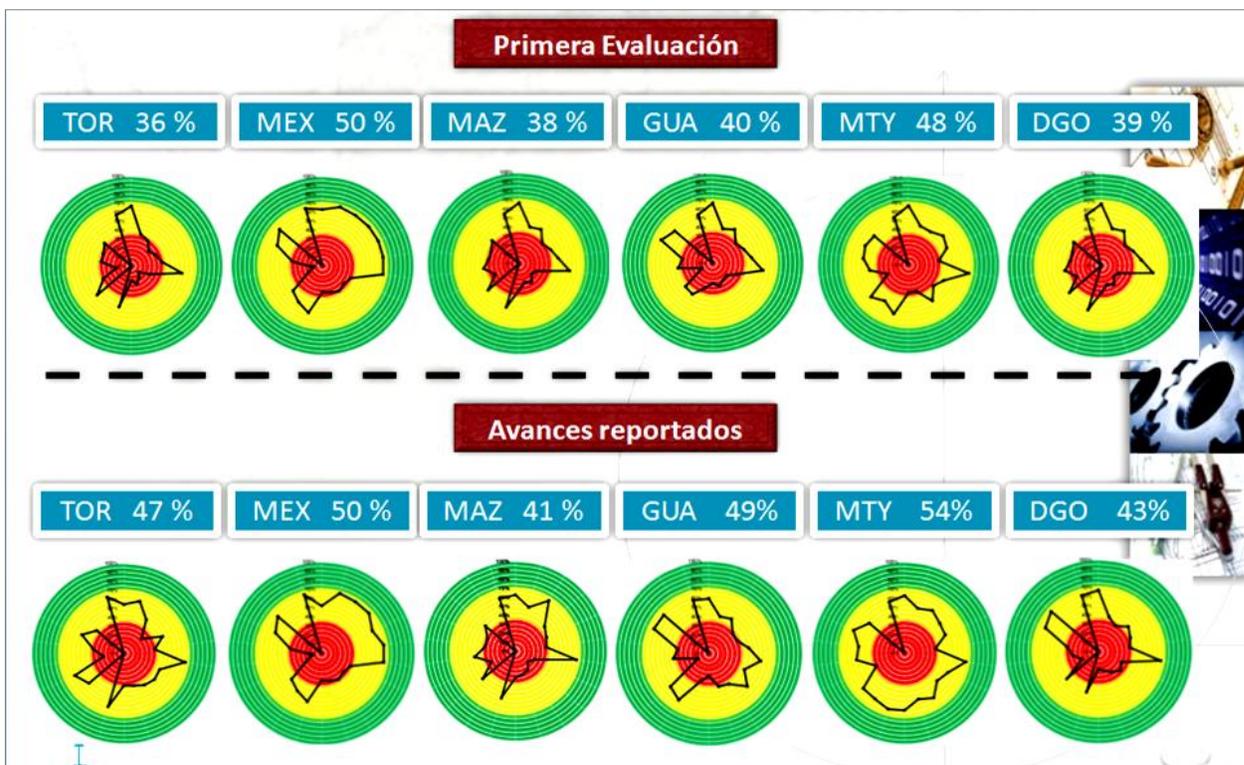


Figura IV.3.c Comparación de gráficas con resultados de evaluaciones

CONCLUSIONES

El presente modelo para la gestión, representa una referencia que nos puede auxiliar para obtener una adecuada administración de recursos y dirección del personal en las fábricas para alimentos y bebidas. La principal valía y aprovechamiento, estará en ayudar a detectar las áreas de oportunidad, definir las de manera concreta y programarlas para su corrección en el tiempo.

Hoy en día, los sistemas de producción y servicios en la industria, están normados, de manera estandarizada a través de esquemas reconocidos tanto de manera local como de manera global. No contamos con un modelo de gestión que abarque de manera puntual todos los aspectos aquí expuestos y que sin lugar a dudas, nos ayudan a cumplir los esquemas establecidos como regulaciones y certificaciones nacionales e internacionales.

El modelo de gestión aquí propuesto, representa una referencia que es absolutamente perfectible y que será importante complementar con la experiencia personal en cada caso particular.

Como se puede apreciar en el comportamiento de las fábricas evaluadas, existió una mejora significativa entre su primera evaluación y las subsecuentes, toda vez que al término de la primera evaluación ya se contaba con un plan de trabajo preliminar que representa la base para un plan integral de mejora continua.

Confirmamos con los resultados de la evaluación, que al gestionar la capacitación, adiestramiento, herramientas, materiales y refacciones al personal, los trabajos programados fluyen con naturalidad y conocimiento de todo el personal, elevando su cumplimiento en programación de la producción y con calidad en los resultados.

Si nuestra hipótesis es que al seguir de manera disciplinada cada una de las recomendaciones descritas en los capítulos anteriores, nos asegurará el éxito, entonces evaluar y dar seguimiento, será primordial para lograr la constancia y guía de esfuerzos en los planes de acción que se generen en consecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ▲ Eugene A. Avallone, Theodore Baumeister III. Marks. “*Manual del Ingeniero Mecánico Tomos 1 y 2*”. Mc Graw Hill. Impreso en Colombia. 1998
- ▲ Gavriel Salvendy. Manual de Ingeniería Industrial Volúmenes I y II. LIMUSA. Grupo Noriega Editores. México. Primera edición. 1991.
- ▲ Spirax Sarco. Design of Fluid Systems. Telfth Edition. Second Printing. June 2001.
- ▲ Mayekawa de México, S.A. de C.V. MYCOM. Refrigeración. Principios, diseño y aplicaciones.
- ▲ ECBE. Escuela para Capacitación de Brigadas de Emergencia. “Guía para respuesta en caso de emergencia. Una guía para los que responden primero en la fase inicial de un incidente ocasionado por materiales peligrosos”. 2004.
- ▲ Harvey M. Herro, Robert D. Port. The NALCO Guide to Cooling Water System Failure Analysis. NALCO Chemical Company. Mc Graw-Hill, Inc.
- ▲ Harvey M. Herro, Robert D. Port. The NALCO Guide to Boiler Failure Analysis. NALCO Chemical Company. Mc Graw-Hill, Inc.
- ▲ Frank N. Kemmer. The NALCO Water Handbook. Second Edition. Mc Graw-Hill, Inc.
- ▲ ARI. Air Conditioning and Refrigeration Institute. “Manual de refrigeración y aire acondicionado Tomos I, II, III y IV. PHH. Prentice Hall.
- ▲ SELMEC. Electroequipos Industriales, S.A. de C.V. “Manual SELMEC de Calderas Cleaver Brooks”.
- ▲ SELMEC. Electroequipos Industriales, S.A. de C.V. “Manual de Subestaciones Eléctricas”. Instituto SELMEC de Capacitación.
- ▲ IIAR. Ammonia Refrigeration Education and Training Program. 2004.
- ▲ Juan Gallardo Cervantes. “Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión” Mc Graw Hill. México, D.F. 1998.
- ▲ Nassir Spag Chain, Reinaldo Spag Chain, “Preparación y Evaluación de Proyectos”. Mc Graw Hill. Impreso en Colombia. 1998.
- ▲ José Eliseo Ocampo. “Costos y Evaluación de Proyectos”. Grupo Editorial Patria. Quinta reimpresión México, 2007.

- ▲ D. I. Clealand y W. R. King. "Manual para la Administración de Proyectos". Grupo Editorial Patria. Décima segunda reimpresión México, 2008.
- ▲ Ing. Sergio Zepeda C. "Manual de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Aire Comprimido, Gas y Vapor". Limusa Noriega Editores. México, D.F. 1995.
- ▲ J. Roldan Vilorio. "Motores Eléctricos, Aplicación Industrial". Editorial Paraninfo. Madrid, España. 1992.
- ▲ SELMEC Sociedad Electromecánica, S.A. de C.V. "Manual de Datos Técnicos". México, D.F. 1992.
- ▲ Crane. "Flujo de Fluidos en Válvulas Accesorios y Tuberías". Mc Graw Hill.
- ▲ Enríquez Harper. "Manual de Instalaciones Eléctricas residenciales e Industriales".
- ▲ Gavriel Salvendy. "Manual de Ingeniería Industrial Volúmenes I y II". LIMUSA. Grupo Noriega Editores. México, D.F. 1991.
- ▲ Gilberto Enríquez Harper. "Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión".LIMUSA Grupo Noriega Editores. México 1990.
- ▲ Viejo Zubicaray. "Bombas. Teoría, Diseño y Aplicaciones". LIMUSA. Noriega Editores México. 1994.
- ▲ Kenneth Mc Naughton. "Bombas. Selección, Uso y Mantenimiento". Mc Graw Hill. México, D.F. 1993.