

0058

11



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“MEJORA E IMPLANTACION DE UNA METODOLOGIA
DE MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA PRODUCTORA
DE PAPEL EN MEXICO”

INFORME DE TRABAJO QUE PARA OBTENER
EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA QUIMICA (PROYECTOS)
PRESENTA FEDERICO TREJO O'REILLY

ASESOR; DR. JULIO LANDGRAVE ROMERO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO, UNAM, FACULTAD DE QUIMICA,
MEXICO D.F. JUNIO DE 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

	pp.
I) HIPOTESIS Y OBJETIVO	1
II) ANTECEDENTES	2
III) INTRODUCCION	5
IV) DESARROLLO	19
IV.1) Detección de necesidad (necesidad de mejorar dentro de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento)	19
IV.2) Justificación (personal desmotivado, lejanía entre teoría y práctica del departamento)	25
IV.3) Ingeniería Básica (establecer límites, auditorias reales, diseño conceptual del DP-U)	26
IV.4) Ingeniería de detalle (establecer en detalle las auditorias reales, y diseño en detalle del DP-U)	33
IV.5) Procura y construcción (llevar a la práctica las auditorias reales, y lo establecido en el DP-U)	56
IV.6) Arranque y pruebas (exponer y defender los valores de auditoría, y continuar la aplicación del DP-U)	67
IV.7) Entrega (reporte de labores y situación final)	68
V) CONCLUSIONES	69
VI) LISTADO DE TABLAS Y GRAFICAS DEL INFORME	73
VII) ANEXOS	75
VIII) BIBLIOGRAFIA	96

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS.

A la Facultad de Química:

Al Dr. Julio Landgrave Romero, por haber creído en mi deseo por aprender.

A la Maestra Leticia Lozano Ríos, por haberme compartido algunas de sus apreciaciones.

A mis Profesores en general.

Al Ingeniero Gerardo Victal por su valiosa amistad y conocimientos en el ramo.

Desde una perspectiva mística y mágica, a DIOS; por haberme guiado para buscar ser digno, humilde y servir a los demás.

En especial a mi madre Martha O'Reilly por su sabiduría y apoyo

Por haber recibido la oportunidad de concluir este trabajo y estudios, en el entendido de que la responsabilidad, la ética y la alegría son pilares para la vida.

I) HIPOTESIS y OBJETIVO:

HIPOTESIS:

Al proceder con orden, ética, con un deseo de servir y mejorar, y al contar con y aplicar herramientas de proyectos de ingeniería química, es posible potencializar departamentos de planeación y programación de mantenimiento pertenecientes a fábricas de papel y de otro tipo, que utilicen procesos químicos y de manufactura para la producción de bienes de consumo.

OBJETIVO:

El presente informe de trabajo tiene como fin, poner de manifiesto los resultados y el esfuerzo llevados a cabo dentro de una fábrica de papel en México y de manera particular en el departamento conocido como Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento (SPPM) de la misma.

Los trabajos reportados se realizaron con miras a mejorar, sanar y proyectar con eficiencia y hacia el futuro a la superintendencia (SPPM) citada, así como buscar de manera paralela la mejora de los procesos productivos y de mantenimiento de la planta.

II) ANTECEDENTES:

En el presente informe se describe, la metodología y diseño operacional y de mejora continua de una Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento (SPPM). La metodología está basada en los trabajos profesionales del sustentante a nivel gerencial y de superintendencia a partir de 1994, los cuales se desarrollaron en una empresa productora de papel en México, en un espacio temporal de más de 2 años. Cabe hacer mención que la edad de la planta era de 17 años aproximadamente por lo cual el mantenimiento preventivo tuvo un papel relevante en la misma, con el fin de disminuir lo más posible el mantenimiento correctivo. La metodología y diseño analizados en el presente son de interés de manera adicional dado que la empresa es de origen y proyección internacionales.

Las labores realizadas toman en cuenta la experiencia de la empresa acumulada durante 10 años en este rubro y constan de tres fases:

- a) Diagnóstico y análisis del uso de recursos de mantenimiento,
- b) Plan de acción,
- c) Implementación del plan de acción y entrega.

El trabajo es de tipo integral y optimiza recursos pues busca disminuir el mantenimiento correctivo de la planta productiva en favor de planear, intensificar y promover en el presente y hacia el futuro el mantenimiento preventivo y predictivo. Se logra de manera paralela la vanguardia en servicios de planeación programación y ejecución de mantenimiento.

Una de las premisas básicas consideradas para el desarrollo implementación y éxito del trabajo es la de la colaboración y comunicación entre los departamentos de producción, ingeniería, mantenimiento, almacén, compras y de la propia Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento. Con la premisa de integración departamental citada, se habría de obtener el esquema de trabajo conocido como MPT ó Mantenimiento Productivo Total, término utilizado a nivel internacional.

Descripción de las fases:

a) La fase de Diagnóstico y análisis del uso de recursos de mantenimiento comienza en el momento de mi llegada a la empresa, fué compleja y tardó más de un año en llevarse a cabo. Se basó en la observación, imparcialidad, objetividad, análisis de indicadores de desempeño, de recursos disponibles, metas, políticas, criterios y objetivos pre-existentes en la empresa, así como del uso de sistemas de cómputo.

Esta fase fué fundamental para poder desarrollar un plan de acción. En la misma se presentaron diversidad de problemas y resistencia al cambio ya que por ejemplo, en el momento en que la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento comenzó a desglosar la problemática, se tuvieron quejas y polémicas pues otros departamentos se sentían juzgados.

La SPPM dejaba poco a poco de ser la oveja negra del mantenimiento y coordinación producción-mantenimiento. En esta fase fué donde se detectó que la realidad y teoría respecto de la SPPM tenía contradicciones, causando frustraciones internas en la misma.

b) La fase de plan de acción se dá en el momento en que se actúa para mejorar las condiciones existentes y futuras de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento.

Tenemos que con base en lo diagnosticado y analizado en la fase anterior ó fase a) de Diagnóstico y análisis y con la motivación de “crear un diseño a la medida del departamento”, se decidió establecer un plan por escrito para mejorar lo que se vivía. El plan se llamó **Diseño de Planeación esquema Universal ó DP-U** y contempló de manera integral la solución y proyección de la SPPM dentro de las condiciones conocidas. El DP-U, como su nombre lo indica, pretende contar con una propuesta universal de la planeación y programación de mantenimiento y ubicar a dicho departamento, tomando en cuenta la naturaleza del mismo, como eje de integración entre producción, compras, almacén, ingeniería y mantenimiento.

Es importante recalcar que el plan de acción DP-U es de tipo integral pues parte desde la fase de diseño e ingeniería de las instalaciones y llega hasta la retroalimentación por parte del personal de producción y mantenimiento, pasando por sistemas de cómputo.

c) La fase de implementación del plan de acción y entrega se fué dando de manera paralela conforme se desarrollaba el mismo, es decir el DP-U.

Es importante recalcar que el plan de acción DP-U es de tipo integral pues parte desde la fase de diseño e ingeniería de las instalaciones y llega hasta la retroalimentación por parte del personal de producción y mantenimiento, pasando por sistemas de cómputo.

c) La fase de implementación del plan de acción y entrega se fué dando de manera paralela conforme se desarrollaba el mismo, es decir el DP-U.

Gracias a las medidas implementadas se llegaron a erradicar quejas con más de 9 años de antigüedad de las que era objeto la SPPM, lo que puede dar una idea del impacto y mejora logrados con el plan citado. La SPPM se entregó con un resumen de las actividades realizadas el tiempo que estuve al frente del departamento y con el DP-U revisado e impreso para discusión final con las gerencias de planta, producción y mantenimiento e ingeniería. Considero que con el plan se dejó una ruta a seguir, la que me parece valiosa, positiva, bien sustentada y que cuenta con un formato y esquema propio de Ingeniería de Proyectos.

Injusto sería no reconocer y citar como parte de los antecedentes, que la empresa en donde se desarrollaron las labores de mejora descritas contaba a mi llegada con un reconocimiento internacional por las altas eficiencias en sus sistemas productivos incluyendo el de planeación y programación de mantenimiento.

Por último, como parte de los antecedentes tenemos que el presente reporte de trabajo presenta y discute las labores descritas en este apartado.

III) INTRODUCCION:

Con el fin de enmarcar el presente trabajo dentro de la Ingeniería de Proyectos se estructura este apartado con base en los siguientes puntos:

- Definiciones de proyecto.
 - Resumen de historia de proyectos industriales de acuerdo con George J. Ritz.
 - Análisis de correspondencia entre un proyecto de ingeniería y el presente reporte.
 - Estudio sobre mantenimiento moderno, basado en una empresa que oferta servicios de proyectos y mantenimiento en internet y su vínculo indiscutible con la ingeniería de proyectos actual.
 - Necesidad de contar con sistemas computarizados de mantenimiento y algunas características y definiciones genéricas de los mismos.
-
- Definiciones de proyecto.

Comencemos con las definiciones de proyecto y proyecto de ingeniería, de tal suerte que se invite a la reflexión.

“Proyecto”:

1. Plan, intención, diseño.
2. Empresa.
3. Utopía.

1

“Proyecto de Ingeniería”:

Terminar el trabajo como estaba especificado, a tiempo y dentro de presupuesto.

2

El “proyecto de Ingeniería presentado en este informe” se define como:

El uso y aplicación de conocimientos de Ingeniería Química de Proyectos para potencializar dentro de una fábrica de papel al departamento de Planeación y

¹ Diccionario Trillas de la Lengua Española Ilustrado, Derechos Reservados, 1990, Editorial Trillas, S.A. de C.V., Av. Río Churubusco 385, Col. Pedro María Anaya, C.P. 03340, México D.F.

² Total Engineering Project Management, George J. Ritz, Copyright 1990 by McGraw-Hill, Inc. All rights reserved, Printed in the United States of America.

Programación de Mantenimiento, el cual cumple con funciones tanto de coordinador de proyectos de mantenimiento como de coordinador de proyectos de mejora de procesos productivos que requieren mano de obra de mantenimiento de la empresa.

3

¿Qué es un proyecto?

Actividad organizada, en donde existen variedad de disciplinas y sistemas a orientar, monitorear, y controlar en favor del resultado esperado en el tiempo, viviendo el proceso con tranquilidad, satisfacción, asertividad, cultura de servir y Paz.

4

Pasemos ahora a la presentación de la Tabla III.1, que ilustra las características de proyectos de capital y poder diferenciar por medio de la misma entre proyectos de tipo-procesos y de tipo-no-procesos. En la Tabla mencionada, tenemos que también se indican los tipos de documentación asociados a cada familia de proyectos y los costos de ingeniería como % del costo total de instalación de las mismas es decir de las familias de proyectos.

³ Federico Trejo-O'Reilly (autor del presente informe).

⁴ Federico Trejo-O'Reilly (autor del presente informe).

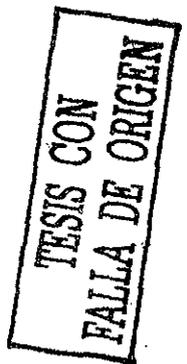
Matriz de características de proyectos de capital

Proyectos por tipo de proceso			Proyectos de tipo no-proceso					
Plantas Químicas de líquidos (1)	Plantas Líquido / Sólido (2)	Plantas de proceso sólidos (3)	Plantas de generación de energía (4)	Plantas de Manufactura (5)	Proyectos de obra civil (6)	Instalaciones de apoyo (7)	Proyectos comerciales, A & I (8)	Proyectos Misceláneos (9)
Refinerías petroquímicas, Químicos orgánicos básicos, Monómeros etc...	Pulpa y Papel, Complementos minerales, Pinturas & polímeros, Fibras sintéticas, Comida, Fármacos, Jabones, Películas, etc...	Cemento, Arcillas, Minería, Acero y metales no-ferrosos, Alimentos, Fertilizantes, etc...	Combustibles fósiles, Hidro-eléctricas, Plantas nucleares *, Líneas de energía, Cogeneración, etc...	Autos, Textiles, Ensamblados ligeros, Fabricación, Electrónica, Aeroespacial, etc...	Presas, Autopistas, Transporte, Infraestructuras, Aguas y drenajes, Puertos & obras marinas, etc...	Laboratorios, Instalaciones de pruebas, Instalaciones aeroespaciales, etc...	Oficinas, Centros comerciales, Esquemas habitacionales, Hospitales, Instituciones, etc...	Trabajos de desarrollo e investigación, Estudios de factibilidad, Control de proyectos, Automatización, Estudios de locación, etc...
% del CTI **	10%	9%	7-8%	7%	6%	6%	4-6%	0.5-1.5%
Tipos de documentación:			Tipos de documentación:					
Diagramas de flujo de proceso, Balances de materia y energía, Cálculos de diseño de proceso Diag. de tubería e instrumentación, Hojas de datos de equipo, Layouts de planta y equipo, Diseño de tubería y/o modelos, Dibujos isométricos de tubería, Listas arranque material tuberías Lista instrumentos y especificaciones Material arranque instrumentación, Especificaciones de equipo, Actividades de procura: Comprar, acelerar e inspeccionar la obra civil, arquitectónica, estructural, y su diseño. Diseño eléctrico, Diseño instrumentos, Diseño de equipo de proceso, Sistemas para tratamiento efluentes, Administración de la construcción.			Algunos diagramas de flujo de proceso, Algunos diagramas de tubería e instrum. Layouts de equipo, Modelos de Bloque, Especificaciones de equipo, Instrumentación, Procura: Compra, acelerar e inspeccionar, Diseño civil, archit, y estructural, Diseño eléctrico, Tratamiento de efluentes, Contratar paquetes oferta, Administración de la construcción * Más que para plantas de proceso.			Estos son considerados proyectos tipo arquitectura-ingeniería (A & I) que llevan un involucramiento menor de diseño de proceso, exceptuando algunos casos de la columna (9), Equipo ó layouts de planta ó piso, Diseño interior, Modelos a escala o de bloque, Diseño arquitectónico, Diseño civil/estructural, Diseño eléctrico de alumbrado y de la planta de poder, Plomería y sistemas de calefacción, ventilación, y aire acondicionado (PCVAA), Especificaciones generales, Contratar paquetes oferta, Selección de contratistas, Inspección de la construcción, Administración de la construcción.		

* Las plantas nucleares son un caso particular debido a los requerimientos regulatorios y de seguridad.

** Costo de la ingeniería como porcentaje (%) del costo total instalado (CTI).

Tabla III.1



- Resumen de historia de proyectos industriales de acuerdo con George J. Ritz.

Pasemos ahora al resumen de la historia de proyectos industriales de capital de acuerdo con el autor George J. Ritz.

“Muchos autores recientes de libros de administración y dirección de proyectos nos habrían hecho creer que la administración de proyectos es una técnica relativamente nueva desarrollada desde el arribo de la computadora. Cualquiera en el campo de proyectos de capital debiera estar enterado de que esto simplemente no es el caso. Después de entrar en el ramo de ingeniería y construcción a finales de los 40's, descubrí que los sistemas de administración de proyectos operaban básicamente en el mismo contexto en que los utilizamos hoy en día. La única diferencia real entre antes y ahora es la plétora de datos generados por métodos modernos de programación y por las computadoras. Otro extra son los mejorados sistemas de comunicación disponibles para el administrador de proyectos en la actualidad.

He rastreado los orígenes de los sistemas algunos años atrás, a las plantas de hule sintético construidas durante la Segunda Guerra Mundial. Esto muestra que la administración de proyectos ha estado en uso activo en proyectos de capital industrial por casi 50 años. El sistema de administración de proyectos ha extendido su base en años recientes debido a los resultados exitosos en el escenario de proyectos de capital.

En los 60's, los proyectos crecieron de tamaño conforme la ventaja de una economía de escala entró en voga. Plantas Químicas, de acero, edificios de oficinas, centros comerciales, aeropuertos, plantas de generación de energía, proyectos nucleares, centros para vacacionar se volvieron más grandes, más complejos y más costosos. Historias de horror de costos de proyectos y de rebasar el tiempo estimado comenzaron a aparecer en la industria de proyectos de capital. Los sistemas existentes de administración de proyectos comenzaron a mostrar el stress de las crecientes demandas puestos sobre ellos. No existían suficientes practicantes profesionales altamente calificados, utilizando en sus accionares efectivos procedimientos de proyectos.

Quizás el mayor beneficio derivado de ese período explosivo fué el reconocimiento por parte de los altos ejecutivos de la necesidad de una administración de proyectos sólida y efectiva El uso de procedimientos mejorados como PAC (programación

administrativa computarizada), task forcing, y bases de datos computarizadas fortalecieron las técnicas y sistemas de administración de proyectos.

A finales de los 70's se vió la culminación del extenso boom de proyectos de capital de la posguerra, con la imperativa necesidad de megaproyectos de combustibles sintéticos y su infraestructura asociada.

No parecía haber suficientes recursos humanos en la totalidad del sistema de proyectos; de dueños, sindicatos ó contratistas, para cubrir el requerimiento masivo de personal. Con escasez de buenos administradores de proyectos habría sido interesante observar cómo ese escenario se habría desarrollado. Desafortunadamente la mayor prueba de la industria de proyectos de capital nunca llegó. La economía básica del suministro de energía del mundo no sustentó la necesidad de combustibles sintéticos en ese momento en particular.

De hecho, la saturación de petróleo a principios de los 80's, combinada con la recesión de 1981-1982, restringieron drásticamente el mercado de proyectos de capital. La era de los super y megaproyectos disminuyó. El uso de la capacidad instalada industrial disminuyó debajo del 70% respecto del normal índice de 85%. Los proyectos del mercado de capital se vieron severamente restringidos ...

El único mercado en expansión fué el de las industrias de alta tecnología. Esto significó instalaciones para químicos finos y de especialización, electrónica, autos extranjeros, comida, biotecnología, estructuras de especialización y demás estuvieron en demanda. El mercado de proyectos de capital se volvió más pequeño y más especializado y requirió mayor sofisticación en diseños, construcción y métodos de ejecución de proyectos.

Las demandas en el sistema de administración de proyectos fueron cambiadas una vez más debido a las necesidades del mercado. Menos administradores de proyectos fueron requeridos, y debieron de cubrir necesidades específicas de la clientela. El tamaño de los proyectos se redujo, pero la complejidad se incrementó. Mano de obra especializada se volvió escasa, los presupuestos se volvieron más pequeños, programas e itinerarios se ajustaron más y las demandas de nueva tecnología crecieron. Predecir el futuro es difícil, pero parece que el mercado permanecerá igual que ahora por los próximos 5 años. Para entonces, el siguiente ciclo macroeconómico podrá adquirir momentum para crear una nueva serie de requerimientos en el mercado de proyectos de capital.

La historia de administración de proyectos ha probado que los administradores de proyectos habrán de estar siempre alertas a los cambios requeridos para cubrir las demandas del mercado. Habrán de ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a los

retos derivados del constante cambio que habrán de enfrentar durante sus carreras. ¡Cambios continuos en el mercado hermanados con los cambios normales inherentes en la administración de proyectos aseguran que la vida del administrador de proyectos nunca será aburrida! Aquellos que deseen practicar la administración de proyectos habrán de sentirse cómodos con el manejo del cambio si han de ser exitosos.”

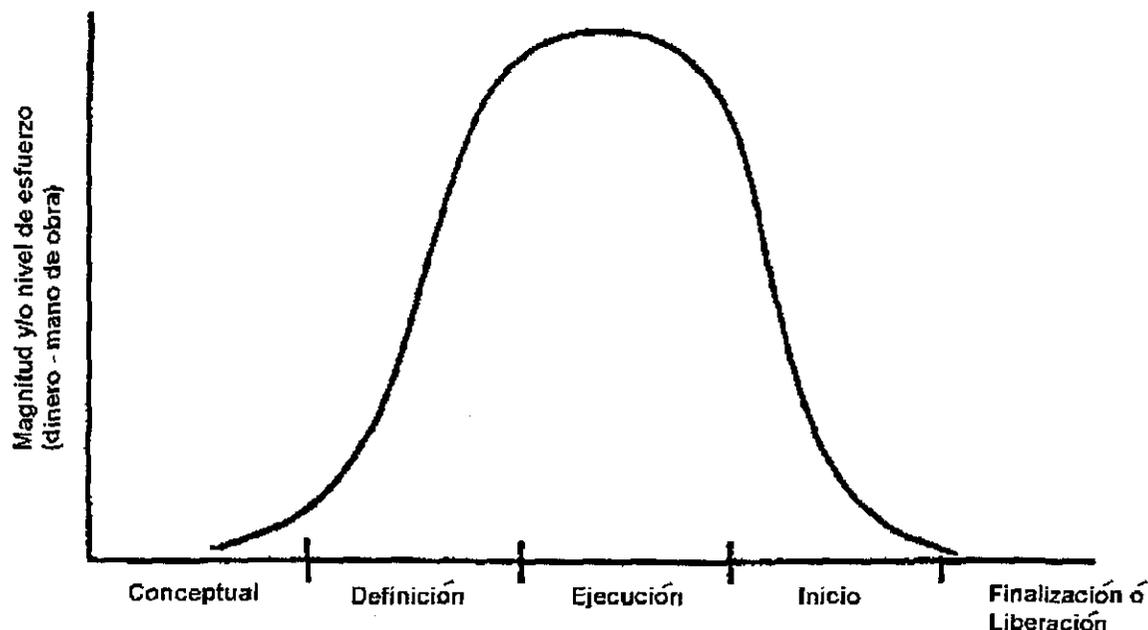
Fin de un resumen de la historia de proyectos industriales de capital, de acuerdo con el autor George J. Ritz.

6

Aún cuando el análisis e historia de proyectos es interesante y se puede tornar polémico, considero que existen parámetros universales que aplican dentro del rubro de proyectos tales como Tiempo de entrega, Calidad del servicio, Clientes satisfechos, Honestidad, Ética y sin los cuales me parece no podría existir una interacción sana entre personas ni podría existir el desarrollo de proyectos ó la obtención de resultados positivos.

- Análisis de correspondencia entre un proyecto de ingeniería y el presente reporte. Ubicándonos en el entendimiento de que el presente reporte de trabajo corresponde a un *proyecto de ingeniería química ya que se trata de una narración de actividades realizadas dentro de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento en una fábrica de papel, con procesos químicos y mecánicos de manufactura y mejora continua.* A continuación se presenta la Gráfica III.1 que nos ilustra el “Ciclo de vida de un Proyecto”, seguida de la Tabla III.2 en la que podemos ver las etapas y equivalencias del presente reporte con la Gráfica III.1:

⁶ Total Engineering Project Management, George J. Ritz, Copyright 1990 by McGraw-Hill, Inc. All rights reserved, Printed in the United States of America, pp 1-3 (Traducción de Federico Trejo-O'Reilly).



CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Gráfica III.1

7

ETAPA GRAFICA	EQUIVALENCIA DENTRO DEL DEPARTAMENTO Y CON EL PRESENTE REPORTE
1 Conceptual	Conocimiento de planeación y funciones dentro de la planta.
2 Definición	Establecimiento de índices y lecturas reales, y diseño de planeación (DP-U)
3 Ejecución-construcción	Evaluaciones reales y detallado del DP-U
4 Amanque	Presentación de índices reales y Aplicación del DP-U incluyendo MPT.
5 Desecho ó finalización	Obtener un departamento en estado estable, con salud y proyección (fin del proyecto).

Tabla III.2

En la Tabla III.3 que tenemos a continuación, se ilustra el segundo elemento de confirmación de correspondencia entre el presente trabajo y un proyecto de ingeniería química con el comparativo de Etapas de proyecto vs su Equivalencia con el presente reporte de trabajo.

Etapa de proyecto	Equivalencia con el presente reporte
1 Detección de una necesidad	Necesidad de mejorar dentro de planeación (imagen, servicio y desempeño)
2 Justificación	Personal desmotivado, lejanía entre teoría y práctica del departamento.
3 Ingeniería Básica	Establecer límites, auditorías reales, diseño conceptual del DP-U
4 Ingeniería de Detalle	Establecer en detalle las auditorías reales y diseño en detalle del DP-U
5 Procura y Construcción	Llevar a la práctica las auditorías reales y lo establecido en el DP-U
6 Arranque y Pruebas	Exponer y defender los valores de auditoría y continuar la aplicación del DP-U
7 Entrega ó Licitación	Reporte de labores y situación final

Tabla III.3

⁷ Total Engineering Project Management, George J. Ritz, Copyright 1990 by McGraw-Hill, Inc. All rights reserved, Printed in the United States of America, pp 7 (Traducción de Federico Trejo-O'Reilly).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la tabla anterior, DP-U significa proyecto de Diseño de Planeación, esquema Universal, tal y como se mencionó en el capítulo de antecedentes.

- Estudio sobre mantenimiento moderno basado en una empresa que oferta servicios de proyectos y mantenimiento en internet y su vínculo indiscutible con la ingeniería de proyectos actual.

Antes de pasar al análisis de la empresa que se anuncia en internet, me gustaría compartir algunas ideas personales de lo que puede ser un mantenimiento ideal.

“Entiéndase como mantenimiento ideal, aquel en donde la dirección gerencial, producción, compras, almacén, ventas y mantenimiento funcionan como una sola unidad, con programas en el tiempo que favorecen y permiten el desarrollo sustentable del personal y productos de manufactura ó servicios. El desarrollo sustentable incluye aspectos ecológicos al respetar y no superar las capacidades regenerativas de los ecosistemas y permitiendo también la superación ó mejora continua y motivación, reingeniería, creatividad, reducción de costos, mayor productividad, calidad y confiabilidad de sistemas así como un servicio confiable y constructivo a la sociedad.”

Regresando al análisis de una empresa que oferta servicios en internet, tenemos la siguiente página ó empresa de interés:

“ <http://amsinc.com/CMT/Industry.HTM> ”

“AMS Centro de tecnologías de mantenimiento”

“Soluciones ingenieriles en mantenimiento industrial”

{“AMS Center for Maintenance Technologies”

“Industrial Maintenance Engineering Solutions”}

La empresa citada fué considerada como ejemplo al haber encontrado en la misma una propuesta completa y profesional de esquemas de tecnologías de mantenimiento y desarrollo de proyectos de mejora vía reingeniería y otros.

En este momento es indispensable mencionar que la actualización de páginas de internet es continua por lo que en noviembre del 2001 no se pudo localizar la página citada, misma que fué consultada poco antes. A pesar de lo anterior, al buscar en internet vía el servidor de consultas llamado “Google” el nombre de “AMS Center for Maintenance Technologies” se encontraron una vez más los datos de dicha empresa. Por lo tanto, si el

lector tiene interés de consultar esta u otra empresa de internet, estoy seguro que a través del procedimiento anterior ó uno equivalente, se podrá encontrar prácticamente “cualquier” dato que se esté buscando sea ó no la página de internet que nos ocupa.

La empresa AMS Center for Maintenance Technologies, es un ejemplo de servicios de mantenimiento-reingeniería-y proyectos de mejora industrial, de inicios del Siglo XXI y finales del SXX y cuenta con planes programas y estructuras que le permiten participar en el desarrollo competitivo y avanzado de la industria. Me parece que AMS cuenta con esquemas correctos y sólidos.

A continuación se presentan con letra itálica las selecciones de interés correspondientes a la oferta en internet de “AMS Center for Maintenance Technologies”, seguidas en algunos casos de comentarios originales ó propios de este reporte, en letra normal no itálica.

“El centro AMS ofrece recursos que proveen la capacidad para diseñar, desarrollar e implementar programas de mantenimiento viables en costo utilizando Estrategias de Mantenimiento Avanzadas (Advanced Maintenance Strategies = AMS), Planeación y Práctica. La experiencia global de AMS combinada con un fuerte benchmarking y asesoría en programas de mantenimiento, proveerá efectividad y costos reducidos de mantenimiento.

Un procedimiento para atacar decisiones importantes de mantenimiento es por medio de establecer estrategias y planes que se enfocan en mantener la confiabilidad inherente del diseño de los equipos.”

Del párrafo anterior vemos cómo se hace hincapié en el diseño original de los equipos, lo que me parece está vinculado de manera definitiva con las propuestas originales de tecnologías, layouts, diagramas de flujo de proceso etc... dentro de proyectos.

“El enfoque de AMS provee servicios comprensibles en las siguientes áreas:

- 1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad, (RCM = Reliability Centered Maintenance).*
- 2. Implementación de sistema de administración de mantenimiento computarizado [CMMS (Computerized Maintenance Management System)].*
- 3. Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Basado en Condiciones *.*
- 4. Análisis de fallas de causa raíz.*

5. *Reingeniería de Negocios (procesos de los negocios).*

6. *Capacitación ó entrenamiento.*”

* Entiéndase “Mantenimiento Basado en Condiciones”, aquel que incluye al Mantenimiento Predictivo ya que este último se basa en condiciones y utiliza equipo para conocer las mismas.

* Me parece que el punto 3 es coincidente con el enfoque del DP-U en cuanto a orientarse a dar Mantenimientos Predictivos y basados en condiciones, de lo que infero que a nivel internacional existe comunión cuando se dan esfuerzos por mejorar y proyectar sistemas, servicios y el propio desarrollo humano hacia el futuro, de manera competitiva y saludable.

“A través de:

- *Los más recientes sistemas de información de mantenimiento,*
- *Información de soluciones tecnológicas,*
- *Procesos RCM,*
- *Metodología y capacitación,*
- *Asesoría y benchmarking.*

se logra:

- ◆ *Mejora en la confiabilidad del equipo,*
- ◆ *Reducción en costos de mantenimiento,*
- ◆ *Un programa hecho a la medida para atender los equipos del cliente,*
- ◆ *Los beneficios se materializan al capturar “oportunidades perdidas” sin gastos de capital adicionales.*

AMS identifica características y consecuencias de posibles fallas en los sistemas y con esa información asigna las tareas de mantenimiento más apropiadas y benéficas.

RCM-AMS es el experto. Por medio de un loop de mejora continua “Backfit” RCM, y de un proceso de análisis de tareas, se evalúan los beneficios existentes de los

procedimientos actuales, y se desarrollan mejoras a largo plazo para llegar a un Programa de Mantenimiento Clase Mundial.”

En su página Web, la empresa AMS menciona también los pasos y labores que ofrecen y realizan dentro del mantenimiento marítimo como por ejemplo:

“Diseño de administración y planeación de mantenimiento marítimo.

A través de revisiones técnicas, evaluación y análisis de costos de los requerimientos de los proyectos, AMS asegura que todos los programas de mantenimiento son efectivos y eficientes. Nosotros (AMS) tomamos su proyecto del concepto a la finalización utilizando los más recientes procedimientos de reparación, sistemas de datos de mantenimiento y tecnologías de mantenimiento.”

“AMS incorpora lo último en sistemas computarizados de ayuda en diseño (CAD). Se completan las fases de ingeniería con un soporte comprensivo de logística, desde análisis hasta administración.”

“AMS provee servicios técnicos de soporte de ingeniería durante proyectos complejos de conversión en barcos. Nuestro rango de servicios es amplio llevamos a cabo revisiones técnicas en detalle de paquetes de especificaciones de conversión antes de la factibilidad; proveemos servicios ‘en campo’ durante una factibilidad; ofrecemos soporte post-entrega de una Ingeniería Garantizada.”

De los tres párrafos anteriores se desprende que conceptos como proyecto, diseño, costos, llevar proyectos de concepto a finalización y requerimientos de proyecto así como logística, análisis, administración, creatividad, ingeniería de detalle, arranque y entrega, etc... están presentes para la empresa AMS convirtiendo a la misma en una oferta integral de proyectos y mantenimiento.

“Sistemas de información hechos a la medida para soporte de mantenimiento. ... El sistema de computadora que desarrollamos para Ud., está hecho a la medida para satisfacer sus operaciones y necesidades.”

Vemos como el diseño de sistemas y “trajes” a la medida junto con el uso de sistemas de cómputo es muy importante en las propuestas actuales para realizar proyectos, ofrecer servicios y mejorar.

*“La tecnología es solo parte de la respuesta ...
¡Renueve sus procesos de negocio!”*

Aquí se llega al final de las secciones analizadas en relación a la oferta en internet de la empresa “AMS Center for Maintenance Technologies” .

Habiendo tomado la referencia AMS con ofertas de mantenimiento, reingeniería, proyectos de reconversión en barcos y procesos podemos remarcar algunos de los puntos importantes ofrecidos por la misma que son; la confiabilidad, el atender y respetar parámetros de diseño original de equipos, uso de sistemas computarizados en proyectos y labores de mantenimiento, el orientarse a mantenimiento preventivo, correctivo y basado en condiciones (que incluye al mantenimiento predictivo como ya se mencionó con anterioridad), el análisis de fallas causa raíz. Tenemos también que AMS ofrece servicios de reingeniería de los procedimientos en general, entendiéndose por reingeniería, el rediseño dentro de los flujos y sistemas existentes en favor de proyectar los mismos con mayor competitividad técnica y rentabilidad financiera a corto, mediano y largo plazo. AMS ofrece por igual, capacitación, banchmarking, reducción de costos y fallas potenciales, programas de mantenimiento a la medida, requerimientos de proyecto, costos y creatividad en los mismos.

- Necesidad de contar con sistemas computarizados de mantenimiento y algunas características y definiciones genéricas de los mismos.

Se ha mencionado en la historia de proyectos y en ofertas actuales de proyectos y mantenimiento que los sistemas de cómputo son parte importante en el trabajo y servicio del SXXI. En el caso del presente reporte tenemos que una estructura básica canalizada a través de las computadoras permite obtener excelentes resultados. A continuación se presentan los elementos básicos y que considero genéricos de un sistema de cómputo para mantenimiento industrial.

- Concepto de OT.

OT significa Orden de trabajo y es un papel escrito en donde se especifica información para que ejecución de mantenimiento pueda realizar una labor segura, con calidad y con una guía técnica. La OT sirve también como documento de retroalimentación en donde se reportan por escrito observaciones, contratiempos u otros. La OT crea responsabilidades en los ejecutores de mantenimiento y en otros como ingeniería, planeación, almacén, etc... pues de cometerse errores ó tener fallas, existen elementos escritos para verificar qué fué lo que sucedió.

La O.T. junto con el registro de lo ejecutado deriva hacia el futuro en poder evitar y/o disminuir errores y fallas del pasado.

Pensemos ahora ¿Cómo se generan las OT? Las OT se generan en base a Planes Maestros de Mantenimiento capturados en la computadora y teniendo sus orígenes y diseños en los procesos de producción, listas de equipo, recomendaciones de los fabricantes de equipo, diseñadores de procesos y reingeniería. Una vez capturados los Planes Maestros de Mantenimiento, los sistemas computarizados mandan imprimir automáticamente las OT.

Algunas características de las O.T. impresas son la inclusión e identificación de:

- Número del sistema ó equipo que se va a atender (lo que implica una base de datos con identificación de procesos, equipos y piezas, tal y como sucede en los proyectos de ingeniería),
- Hora de inicio del mantenimiento correspondiente,
- Herramienta a utilizar,
- Refacciones a emplear,
- Tareas de mantenimiento a realizar, que incluyen aspectos de seguridad previamente identificados. Las tareas de mantenimiento viven procesos de revisión y mejora continua.

□ Concepto de ST.

En un sistema humano de mejora continua llámese de mantenimiento, producción u otros, surgen constantemente ideas ó necesidades de mejora. En el caso de los sistemas de mantenimiento, la manera de canalizar estas oportunidades se da a través de la Solicitud de Trabajo ST. Al iniciar operaciones de un sistema y de sus respectivos mantenimientos, surgen invariablemente oportunidades de mejora ó corrección, mismas que se transforman en ST y de ahí en OT para sus futuras realizaciones, sin importar si

dichas oportunidades habrán de formar parte de los Planes Maestros de Mantenimiento ó no.

- Diseño de flujo de información, status de OT's, beneficios y flexibilidad.

A continuación se describe el flujo de información y criterios para clasificación y manejo de datos dentro de un sistema computarizado de mantenimiento, lo que permitirá visualizar la dinámica administrativa y de servicio del mismo.

1.- Se captura información en el sistema computarizado en base a un Plan Maestro de Mantenimiento y a Solicitudes de Trabajo ST, de necesidades detectadas.

2.- En base a la información capturada en el sistema, tanto de Planes Maestros de Mantenimiento como de Solicitudes de Trabajo ST se generan Ordenes de Trabajo OT.

3.- La administración de OT's se lleva a cabo por status dentro de la computadora, pudiendo identificar las siguientes posibilidades; OT con frecuencia vencida, generada y en espera de su impresión, generada pero retenida por falta de material u otros, impresa, en ejecución, ejecutada con comentarios escritos, terminada en el sistema ó lista para consulta.

- Posibilidad de obtener reportes.

Del sistema computarizado se obtienen reportes que permiten analizar información así como auditar el desempeño de departamentos relacionados con el proceso de *mantenimiento dígase ingeniería, producción, almacén de refacciones, compras, planeación de mantenimiento.*

Como parte final de la introducción, me gustaría invitar a considerar que el trabajo en equipo es una realidad hoy que permite ver computadoras, comida y otros servicios operando día a día y habrá de ser uno de los cánones indispensables en el inicio del SXXI. Me parece que las empresas que establezcan vínculos estrechos entre producción-mantenimiento y el resto de sus sistemas ó divisiones, cimentarán con solidez sus estructuras logrando así tener vidas y servicios saludables.

La creatividad, ingenio e individualismo no dejan de reconocerse dentro de el presente reporte como necesarias, al igual del ya mencionado trabajo de conjunto, sin embargo, he observado cómo el excesivo individualismo y el egoísmo minan en muchas ocasiones la potencialización que se obtiene al laborar de manera coordinada, lo que me hace proponer la hipótesis de que la eficiencia humana mantiene un promedio constante de 8%.

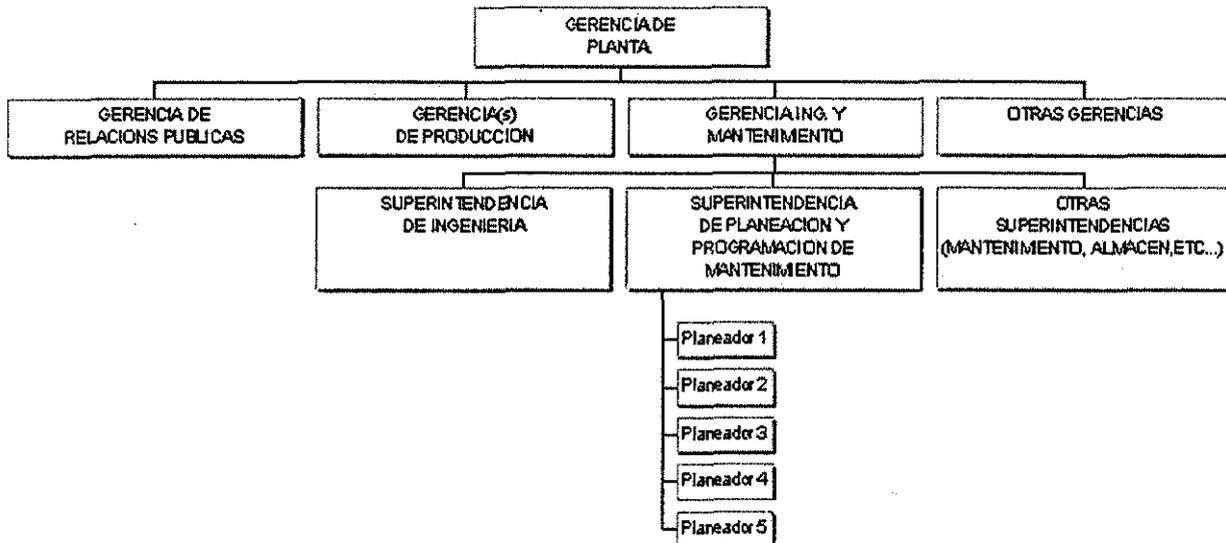
IV) DESARROLLO:

IV.1) Detección de necesidad (necesidad de mejorar dentro de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento):

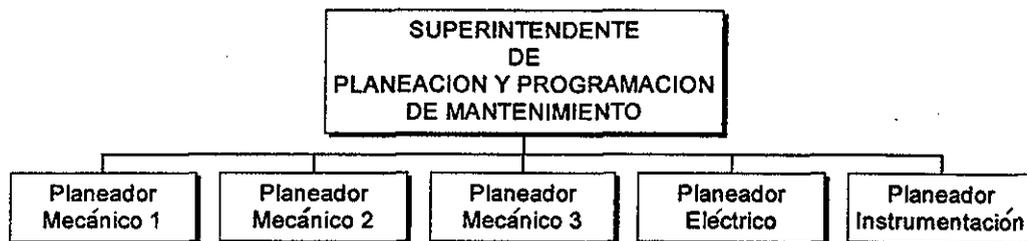
Para poder detectar una necesidad es necesario observar y entender el objeto de estudio que en este caso es el departamento mencionado. Al comprender los esquemas, funciones, realidad y teoría, de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento, se pueden establecer cuales son las necesidades de mejora.

A continuación se presentan las Gráficas IV.1.1, IV.1.2, IV.1.3 y IV.1.4:

Organigrama General de Planta:

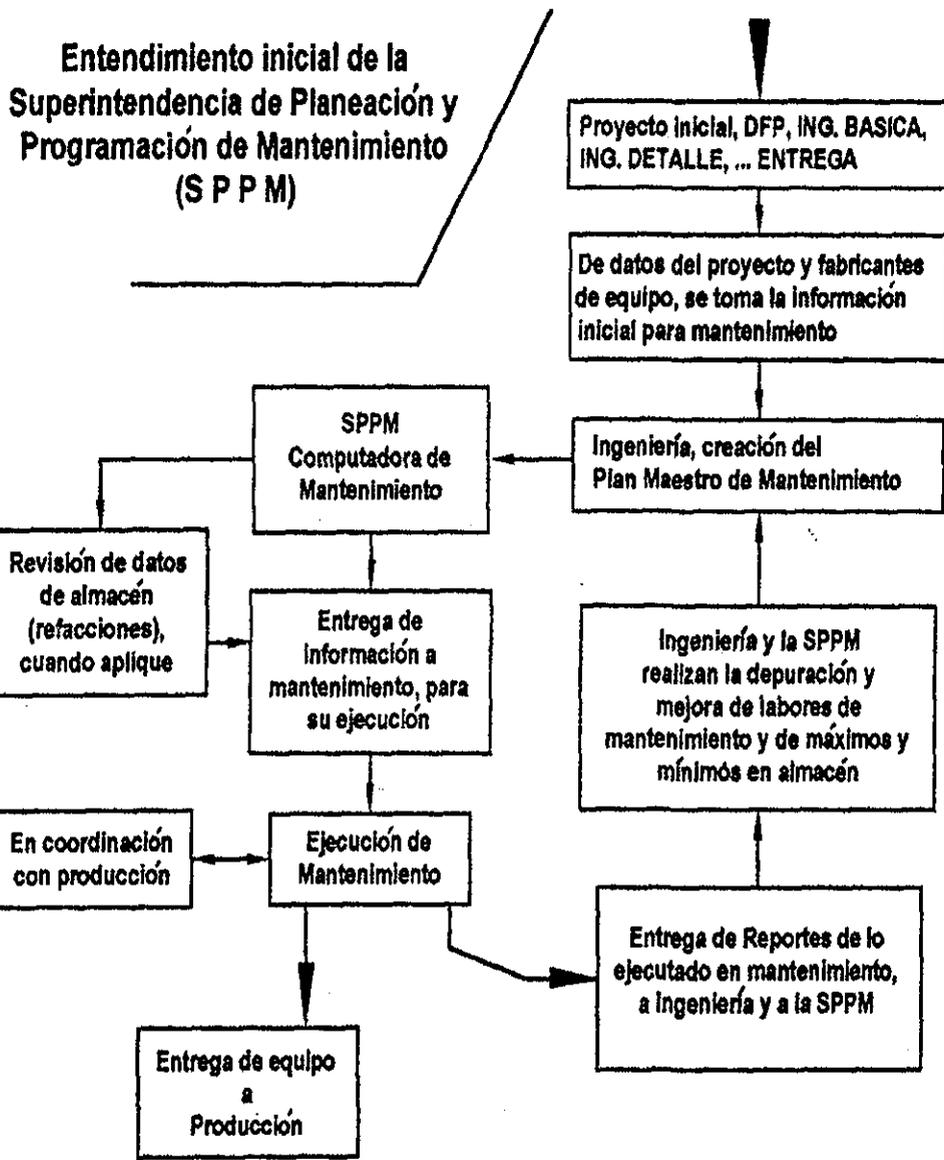


Organigrama General de Planta, Gráfica IV.1.1



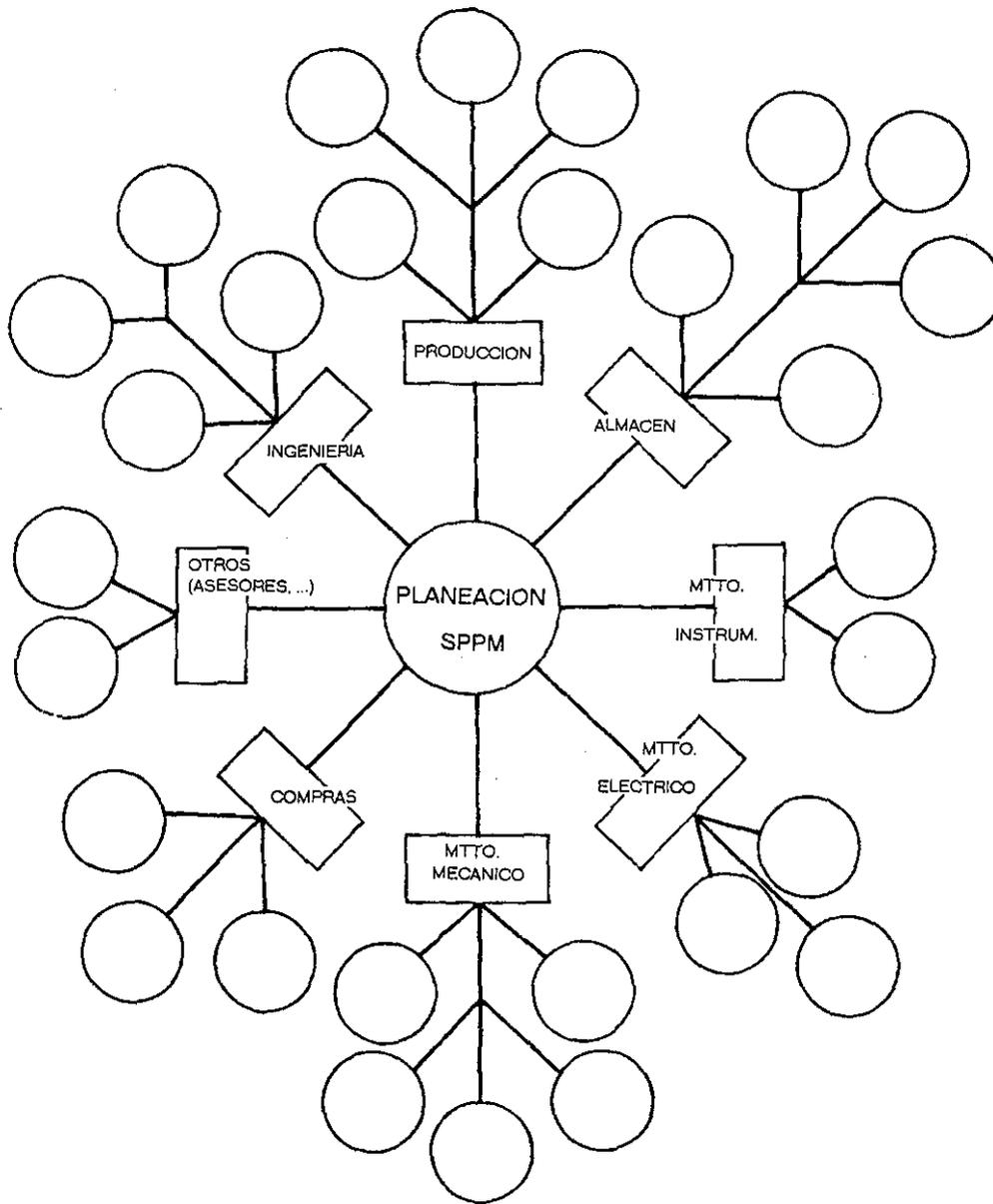
Organigrama Particular de Planeación, Gráfica IV.1.2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Entendimiento inicial de la SPPM, Gráfica IV.1.3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Planeación como coordinador de proyectos, Gráfica IV.1.4

La Gráfica IV.1.4 se generó en base a la propuesta gráfica de “Interfases de coordinación de proyectos”, presentada en el libro del autor George J. Ritz.

8

Se desprende por tanto que Planeación realiza funciones de coordinador de interfases de proyectos y por tanto, labores de coordinador de proyectos.

⁸ Total Engineering Project Management, George J. Ritz, Copyright 1990 by McGraw-Hill, Inc. All rights reserved, Printed in the United States of America, pp 6.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

De las gráficas anteriores tenemos que la SPPM se encuentra en un tercer nivel respecto de la gerencia de planta, que Planeación cuenta con 5 (cinco) planeadores, tres mecánicos, uno eléctrico y uno del área de instrumentos, que a través de la SPPM fluye la información proporcionada por ingeniería referente a los planes maestros de mantenimiento, así como la retroalimentación de labores de mantenimiento realizadas por ejecución. Finalmente vemos como Planeación es eje integrador y coordinador de proyectos, ó coordinador de interfases de proyectos.

La SPPM se encuentra en una posición de auditor de desempeño y coordinación de labores de mantenimiento y como se observa, trabaja en conjunto con producción, ingeniería, almacén, ejecución de mantenimiento y compras. Las auditorías y labores de la SPPM buscan entre otras cosas, y como fin último, el lograr labores de mantenimiento con calidad y a tiempo, para favorecer la confiabilidad, disponibilidad y calidad en la producción.

En estos momentos podemos decir que el esquema básico de la SPPM quedó comprendido, pudiendo pasar por tanto en mayor detalle, al estudio de las funciones y realidad vs teoría del mismo.

¿Cuáles son las funciones de la SPPM?:

Las funciones son; el revisar e imprimir el programa semanal de mantenimiento en coordinación con producción, entregar a ejecución de mantenimiento las labores de mantenimiento a realizar en forma de órdenes de trabajo OT previa revisión de refacciones y disponibilidad de equipo, capturar comentarios de reparación de lo ejecutado en mantenimiento. El atender solicitudes de trabajo ST para su captura y transformación en OT, así como dar un servicio de asesoría a ingeniería y ejecución de mantenimiento en consultas al sistema computarizado de mantenimiento y el presentar mensualmente a la gerencia de planta las estadísticas de desempeño y auditoría de otros departamentos como son estadísticas de órdenes de trabajo y horas hombre de mantenimiento utilizadas, son también funciones que se detectaron de la SPPM.

¿Qué sucede en cuanto a la realidad y teoría encontradas en la SPPM? Pues sucede que se encontraron algunas discrepancias que se comentarán a continuación:

Teoría; Planeación y Programación de Mantenimiento habría de tener actualizada y al día la información del sistema computarizado de mantenimiento, coordinar con producción la entrega de equipos para mantenimiento con paro y sobre marcha, apoyar y supervisar que ejecución de mantenimiento programase correctamente al personal disponible, revisar en conjunto con ejecución e ingeniería, que los tiempos teóricos de mantenimiento fuesen correctos, revisar y optimizar ciclicamente junto con ingeniería los planes maestros de mantenimiento, revisar y estar enterado de refacciones en almacén, para la programación oportuna de órdenes de trabajo.

Realidad; la realidad que vivía la SPPM era que la actualización y el procesado de información en el sistema computarizado de mantenimiento contaba con cuando menos dos semanas de retraso en situaciones críticas, la coordinación con producción resultaba polémica pues generalmente no se respetaban los acuerdos semanales de mantenimiento con paro. Se tenía también que ejecución de mantenimiento, con personal escasamente preparado, no trabajaba coordinadamente con los planeadores de mantenimiento en favor de respetar los planes maestros de mantenimiento y mejorar continuamente con nuevas ideas. También se observaba que la revisión conjunta de ejecución-ingeniería y planeación de que los planes maestros de mantenimiento y los tiempos teóricos de mantenimiento fuesen los correctos no se daba, argumentándose por parte de ejecución que la experiencia de campo valía más que la de los ingenieros. Faltaba un esquema de trabajo en equipo entre ejecución-ingeniería y planeación que fuese claro, planeado y estructurado. Continuando con la realidad que vivía la SPPM, tenemos que la labor de revisar y estar enterado de refacciones en almacén se tenía delegada a ingeniería y de manera paralela a ejecución de mantenimiento llegando a tener “mini almacenes” dentro de la fábrica pues en ocasiones los jefes de ejecución contaban con datos y conocimientos exclusivos. En casos extremos como de tener mantenimientos en menos de 48 horas, algún planeador habría de presentarse físicamente en el almacén para verificar la existencia de piezas ó equipos ya que el sistema computarizado de refacciones no siempre estaba actualizado por almacén.

Como parte final de la detección de una necesidad, se concluyen y comparten los siguientes puntos:

A mi llegada a la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento, se tenían problemas pues internamente no había gran motivación ya que se encontraban contradicciones entre la teoría y la práctica de la importancia y peso específico de

planeación. En cuanto a la imagen externa existía confusión y poca claridad pues departamentos relacionados con planeación creían que la teoría que ellos entendían ó interpretaban debiera de cumplirse llevando a planeación por tanto a “ser responsable” de que las órdenes de mantenimiento escritas OT tuviesen fallas en cuanto a materiales planeados, estar ó no a tiempo, de que el historial de reparaciones no se pudiese consultar de manera confiable y con más de 12 meses siendo que en realidad el sistema de cómputo evitaba consultas a reparaciones mayores a 12 meses de antigüedad.

Planeación se había convertido en responsable pero sin autoridad y era el “chivo expiatorio” de todo lo que no funcionaba en mantenimiento. A pesar de la crisis descrita existía un deseo sincero por parte de los planeadores para mejorar. La mejora del departamento no solo deseada por los planeadores de mantenimiento, habría de darse dentro del mismo y hacia el exterior en forma de confiabilidad, calidad y proyección positiva a corto y largo plazo incluyendo la actualización del sistema de cómputo lo que equivalía a actualizar una computadora utilizando un sistema operativo “x” a una con sistema operativo “x+1”.

Planeación y los planeadores tenían la necesidad de ser reconocidos y respetados en cuanto a su importancia e impacto en la producción y mantenimiento, y se captó que de no lograrlo, el departamento y sus integrantes corrían el riesgo de perder toda motivación de trabajo y mejora tras aproximadamente 10 años de esfuerzo.

La SPPM contaba también con la oportunidad de mejorar en cuanto a las evaluaciones mensuales presentadas a la gerencia, en donde se reflejaban desempeños de otros departamentos así como del propio departamento de planeación.

De todo lo anterior se concluye que sí existía una necesidad para llevar a cabo un proyecto de ingeniería integral dentro de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento.

IV.2) Justificación (personal desmotivado, lejanía entre teoría y práctica del departamento):

Como ya se indicó en la detección de una necesidad, a mi llegada a la SPPM el personal no se encontraba motivado para el cambio y mejora. Existía un ambiente de querer demostrar el verdadero valor del departamento vía el sometimiento de otras áreas a las que se les brindaba servicio, no se tenía una buena autoestima como departamento y constantemente se daban comentarios y quejas como “!Ahora sí ingeniero, que se cumpla la teoría y que se respete a planeación!”.

Por razones políticas y de falta de dirección en la SPPM, en los años previos a mi llegada los datos de auditorías de desempeño que planeación presentaba cada mes a la gerencia de planta era manipulados en cierto grado por personal que se encargaba de dirigir tanto a ejecución de mantenimiento como a planeación, derivando por tanto en un conflicto de intereses entre el evaluador y los evaluados.

Para ilustrar lo anterior tenemos el ejemplo en donde el indicador estadístico de mano de obra ocupada de mantenimiento no consideraba el 100% de las horas hombre totales para mantenimiento arrojando por tanto valores numéricos superiores a lo real. Al no tener estadísticas reales, la función y responsabilidad de planeación de ser auditor neutral no se estaba cumpliendo.

Se visualizaron cambios y mejoras para el departamento así como una proyección hacia el futuro contemplando un programa de capacitación, mejora en auditorías mensuales y la integración de planeación con el resto de las áreas relacionadas como producción, mantenimiento, ingeniería, almacén, compras.

Como conclusión del presente apartado se reconoce que la justificación del proyecto existe y que los estudios de proyectos del sustentante fueron importantes para proponer un plan de acción, mejora e integración llamado DP-U, con perspectivas a corto, mediano y largo plazo.

IV.3) Ingeniería Básica (establecer límites, auditorías reales, diseño conceptual del DP-U):

Para hablar de ingeniería básica, es necesario contar con una tecnología base, que en este caso corresponde a los métodos, procedimientos, realidad y teoría de la SPPM. Una vez comprendida la tecnología con la que se habría de trabajar, se procedió al desarrollo de la ingeniería básica.

Tenemos que las características básicas del funcionamiento del sistema eran ser auditor de desempeño de mano de obra ocupada en mantenimiento, preparar y presentar a gerencia índices de desempeño mensuales. El departamento también era responsable junto con ingeniería, de mantener el sistema computarizado de mantenimiento al día en cuanto a datos de equipos y tareas de mantenimiento y se estaba a cargo de planear y programar mantenimientos tanto sobre marcha como con paro. Planeación habría de revisar y programar que los recursos necesarios para cumplir con lo programado a mantenimiento estuviesen disponibles como por ejemplo equipos, personal y refacciones y habría también de favorecer la eficiencia en uso de recursos humanos y técnicos al trabajar en equipo con áreas vinculadas.

Antes de continuar definamos con mayor detalle el concepto “lectura(s) de desempeño, indicadores estadísticos, índices de auditoría, estadísticas, ...” ya que se han comentado en este reporte. Por tanto una “lectura(s) de desempeño, indicadores estadísticos, índices de auditoría, estadísticas”, son valores estadísticos numéricos responsabilidad de la SPPM que permiten realizar la labor de auditoría neutral.

¿Cuáles eran las lecturas de desempeño que se realizaban?

A continuación se presentan las lecturas de índices que a mi llegada eran realizadas por la SPPM así como las reclamaciones de que eran objeto, no sin antes reconocer que con la comprensión de los mismos se pudo llegar al establecimiento de límites y obtener por tanto un departamento con mayor proyección y orden.

Lecturas:

1. **% de trabajo programado**; indica el % de tiempo que el personal de ejecución de mantenimiento estuvo ocupado en labores de mantenimiento registradas en la computadora durante el mes en turno vs el total de tiempo de mano de obra

disponible en el mes para realizar mantenimientos. Teóricamente el % ideal es de 85%, de acuerdo con recomendaciones internacionales.

2. **Exactitud de programación;** se refiere al % que se obtiene de comparar las horas hombre estimadas en la computadora vs las horas reales que se utilizaron para la labor de mantenimiento correspondiente. Se desea 100% de exactitud de programación.
3. **No. De semanas back-log;** aquí se indica la cantidad de horas hombre disponibles en la computadora para realizar mantenimientos vs el total de HH de mantenimiento de un mes. El valor recomendado de back-log por parte de asesores de mantenimiento es de 2 a 4 y es un “colchón” de mantenimiento para que en casos extremos la mano de obra se pueda ocupar en labores productivas programadas con OT y por lo tanto medibles.
4. **Trabajos de Seguridad y Calidad;** se refiere a labores realizadas como parte de programas ó necesidades de seguridad y calidad en la fábrica.
5. **No. De órdenes emitidas en el mes;** indica el total de órdenes de trabajo OT emitidas en el mes.
6. **Ordenes pendientes por falta de material;** se refiere a trabajos de mantenimiento en status de pendiente por falta de material en la computadora y que por tanto todavía no se convierten en OT impresa.

Una vez descritos los indicadores reportados por planeación, podemos pasar a las reclamaciones de que era objeto el departamento. Las reclamaciones eran “planeación no planea materiales y por eso hay mantenimientos que no se pueden hacer”, “el planeador debe de estar físicamente en el mantenimiento para verificar que se haga todo”, “planeación debe de tener el sistema computarizado al día y confiable”, “planeación debe de tener las solicitudes de trabajo ST transformadas en órdenes de trabajo OT a tiempo”, “planeación debe de controlar los procesos de mantenimiento de inicio a fin, con materiales, herramientas, mano de obra, disponibilidad de equipos, etc...”

Vale la pena mencionar, que como se verá a lo largo de este trabajo, las reclamaciones anteriores estaban fuera de la realidad en un alto grado y para ilustrar este concepto tenemos que la SPPM no tenía jefe desde hacia un año, convirtiéndose por tanto en el

“chivo expiatorio” de otros departamentos y de las ineficacias de comunicación y coordinación entre Ingeniería-ejecución de mantenimiento, producción y almacén.

Antes de pasar al análisis de las reclamaciones y los límites generados para que planeación pudiese trabajar, como parte de la ingeniería básica se incluye en este momento la narración de un fenómeno que quizás es muy común en la vida humana:

“En la empresa existía un personaje cuyo nombre será cambiado a “RADAMES”, jefe de mecánicos y cuyo nivel de influencia a mi llegada hacía dejar de lado en muchas ocasiones las opiniones y trabajo en equipo entre ingeniería, planeación, producción y ejecución de mantenimiento. Considero que el Sr. RADAMES, luchaba por demostrar que él era el único capaz de resolver los problemas de mantenimiento y sus dinámicas creaban una especie de caja negra en cuanto a su accionar teniendo ó creando inclusive “almacenes clandestinos” de refacciones adaptadas ó reparadas las cuales en casos de emergencia de impulsores de bombas por ejemplo, sacaban del atolladero a producción. La SPPM no tenía manera de rastrear dichas refacciones “clandestinas” pues no estaban en el almacén real sino en el de RADAMES. En ocasiones cuando este personaje se encontraba de vacaciones y se presentaba algún problema aparentemente serio en algún proceso ó máquina, se prefería llamar a RADAMES que confiar en el personal que había quedado al frente de ejecución de mantenimiento.”

El ejemplo del “FEUDO DE RADAMES” resultaba un gran problema para el trabajo en equipo y quisiera comentar que el párrafo anterior busca ilustrar este tipo de realidades que me parece son grandes oportunidades de mejora en las fábricas y vida en general.

Ahora bien, retomando ó regresando a las reclamaciones descritas hacia planeación, tenemos que los límites para la operación y desarrollo de la SPPM se fueron estableciendo poco a poco a través de una labor progresiva y de análisis que no resultó sencilla ni rápida.

Veamos en la siguiente tabla, algunos ejemplos de los límites que se fueron aplicando:

Problema ó reclamación	Límite generado
1. Ante la reclamación de que “planeación no planea materiales y evita realización de mantenimientos”.	Medición mensual de O.T.'s con problemas reales por falta de material, reportados por escrito a la SPPM y Planeadores con autoridad de consulta de refacciones solicitadas por compras.
2. “El planeador debe de estar físicamente en el mantenimiento para verificar que se haga todo”.	Se estableció un hoja de acuerdos de MCP, y en lugar de que el planeador estuviese “corriendo durante el MCP”, este tenía una hoja guía para verificación de puntos críticos. Con lo anterior se refuerza el hecho de que planeación es apoyo y auditor mas no supervisor de ejecución. De manera paralela se logró incrementar el apoyo de planeación a otros departamentos en consultas al sistema de cómputo durante MCP.
3. Planeación debe de tener el sistema computarizado al día y confiable.	Sí sí; planeación habría de tener el sistema al día, pero con el requisito-límite de trabajar en coordinación junto con ingeniería. Este límite se propuso en el DP-U.
4. “Planeación debe de tener las ST transformadas en OT a tiempo y con anticipación”.	Se estableció un límite al crear un índice de solicitudes con menos de 24 hrs. de anticipación, explicando que dichas solicitudes no aplicaban a la queja correspondiente.
5. “Planeación debe de controlar los procesos de mantenimiento de inicio a fin”.	Se hizo énfasis en que la planeación se da antes y no durante un mantenimiento por lo que la supervisión de mantenimientos aplica a planeación mas no la responsabilidad de las ejecuciones.

Tabla IV.3.1

Las lecturas ó índices de desempeño realizadas a mi llegada al departamento ya se mencionaron al igual que las reclamaciones de que era objeto la SPPM. A continuación en la Tabla IV.3.2 podemos observar la estructura de mediciones a la que se llegó finalmente gracias al esfuerzo por evaluar imparcialmente y con veracidad lo que sucedía alrededor del departamento (SPPM):

<u>CONCEPTOS DE LECTURAS</u>	<u>STD objetivo</u>
I- PROGRAMACIÓN	
% TRABAJO PROGRAMADO	85%
% TRABAJO NO DE MTTO.	15%
% EXACTITUD DE PROGRAMACION	100%
II- ACUMULADOS	
ACUMULADO REPORTADO DE TRABAJO PROGRAMADO	85%
ACUMULADO REPORTADO EN EL SISTEMA (UN MES ANTERIOR)	85%
III- BACK-LOG	
No. DE SEMANAS BACK-LOG	2-4
HH DE BACKLOG	X (depende de cada empresa)
IV- PLANES MAESTROS	
% PREVENT. SIC, SOL., OTROS.	55%
% EXACTITUD PREVENTIVO, SIC, SO, OTROS.	100%
% PREDICTIVO PROGRAMADO	1% (a mayor predictivo mejor)
% EXACTITUD PREDICTIVO	100%
% CORRECTIVO PROGRAMADO	20%
% EXACTITUD CORRECTIVO	100%
% OT'S ABIERTAS	4%
% DE EXACTITUD ABIERTAS	100%
% CAPACITACION	5%
V- PROCESADO DE INFORMACION ("AL DIA")	
% "BENEFICIO" A PROGRAMADO	5%
# DE OT'S "BENEFICIO"	100%
# OT'S PL. X TERMINAR Y CERRAR	50
# OT'S OTROS (ING. EJEC.)	50
VI- PROGRAMACION TRABAJOS DE CALIDAD Y SEGURIDAD	
CAMBIOS A PROGRAMACION DE MTTO. SEMANAL	<20%
# TRABAJOS CALIDAD (SIC)	
# TRABAJOS SEGURIDAD (SOL)	
VII- CONTROL DE OT'S	
EMITIDAS EN EL MES	
CON TODOS LOS RECURSOS	
PROGRAMADAS	
OT'S CERRADAS	
VIII- SOLICITUDES DE TRABAJO ST'S	
S.T.'S RECIBIDAS EN EL MES	
% ST'S < 24 HRS. "HOY/HOY"	<20%
ST'S ACUMULADAS EN SISTEMA	400
IX- MATERIALES, DISPONIBILIDAD DE EQUIPO Y MANO DE OBRA	
PEND. X FALTA DE MATERIAL	
ACUM. X FALTA DE MATERIAL	
ESPERA MATERIAL (REFACCION)	
ACUM. ESPERA MATERIAL (REFACCION)	

<u>CONCEPTOS DE LECTURAS</u>	<u>STD objetivo</u>
ESPERA MATERIAL REQUISITADO ACUM. ESPERA MATERAIL REQUISITADO SUMA POR MATERIALES ACUM. POR MATERIALES PEND. X DISPONIBILIDAD DE EQUIPO PEND. X FALTA MANO DE OBRA	
<p style="text-align: center;">X- MATERIALES Y ALMACEN</p> SE ADAPTO MATERIAL OT A PL. POR FALTA DE MAT. FALTA MAT. DETECTADO POR PL.	
<p style="text-align: center;">XI- DONDE QUEDO LA O.T.?</p> TOTAL OT'S DEL MES OT'S CERRADAS DEL MES OT'S TERMINADAS DEL MES OT'S POR TERMINAR Y CERRAR EN PLANEACION OT'S EN EJECUCION E ING.	

Tabla IV.3.2

Como se puede observar, el esquema final de medición de índices cuenta con un nivel de detalle mayor al que se tenía a mi llegada al departamento y que permite evitar especulaciones en cuanto a qué está pasando con las distintas responsabilidades de los departamentos que participan en mantenimiento-producción. El análisis estadístico de este esquema final corresponde a la ingeniería de detalle por lo que se comentará más adelante.

A lo largo de este reporte de trabajo se ha mencionado en varias ocasiones el concepto DP-U. Como parte de la ingeniería básica se presentan a continuación las estructuras básicas a manera de índice, del diseño DP-U. Vale la pena comentar que el diseño pretende proyectar con eficiencia y a largo plazo a planeación y la interacción coordinada del mismo con producción, mantenimiento, ingeniería, compras y almacén.

Indice del plan DP-U:

A) INTRODUCCIÓN

B) REFLEXION

C) DESARROLLO

1. MPT (mantenimiento productivo total).
2. Departamento de planeación.
3. Esquema de ciclos de mantenimiento (MSM ó mantenimiento sobre marcha y MCP ó mantenimiento con paro), por escrito.
4. Controles Estadísticos.
5. Proyecto DAC (difusión, ayuda y capacitación) de planeación.
6. Referencias de apoyo (cursos y seminarios de planeación).
7. Conclusiones y recomendaciones.

A) ANEXOS

Hasta aquí llega la ingeniería básica y se procederá a la ingeniería de detalle en donde se verán con mayor detenimiento como evolucionaron los puntos descritos en este apartado.

IV.4) Ingeniería de detalle (establecer en detalle las auditorías reales, y diseño en detalle del DP-U):

Pasemos ahora a la ingeniería de detalle en donde se explicará con detenimiento el desarrollo y análisis de los índices de auditoría que la SPPM presentaba mensualmente a las gerencias de la planta. En este punto, también se explicará el detalle al que se llegó con el proyecto DP-U, el cual formó parte de una gran motivación para el cambio y mejora del departamento.

Comencemos con los índices de auditoría ó el establecimiento en detalle de las mismas, presentando a continuación las tablas estadísticas IV.4.1, IV.4.2, y IV.4.3.

No se puede dejar de mencionar que la información de las tablas siguientes, aún cuando tiene grandes oportunidades de mejora, forma parte de un sistema de productividad altamente eficiente y elogiado inclusive a nivel internacional. En este sentido también vale la pena remarcar que nos encontramos en un análisis dentro de México, país con estructuras políticas, sindicales y de trabajo, diferentes en costos y procedimientos a otros. Ahora bien, considerar que un sistema es estrictamente competitivo a nivel internacional es relativo, y por tanto el contexto internacional se analizará y comentará en las conclusiones del trabajo.

REFLEJO DE DESEMPEÑOS A TRAVES DE LA SPPM
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	OBJ.	CONCEPTO
I- PROGRAMACION															
71.1	73.7	88.7	82.2	78.1	65.6	68.3	-	-	-	55.7	64.3	64.5	66	85	% TRABAJO PROGRAMADO
28.9	26.3	11.3	17.8	21.9	34.4	31.7	-	-	-	44.3	35.7	35.5	34	15	% TRABAJO NO DE MTTO.
119.8	124.7	124.5	119.1	126.4	105	120.9	-	-	-	117.5	117.5	112.7	108.8	100	% EXACTITUD DE PROGRAMACION

II- ACUMULADOS DE % DE TRABAJO PROGRAMADO															
										55.7	60	61.5	62.6	80	ACUM. REPORTADO
										60.2	63.5	65.5		80	ACUM. EN EL SISTEMA

III- BACK-LOG															
3.1	2.8	1.9	2	2.4	2.9	2.9	-	-	-	3.3	2.3	4.1	2.9	2.4	No. DE SEMANAS BACK-LOG
18706	17261	11255	12405	13703	16129	19697	-	-	-	19386	14476	23110	21093	15000	HH DE BACK-LOG

IV- PLANES MAESTROS															
35.6	32.2	40.7	38.7	36.9	32.8	33.1	-	-	-	24.2	28.8	27.2	32	55	% PREVENT. SIC, SOL, OTROS
119.3	92.1	106.2	98.1	113.9	98.7	102.8	-	-	-	123.7	101.8	93	95.7	100	% EXACTITUD PREV. ... OTROS
1	1.2	1.9	1.6	1.1	1	1.6	-	-	-	0.5	0.7	0.8	0.8	1	% PREDICTIVO PROGRAMADO
122.1	134.5	117.3	129.1	112	127.8	180.5	-	-	-	125.3	280.9	164.9	183.5	100	% EXACTITUD PREDICTIVO
18.6	19.5	23.1	22	21.7	15.3	14.9	-	-	-	11.9	16.1	15.9	12.7	20	% CORRECTIVO PROGRAMADO
137.1	151.1	138	144.2	176.3	119.2	157.5	-	-	-	128.8	150.1	145.9	139.2	100	% EXACTITUD CORRECTIVO
9	15.7	16.4	15.4	12.2	10.6	13.3	-	-	-	12.9	11.9	13.9	11.8	4	% OT'S ABIERTAS
106.4	171.9	170.9	151.9	117.2	103.5	134.7	-	-	-	101.3	122.9	130.4	118.6	100	% EXACTITUD ABIERTAS
6.9	5	6.5	4.4	6.2	6	5.4	-	-	-	6.3	6.7	6.7	8.8	5	% CAPACITACION

V- PROCESADO DE INFORMACION ("AL DIA")															
22.8	19.8	11.6	17.4	23.7	21	15.5	-	-	-	17.1	25.1	12.4	18	5	% "BENEFICIO" A PROG; STATUS 25
655	623	291	490	574	602	602	-	-	-	382	630	296	512	100	# OT'S "BENEFICIO"
408	449	0	262	136	510	403	-	-	-	74	95	0	375	50	# OT'S PL. X TERM. Y CERRAR
247	174	291	228	438	92	199	-	-	-	308	535	296	137	50	# OT'S OTROS (ING. EJEC.)

A PARTIR DE ENERO, EL "BENEFICIO" A PROG; STATUS 25 SE APLICARA SOLAMENTE EN LA PARTE PROPORCIONAL DEL # DE O.T.'S EN PLANEACION POR TERMINAR Y CERRAR.

REFLEJO DE DESEMPEÑOS A TRAVES DE LA SPPM
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

JUL AGO SEPT OCT NOV DIC ENE FEB MZO ABR MAY JUN JUL OBJ. CONCEPTO

VI- PROGRAMACION, TRABAJOS CALIDAD Y SEGURIDAD

18	18	21	18	13	18	10	-	-	6	15	15	21	5
4	8	8	4	0	0	3	-	-	0	5	5	3	
2	3	10	12	2	2	9	-	-	9	8	2	4	

CAMBIOS PROG. MITO. SEMANAL
DE TRABAJOS SIC.
DE TRABAJOS SOL.

VII- CONTROL DE O.T.'S

1883	1892	1949	2034	1577	1441	1855	-	-	1510	1953	1676	1646	
1636	1718	1658	1806	1139	1349	1656	-	-	1202	1418	1380	1509	
1889	1905	1967	2040	1584	1455	1863	-	-	1512	1962	1679	1649	
1207	1226	1446	758	956	624	1104	-	-	978	1097	1308	1098	

EMITIDAS EN EL MES
REVISADAS POR ING. (CON TODOS LOS RECURSOS)
PROGRAMADAS
OT'S CERRADAS

VIII- SOLICITUDES DE TRABAJO S.T.'S

634	645	691	679	507	450	614	-	-	481	647	511	433	
52.1	56.7	53.7	36.1	61.9	48.6	54.7	-	-	57.1	50.7	49.6	51.4	20
812	700	527	616	647	723	758	-	-	712	678	719	782	400

S.T.'S RECIBIDAS EN EL MES
% S.T.'S < 24 HRS "HOY / HOY"
ST'S ACUMULADAS EN EL SISTEMA

IX- MATERIALES, DISPONIBILIDAD DE EQUIPO Y MANO DE OBRA

4	2	9	5	3	2	1	-	-	2	1	8	2	
30	28	33	31	33	35	32	-	-	28	24	25	22	
18	4	3	2	2	4	5	-	-	3	1	1	1	
50	39	39	32	31	34	33	-	-	33	17	12	9	
5	4	1	1	9	5	4	-	-	2	3	0	2	
55	55	53	38	47	46	46	-	-	41	42	36	35	
27	10	13	8	14	11	10	-	-	7	5	9	5	
135	122	125	101	111	115	111	-	-	102	83	73	66	
24	37	38	32	30	33	7	-	-	10	54	17	7	
11	9	34	5	10	9	22	-	-	16	44	13	33	

PEND. X FALTA DE MATERIAL
ACUM. X FALTA DE MATERIAL
EN ESPERA DE MATERIAL
ACUM. EN ESPERA DE MATERIAL
ESPERA MAT. REQUISITADO
ACUM. ESPERA MAT. REQUISITADO
SUMA POR MATERIALES
ACUM. POR MATERIALES
PEND. X DISP. DE EQUIPO
PEND. X FALTA MANO DE OBRA

X- MATERIALES Y ALMACEN

0	0	9	11	9	3	7	-	-	3	9	6	5	
0	2	7	0	6	4	8	-	-	13	21	7	1	
1	7	8	1	4	1	2	-	-	1	1	2	1	

SE ADAPTO MATERIAL
O.T. A PL. POR FALTA DE MATERIAL
FALTA DE MAT. DETECTO PL.

TABLA ESTADISTICA IV.4.2

REFLEJO DE DESEMPEÑOS A TRAVES DE LA SPPM
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	OBJ.	CONCEPTO
									46.8	70.9	71.4	43.3	80	TALLER MAQUINAS
									64.6	71.5	73.5			ACUM. TALLER MAQUINAS
									36.3	65.1	66.2	58.3	80	TALLER GENERAL MAQUINAS HTAS.
									40.4	72.6	86.6			ACUM. TALLER GRAL MAQ. HTAS.
									36.2	112.9	96.3	89.1	80	TALLER AUTOMOTRIZ-MONTACARGAS
									97.8	110.2	108.6			ACUM. TALLER ATUOM-MONTACARGAS
									66.7	57.8	65.3	66.5	80	TALLER CONVERSION
									70.8	64.4	65.1			ACUM. TALLER CONVERSION
									52	43.5	44.1	35.8	80	TALLER SALA-EDUCACIONAL
									52	48.8	48.3			ACUM. TALLER SALA-EDUCACIONAL
									33.6	29.3	48.8	33.8	80	TALLER ELECTRICO
									34.6	38.9	43.9			ACUM. TALLER ELECTRICO
									13.3	8.9	38.4	38.8	80	TALLER INSTRUMENTOS
									48.7	50.5	50.3			ACUM. TALLER INSTRUMENTOS

XI- % PROGRAMADO POR DEPARTAMENTO

1- LAS EVALUACIONES MENSUALES ESTAN APOYADAS EXCLUSIVAMENTE EN LAS O.T.'s CERRADAS EN EL SISTEMA.
SE REPORTAN LOS ACUMULADOS UN MES TARDE, PARA IDENTIFICAR (JUNTO CON EL CONCEPTO XII QUE SE PRESENTA A CONTINUACION), EN DONDE SE ENCUENTRAN LAS OPORTUNIDADES PARA IR AL DIA EN MANEJO DE O.T.'s.

XII- DONDE QUEDO LA O.T. ?

									1510	1953	1676	1646		TOTAL DE O.T.'s DEL MES
									978	1097	1308	1098		O.T.'s CERRADAS DEL MES
									150	226	72	36		O.T.'s TERMINADAS DEL MES
									74	95	0	375		O.T.'s POR TERM. Y CERRAR EN PL.
									308	535	296	137		O.T.'s EN EJECUCION E ING.

2- EN EL CASO MECANICO, TODAS LAS O.T.'s QUE NO LLEGAN A PLANEACION, SE SABE ESTAN EN EJECUCION.
3- EN EL CASO ELECT. E INSTR., ING. FORMA PARTE DE EJECUCION, POR LO QUE LAS O.T.'s ESTAN EN ING. Y EJEC. A LA VEZ.
4- EN LOS CONCEPTS II-ACUMULADOS Y XI-% PROGRAMADO POR DEPARTAMENTO, SE TIENEN OBJETIVOS DE 80% DE MANO DE OBRA OCUPADA PUES SE ASUME EXISTE UN 5% DE MANO DE OBRA OCUPADA EN CAPACITACION MENSUAL.

TABLA ESTADISTICA IV.4.3

De las tablas estadísticas anteriores se harán a continuación las observaciones y comentarios de cada índice, permitiendo por tanto comprender con más detalle y firmeza cómo opera un sistema genérico de mantenimiento moderno.

I- Programación:

% TRABAJO PROGRAMADO:

a) De julio a diciembre tenemos un valor promedio de 76% aprox.

b) De enero a julio tenemos un valor promedio de 63%.

¿Porque tenemos esta variación en dos períodos distintos? Esto se debe a que a partir de enero, el % “BENEFICIO” A PROG; ST 25 del concepto V de las tablas, se aplicó solamente en la parte proporcional del número de órdenes de trabajo en planeación por terminar y cerrar; es decir se aplicó solamente el beneficio de las OT que se sabía con plena certeza ya se habían ejecutado. El objetivo de dejar de aplicar beneficios a este indicador se dió con el afán de realizar evaluaciones lo más apegadas a la realidad y poder mejorar por tanto, pisando un terreno lo más firme posible. Se ve con claridad desde esta perspectiva, la lejanía respecto del objetivo de 85%.

% EXACTITUD PROGRAMACION:

Esta estadística da a conocer si los tiempos estimados para la realización de una tarea de mantenimiento son ó no correctos, y en este sentido, lo ideal es tener un estimado los más exacto posible, es decir de 100%. Se sabe que se pueden reportar tiempos irreales pero confiar en el personal de supervisión y ejecución es fundamental en el entendido de que el mismo está capacitado, motivado, es honesto y gracias a la OT trabaja con guías claras de lo que se debe de ejecutar.

De lo anterior se desprende que dentro de mantenimiento la OT es un instrumento muy importante y que reportar lo real es fundamental para mejorar.

II-Acumulados de % de trabajo programado:

ACUM. REPORTADO:

En este concepto podemos observar el promedio de lo reportado en %TRABAJO PROGRAMADO, facilitándose por consiguiente el entendimiento del desempeño en el año, que en este caso es de 62.6% de abril a julio.

ACUM. EN EL SISTEMA:

Cuando hablamos del porcentaje de trabajo programado acumulado en el sistema, podemos pensar que estamos hablando del indicador eje ó crucial, e inclusive considerarlo el más valioso de los indicadores. Este concepto nos permite ver la realidad de los trabajos de mantenimiento con fechas de terminación del mes reportado pero con un mes de atraso, logrando así mayor cercanía y apego a la verdad al asumir que las OT que se tenían en trámite en ejecución de mantenimiento, ingeniería ó planeación, se terminaron y cerraron en el sistema computarizado.

Observando que este indicador es casi 5% superior al reportado como % TRABAJO PROGRAMADO del mes equivalente, podemos concluir que existe una oportunidad cercana al 5% para llevar al día el procesado de información de OT's.

III-Back-Log:

Back-log es un concepto que hace referencia a la cantidad de horas hombre que se tienen en trabajos de mantenimiento listos para ser ejecutados. Cuando surge alguna contingencia en la que el personal de mantenimiento pudiese “sentarse con los brazos cruzados”, el Back-log “entra en acción” y es entonces cuando se programan tareas de mantenimiento para evitar mano de obra ociosa. Podemos decir que Back-log es un colchón ó reserva que permite mantener a la mano de obra ocupada en casos extremos.

Los valores recomendados de este indicador son de entre 2 y 4 semanas y de las estadísticas tenemos que se cumple con este objetivo.

IV- PLANES MAESTROS:

Al hablar de Planes Maestros hacemos referencia al corazón de un sistema, llámese un proyecto de una nueva planta ó bien de mantenimiento ó de ventas. Esta sección tiene por tanto gran importancia ya que reflejará los principales conceptos y labores que darán ó dan forma al sistema de que se trate y que en este caso es una propuesta genérica de mantenimiento industrial.

A mí en lo personal, me gusta observar cómo las labores de mantenimiento y de los planes maestros se reducen a los siguientes cinco puntos:

1. Mtto. Preventivo, Calidad, Seguridad.
2. Mtto. Predictivo.
3. Mtto. Correctivo.

4. Mtto. Labores varias que no justifican su clasificación y que no se encuentran dentro de los planes maestros.

5. Mtto. Capacitación del personal.

Me gustaría mencionar que asesorías internacionales coinciden con una apreciación personal de que a mayor porcentaje (%) de labores de mantenimiento predictivo, se tendrá ó tenderá a obtener un mejor rendimiento en cuanto al aprovechamiento de recursos para mantenimiento, y por tanto mayor éxito hacia el futuro.

Después de la explicación del concepto de Planes Maestros y su contexto en este reporte, pasemos al análisis estadístico de los mismos:

1. Mtto. Preventivo, Calidad y Seguridad, (MP, SIC, SOL)

% PREVENTIVO SIC, SOL, OTROS. (Calidad, Seguridad, otros)

Teniendo un objetivo de 55% y una realidad que apenas y supera el 28%, vemos como los planes maestros de que se disponía ocupaban muy poco de la mano de obra existente. De lo anterior se desprende casi de manera inmediata que se tiene una oportunidad de mejora para incrementar el índice en este punto ó bien, redefinir parámetros de mantenimiento para fábricas de papel en México.

2. Mtto. Predictivo,

% PREDICTIVO PROGRAMADO

Es de mencionar que el predictivo forma parte del preventivo. En este indicador tenemos un 1% como objetivo, el cual es deseable vaya en constante aumento ya que a mayor predictivo como se mencionó anteriormente, mejores resultados futuros. El índice obtenido es ligeramente inferior al objetivo.

Al hablar de mantenimiento predictivo, me gustaría compartir la siguiente analogía médica en donde vale más una radiografía ó un scanneo que abrir un cuerpo humano para investigar el estado de órganos y tejidos.

3. Mtto. Correctivo, (MC)

% CORRECTIVO PROGRAMADO.

El mantenimiento correctivo no es deseable, mas sin embargo me parece es “inevitable” en la medida en que la fricción es “inevitable”, ó en la medida en que la falta de control del clima es “inevitable”. Es decir, yo entiendo que hoy vivimos en un mundo con

fricción, desgaste y corrosión a pesar de la tecnología, y observo y reconozco la necesidad del mantenimiento correctivo.

En este punto de % CORRECTIVO PROGRAMADO, de un 20% propuesto como objetivo, tenemos un alentador casi 13%. El valor reportado habla bien de las labores de mantenimiento, pues a menor correctivo se infiere mayor calidad y confiabilidad en los mantenimientos.

4. Mtto. Labores varias que no justifican su clasificación y control en planes maestros.

% OT's ABIERTAS.

¿Qué se quiere decir con OT's abiertas? La OT abierta es un instrumento creado para poder realizar labores de mantenimiento cuya jerarquía relativa es baja, y para poder contar con un registro contable oficial que permita sacar piezas de almacén de tal suerte que en un mantenimiento nocturno ó potencialmente obstaculizador de la labor integral de producción-mantenimiento este no se viese retrasado por falta de acero 1045, ó por falta de soldadura, ó de cinta de aislar por ejemplo.

En este indicador tenemos un valor de 11.8% vs 4% de objetivo. Mas ¿qué nos indica este dato? pues nos indica que gran cantidad de las labores de mantenimiento se canalizan a la OT abierta al no estar clasificadas dentro de los planes maestros, y por tanto lleva a detectar que el 11.8% citado habría de transformarse idealmente en labores de mantenimiento preventivo y predictivo.

5. Mtto. Capacitación del personal.

% CAPACITACION.

Antes de comentar los valores porcentuales de este concepto, me gustaría mencionar que en el esquema de desarrollo social, empresarial y político de las naciones y de México, la educación continúa es parte del modelo. Una vez establecido y recordado que la capacitación es parte de las estructuras establecidas en nuestras comunidades en general y que no debe de ser olvidada, pasemos a comentar el indicador correspondiente.

Tenemos en capacitación un 8.8% como valor del último mes, sin embargo si observamos la tendencia a lo largo del año reportado estadísticamente, podremos constatar que el promedio se encuentra alrededor de 6%, lo que habla bien de este punto pues el objetivo es de 5%.

Ahora bien, ¿en qué consistía la capacitación al personal de mantenimiento?

La labor de capacitación llevada a cabo para personal de ejecución de mantenimiento consistía entre otras cosas en cursos de mecánica, soldadura, seguridad industrial, de manejo de químicos existentes en planta como cloro, diesel, peróxido de hidrógeno, así como cursos de matemáticas, actualización en técnicas y equipos de instrumentación y control, cursos de motores eléctricos, etc... los cuales en muchas ocasiones eran impartidos por personal de empresas proveedoras de servicios y equipo. La capacitación también se planeaba en base a detección de necesidades internas (con ó sin evaluaciones estructuradas).

V- PROCESADO DE INFORMACIÓN (“AL DIA”):

En relación a este concepto, tenemos que en el índice de “ACUM. EN EL SISTEMA”, se ha hecho mención ya, de que existe un 5% de retraso que se refleja en dicho indicador, sin embargo aquí se hablará con mayor detalle de esta oportunidad de mejora.

Me gustará hablar aquí y realizar una breve reflexión acerca de manejo de información con oportunidad en el tiempo.

Constantemente vemos que existen fuerzas y presiones de la sociedad para contar con información rápida, con velocidad, lo que deriva en especulación en muchos casos.

Manejar información correcta y “al día”, es necesario, y si “lo que se ve bien está bien” al analizar los indicadores del presente concepto V vemos como en todos se está lejos del objetivo, es decir “no se ven bien” y por tanto no están bien.

Vale la pena comentar como esta oportunidad así como la mayoría descritas en esta sección de indicadores estadísticos, se canalizaron a través del DP-U para poderse solucionar.

VI- PROGRAMACION, TRABAJOS CALIDAD y SEGURIDAD:

En este apartado tenemos algunos de los indicadores más interesantes en cuanto a la integración del proceso de planeación con el resto de los departamentos de la planta como son producción y en general con todos aquellos departamentos con oportunidades de mejora en calidad y seguridad.

¿Qué sucede con los indicadores de este punto? pues que la cantidad de cambios de programa de mantenimiento semanales es muy alta con 21 casos. Se concluye que los compromisos de coordinación y mantenimiento entre producción y mantenimiento no se respetan, lo que no es deseable. Esta falta de coordinación producción mantenimiento

parece ser un denominador común y quizás genérico en la industria en México, lo que me parece grave.

En cuanto a trabajos de calidad y seguridad tenemos 3 y 4 en julio respectivamente. Las cantidades son reducidas y se pueden considerar buenos indicadores de mejora continua.

VII- CONTROL DE O.T.'S:

Las estadísticas de control de OT's evidencian el ritmo de trabajo y demandas a las que están expuestos los planeadores y son un tema amplio de mejora y discusión junto con ingeniería para revisar planes maestros y objetivos a corto plazo.

Se tienen 1646 OT's emitidas en el mes de las cuales 1509 se revisaron por ingeniería, 1649 se programaron, y 1098 se registraron como ya cerradas en el sistema quedando estas últimas por lo tanto en historial y sin posibilidad de cambiárseles información.

En control de OT's tenemos evidencias de que el procesado día con día de información pudiese mejorar.

VIII- SOLICITUDES DE TRABAJO S.T.'S:

Ya en la introducción del presente trabajo se mencionó el concepto de solicitud de trabajo ST y el hecho de que es una herramienta muy importante para el mantenimiento que permite canalizar las mejoras y labores de mantenimiento que no se detectaron o establecieron en los planes maestros de mantenimiento.

Me parece que las ST son el equivalente a los cambios y ajustes que se dan en proyectos de construcción en lo referente a diagramas de tubería e instrumentación, cimentaciones, etc... tanto en ingeniería de detalle como en procura y construcción. No deja de resultar interesante y en lo personal casi fascinante, el poder establecer equivalencias y paralelismos entre distintas facetas de la actividad humana, encontrando que los procesos de estructuración y análisis son muy similares y pudiendo entonces crear modelos genéricos.

Pero pasemos ahora a comentar los indicadores propios de esta apartado referente a las solicitudes de trabajo.

ST'S RECIBIDAS EN EL MES:

Este primer índice nos muestra 433 ST recibidas en el mes, lo que representa el 25% del total de OT's en el mes. Contar con una cuarta parte de trabajos de mantenimiento no

contemplados en los planes maestros me parece una exageración arrojando por tanto una gran oportunidad de mejora, sistematización y optimización de los planes maestros.

Existe sin embargo una segunda reflexión en relación a este índice y esto es que quizás la estadística citada es característica del tipo de maquinaria y país con el que se cuenta. En lo personal no estaría de acuerdo con esta idea, ya que si hablamos de sistemas genéricos de proyectos y planes maestros, creo que un 5% a 7% de ajustes y cambios no planeados, en principio sería atractivo ó adecuado.

% ST'S < 24 HRS. "HOY/HOY":

Observemos ahora qué es lo que sucede con solicitudes de trabajo que se entregan a planeación con menos de 24 horas de anticipación. Tenemos 50% de ST con estas características y por lo tanto aproximadamente el 12% de los trabajos del mes se encontraban dentro de la dinámica de "hoy para hoy" lo que me parece preocupante y serio pues el departamento se llama planeación mas no "bomberos-atien-de-supuestas-emergencias-de-mantenimiento-S.A.". Esta situación hace pensar una vez más en la mejora y revisión de los planes maestros de mantenimiento.

En relación a la gran cantidad de quejas de que era objeto el departamento de planeación y programación de mantenimiento, citadas ya en ingeniería básica, como por ejemplo "Planeación no programa trabajos con anticipación", tenemos que gracias a este indicador estadístico (el que nos ocupa), dichas quejas caminaron hacia la extinción.

El hecho de haber erradicado quejas de más de un lustro a través de un indicador estadístico simple habla del éxito del mismo y de cómo con esquemas sencillos se pueden obtener grandes resultados.

Por último tenemos que con premura en elaboración de OT's la calidad de las mismas disminuye y vemos también que el índice en esta sección arroja un dato mayor al 50%, teniendo un objetivo de 20% con un ideal de 0%.

ST'S ACUMULADAS EN SIST:

Aquí vemos como el sistema de mantenimiento mantiene casi constantes 750 ST's acumuladas en la computadora lo que representa casi el 45% de las OT'S que se emiten cada mes, siendo un valor muy elevado ya que un sistema con 1600 OT'S mensuales que mantiene 750 ST's acumuladas fuera de planes maestros no es saludable. ¿Dónde esta la planeación?

De este punto se generan importantes propuestas en el DP-U.

IX- MATERIALES, DISPONIBILIDAD DE EQUIPO Y MANO DE OBRA:

El rubro de materiales, disponibilidad de equipo y mano de obra refleja de manera estadística, gran cantidad de las quejas, polémicas y discusiones que se daban alrededor de planeación así como el evidenciar el desempeño del almacén y compras en cuanto a la efectividad ó no de conseguir refacciones y de tener datos confiables en sus registros. La creación de estos indicadores fué oportuna, acertada y exitosa. Aquí los indicadores más importantes son “SUMA POR MATERIALES” y “ACUM. POR MATERIALES”, pues son el resultado de la suma de ordenes de trabajo pendientes ya sea por falta de material ó en espera de alguna refacción ó bien esperando material requisitado del mes en turno ó acumulados respectivamente.

Preguntémosnos ¿qué sucede con el almacén vs la falta de materiales? Bueno resulta que el criterio clave que dará pié al análisis fué que las gerencias y el corporativo de la empresa establecieron que el almacén habría de resolver el 95% de los requerimientos de materiales de la planta pues de pretender cubrir el 100% de los casos se tendería a un almacén prácticamente infinito.

Con un almacén cubriendo 95% de los casos nos ubicamos dentro de la campana de Gauss en el $+ - 2$ sigma ó $+ -$ dos veces la desviación estandar de la curva de probabilidades normal. Es importante mencionar también que piezas definidas como “Paran Producción” habrían de estar en un criterio especial y siempre contar con ellas en almacén. Una vez explicadas y comprendidas estas premisas de diseño y trabajo podremos ver la relevancia ó no de las estadísticas correspondientes, las cuales se presentan a continuación:

SUMA POR MATERIALES:

Tenemos aquí cinco casos en julio. Con cinco casos de 1600 OT aproximadas en el mes, vemos que el total en este indicador apenas y alcanza el 0.3125% del total de OT's, estando dicho valor muy por debajo del diseño del almacén, mismo que es capaz de soportar hasta un 5% de falta de materiales. Por lo tanto tenemos hasta aquí que los famosos reclamos a planeación por falta de material no proceden.

Es con este indicador y junto con el concepto X de **Materiales y Almacén**, que se dió la erradicación formal de quejas hacia planeación por “no planear materiales”, misma que existía desde hacía más de 9 años según narraciones de los propios planeadores.

Se reconoce que el análisis del presente indicador cuenta con limitaciones propias para ser discutidas y mejoradas trabajando en equipo, tal y como se menciona en el DP-U, ya que por ejemplo no todas las OT requieren materiales y refacciones para su ejecución.

ACUM. POR MATERIALES:

Sesenta y seis (66) casos de OT's por ejecutarse por materiales lo que representa el 4% de las 1646 del mes, estando una vez más por debajo del 5% de tolerancia del diseño de almacén. En vista de que hablamos de un dato de acumulados, tenemos entonces que la atención gira principalmente hacia proveedores de materiales, de refacciones, y hacia el departamento de compras, evidenciando como ya se había mencionado, que la SPPM funge como coordinador, eje y auditor de diversidad de departamentos.

El índice analizado es un indicador importante pues incorpora objetivamente la participación de compras, proveedores, almacén y personal responsable de requisitar y solicitar refacciones dentro del proceso de mantenimiento.

PEND. X DISPONIB. EQUIPO:

Nótese en este caso cómo el índice sube y baja de manera notoria y relativa pues en ocasiones se tienen 38 casos, a veces 10, 54 ó 7. ¿Por qué estas variaciones? La explicación más clara se da cuando observamos que mantenimientos de procesos ó equipos grandes programados para fin de mes se posponían en aras de romper records de producción, pedidos, etc... elevando por tanto de manera cíclica u oscilante los trabajos no ejecutados por falta de disponibilidad de equipo.

PEND. X FALTA MANO OBRA:

Aquí se observan 33 casos. Esta cifra no es de extrañar al recordar que en ocasiones la mano de obra disponible se destinaba a labores críticas ó complejas ó bien porque los mantenimientos con paro se reducían en duración por solicitud ó requerimiento de producción, sin embargo no dejaba de existir la lucha de fuerzas entre "produce más con menos mantenimientos, y si han de tronar los sistemas ya los arreglaremos". Lo anterior causaba stress y enojo en ingeniería y mantenimiento pues las probabilidades de falla se incrementaban quizás innecesariamente.

Me parece que estos últimos comentarios son comunes a la actividad humana en donde hoy por hoy el miedo por "producir ó morir" gobierna tristemente muchas situaciones.

X- MATERIALES y ALMACEN:

Este punto X, junto con el IX, fueron como ya se citó, los responsables de erradicar las quejas de que planeación no planeaba los materiales.

SE ADAPTO MATERIAL:

Ante la posibilidad de que en labores de mantenimiento se estuviese alterando el diseño original de los equipos, lo que pudiese producir fallas, se creó el registro de OT's en donde se adaptó material. En este indicador tenemos 5 casos reportados con adaptación de material con un ideal de cero.

Me parece que este punto sienta un precedente en favor de llevar registro de las alteraciones a los diseños originales y tomar por tanto las providencias necesarias vía ingeniería y planes maestros de mantenimiento así como con trabajo en equipo entre planeación y otros para evitar sorpresas futuras en equipos con adaptaciones.

OT A PL. POR FALTA MAT:

Aquí tenemos uno de los inventos más atractivos para evitar quejas de materiales y este es el haber establecido que cualquier OT impresa que tuviese problemas de materiales habría de regresarse a planeación para su registro y reprogramación. El resultado de este indicador fué que en general entre 2 y 7 OT mensuales eran reportadas con falta de materiales lo que confirmaba que las quejas no procedían dentro de las estructuras existentes y que en caso de querer mejorar este concepto, se habría de trabajar en equipo de manera ordenada.

Vemos también que este índice es importante pues refleja los casos reales de OT'S que salieron de planeación y que no contaron con materiales para su realización, mas no olvidemos que siempre se contaba con la posibilidad de revisar la OT impresa devuelta a planeación y revisar por tanto qué material era el que no se había planeado. Se observó en ocasiones, que los problemas no se daban por falta de planeación de materiales, sino porque en el momento de ejecutar el mantenimiento surgían necesidades adicionales a las instrucciones escritas en la OT, requiriendo entonces piezas ó materiales. La naturaleza de falta de piezas ó refacciones descrita anteriormente exime a planeación de responsabilidades reales a este respecto.

FALTA MAT. DETECTO PL:

Con índices extremadamente bajos en este concepto pienso que la posición y trabajo de planeación se fortalece además de que todas las OT en donde se hubiese detectado falta de material se detenían en planeación.

XI- % PROGRAMADO POR DEPARTAMENTO:

En general tenemos aquí valores muy por debajo del 80% objetivo y casi todos oscilando entre 35% y 70%. Estos índices no son alentadores y dan pie al igual que otras de las estadísticas, a mejorar y discutir los planes maestros de mantenimiento y a cuestionarnos también si dentro del contexto de México aplican de manera rigurosa indicadores de mantenimiento internacionales.

XII- ¿DÓNDE QUEDO LA O.T.?

Vemos en este concepto la intención, que por cierto es una de las definiciones de proyecto presentadas en este reporte, de aclarar que está pasando con las OT, preguntándonos entonces ¿en manos de quién están y que impacto derivan en el desempeño de distintos departamentos y de indicadores responsabilidad de planeación?

Me gustaría hacer un paréntesis de reflexión para preguntar si las culpas y chismes así como la jerarquización del poder son necesidades propias del género humano porque de ser así quizás debiésemos de discutir entonces acerca de los “niveles de chismes culpas y uso de autoridad productivos en nuestras propuestas de empresas, sociedad, interacción y trabajo en equipo”, lo que me parece absurdo pero tal vez real.

De 1646 OT's en el mes, el 66% se cerraron para fines de la estadística mensual presentada a gerencias y el 33% no. Por tanto, 2/3 partes de los papeles son procesados a tiempo.

Fin de análisis de indicadores estadísticos.

A continuación se presenta la parte correspondiente al plan **Diseño de Planeación Universal** ó DP-U, recordando que el mismo tuvo parte de su origen en los análisis estadísticos anteriores. Los conceptos que dan sustento a este plan se presentan a continuación en forma de viñetas para facilitar la exposición y comprensión:

1. Mayor coordinación entre departamentos que operan alrededor de planeación.
2. Mejores y más exactas maneras de medir y evaluar desempeños vía estadísticas.
3. Desarrollo integral del personal del departamento.
4. Equilibrar planes maestros de mantenimiento en cuanto a cargas de mantenimiento sobre marcha ó MSM y mantenimiento con paro ó MCP, lo que habría de dar como beneficio adicional el evitar trabajos no planeados de “hoy para hoy” así como la reducción en el uso de órdenes “abiertas” y poder contar con un back-log mejor analizado.
5. Apoyar a una mayor calidad y seguridad en tareas de mantenimiento.
6. Apoyar para la toma de decisiones rápidas y correctas en aras de resolver problemas de mantenimiento y producción cuando así se requiriese.
7. Reducción de inventarios en almacén.
8. Reducción de tiempos muertos del personal de mantenimiento.
9. Trabajar dentro del concepto MPT ó mantenimiento productivo total, como una realidad de integración producción-mantenimiento-compras-almacén-etc...
10. Otros.

La creación del **Diseño de Planeación Universal** no fué tarea fácil y posiblemente con la exposición de este reporte es ya evidente que existían gran cantidad de variables y oportunidades de mejora alrededor del departamento. El problema de la SPPM pudiese describirse como desenredar un plato de espagueti, lo que requiere de calma y paciencia. Finalmente considero que el rumbo de planeación quedó establecido como uno de integración, mejora continua, proyectos, planes, reducción de esfuerzos, motivación y visión, y este rumbo se manifiesta en el DP-U propiamente el cual se presenta a continuación iniciando con el índice del mismo:

INDICE DEL DP-U:

- A) Introducción
- B) Reflexión
- C) Desarrollo
 1. MPT (mantenimiento productivo total).
 2. Departamento de planeación.
 3. Esquema de ciclos de mantenimiento (MSM mtto. sobre marcha, y MCP mtto. con paro), por escrito.
 4. Controles Estadísticos.
 5. Proyecto DAC (difusión, ayuda y capacitación) de planeación.
 6. Referencias de apoyo (cursos y seminarios de planeación).
 7. Conclusiones y recomendaciones.
- E) Anexos

DESCRIPCION y ANALISIS del DP-U:

A) Introducción

En la introducción se da a conocer cómo este plan pretende establecer un esquema anual cíclico de administración y mejora en el que en 7 ó menos conceptos estuviesen contemplados la totalidad de los conceptos necesarios para el futuro del departamento. Los conceptos identificados para esta estructura fueron; 1.- MPT=TPM (mantenimiento productivo total), 2.- Departamento de planeación, 3.- Esquema de ciclos de mantenimiento (MSM y MCP) por escrito, 4.- Controles estadísticos, 5.- Proyecto "DAC" (difusión, ayuda y capacitación) de planeación, 6.- Referencias de apoyo (cursos y seminarios de planeación) y 7.- Conclusiones y recomendaciones.

B) Reflexión

En este punto se busca compartir con el lector que en las dinámicas humanas se puede apreciar como "Todo es movimiento, nada es estacionario. Lo único permanente es el cambio", de acuerdo con Heráclito, c. 460 a.c., hace más de 2,000 años, ó bien, que "La verdad es una sola, siempre ha sido y será".

Se desea pensar que el presente Diseño de Planeación Universal habrá de fungir como base para el éxito del departamento, a corto, mediano y largo plazo, y permitirá establecer una dinámica de trabajo en la cual se puedan tomar las mejores decisiones en el menor tiempo posible y al menor costo dentro de la labor de mantenimiento y

producción. Finalmente, no olvidemos que día a día el servicio a los demás y el trabajo multidisciplinario en equipo es muy importante y no es ajeno ni al DP-U ni a la SPPM.

C) Desarrollo

1. MPT (mantenimiento productivo total).

Abordemos primero el tema MPT, definiéndolo en base a pláticas y videos del ramo como "MPT es la integración entre producción y mantenimiento para incrementar la eficiencia de los sistemas ya que al trabajar en equipo se reduce la entropía ó pérdida de energía". En los sistemas de mantenimiento productivo total, el mantenimiento es realizado tanto por producción como por mantenimiento y el personal de producción que opera y "vive" junto al equipo, es capacitado por mantenimiento para realizar rutinas de mantenimiento simples. Por otra parte, mantenimiento se concentra valga la redundancia en los mantenimientos más complicados y costosos. La labor conjunta descrita deriva en mayores índices de eficiencia en uso de mano de obra, consumo de insumos, tiempos muertos, etc...

Veamos a continuación como el DP-U propone y establece elementos aplicables al concepto MPT:

➤ Monitoreos:

El hecho de establecer monitoreos obliga a poner datos reales sobre la mesa y expone lo que sucede con los procesos productivos. Al contar con datos reales y compartir las responsabilidades de los mismos, la integración mantenimiento-producción se puede dar con éxito.

Ahora bien, ¿qué tipo de monitoreos se proponen? Bueno, se proponen monitoreos de calidad en la producción, de desempeño de equipos y sistemas y un híbrido de calidad de producción y desempeño de equipos y sistemas. Con monitoreos de producción compartidos con mantenimiento e ingeniería, tenemos un trabajo integrado de mejora que cumple con las premisas del MPT y que permite corregir desviaciones de estándares tanto de equipos como de producto.

En cuanto a monitoreos de desempeño de equipos vale la pena recordar algunos conceptos ó parámetros importantes a evaluar como son amperaje, presión, temperatura, viscosidad de fluidos que se manejan, concentración de químicos, rpm de motores y ejes, análisis de vibraciones, ultrasonido, inspección de lubricantes, etc... los cuales llevan a trabajar en una perspectiva deseable de mantenimiento predictivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como ejemplo de sistemas ó registros para monitorear desempeños, se podrá encontrar en los anexos del presente trabajo, un ejemplo de monitoreo para sopladores de efluentes.

Otro elemento útil en monitoreos es el DFP ó diagrama de flujo de proceso. Si los DFP son utilizados con banderas de datos teóricos vs reales tanto de calidad como de rendimiento y condiciones de trabajo de los equipos, habrán de ofrecer a corto y mediano plazo promedios estadísticos y por tanto discriminaciones diarias ó semanales según el caso de los puntos que afectan ó están afectando a las producciones y calidades.

- Revisión y actualización cíclica de información del sistema computarizado de mantenimiento (en cuatrimestres):

Haré énfasis en que existía la oportunidad de revisar sistemáticamente y en conjunto, los datos del sistema computarizado de mantenimiento. Dado lo anterior, se propuso revisar la información dentro de un esquema cíclico cuatrimestral de trabajo en equipo, el cual habría de manejarse en períodos de “n” años, en donde se sugirió “n” = 2 y con los siguientes ordenamientos:

- Primer cuatrimestre; tareas, seguridad, calidad,
- Segundo cuatrimestre; refacciones,
- Tercer cuatrimestre; datos técnicos, frecuencias y evaluación de equipos que ameritan comentarios de reparación.

Al integrar la revisión del sistema computarizado vía una labor conjunta entre planeación, ingeniería, ejecución, operación y almacén, se obtiene también una dinámica de trabajo MPT.

- Actualización permanente de información en el sistema computarizado de mantenimiento:

La actualización permanente de información a través del trabajo en equipo es necesaria pero sin olvidar el esquema cuatrimestral del punto anterior. Algunos aspectos importantes que obligan a incluir la actualización permanente de datos dentro del DP-U y en el MPT son la incorporación continua de nuevos equipos y sistemas a la base de datos de mantenimiento junto con la actualización de frecuencias, tareas y refacciones, la identificación y mejora sistemática de labores productivas de mantenimiento y la incorporación de las mismas a los planes maestros en busca de equilibrar MSM y MCP,

reducir S.T.'s y uso de la O.T. abierta en emergencias así como de reducir S.T.'s de "Hoy/Hoy".

➤ Tener acceso a las bases de diseño de la planta:

Como último elemento considerado como parte del MPT en el DP-U se propone que planeación tuviese acceso a las bases de diseño actualizadas de toda la planta en relación a procesos, servicios, máquinas, etc... La inclusión de este concepto obedece a que al tener acceso a las bases de diseño se puede trabajar con ingeniería y operación de manera más cercana y verificando si es que se camina ó no con respeto a los lineamientos básicos de los procesos y equipos.

2. Departamento de planeación:

¿Porqué incluir un apartado llamado "departamento de planeación" dentro de un plan propio del mismo? La complejidad de la posición integradora de planeación obliga a comentar un punto dedicado exclusivamente a este además de que conforme se fueron identificando las oportunidades de mejora alrededor de la SPPM también se detectaron aspectos para proyectar y mejorar las estructuras propias.

Los aspectos de mejora propuestos fueron:

En primer lugar, proyectos de mejora por medio de trabajo en equipo y a través de sugerencias y detecciones internas y externas, reconociendo la experiencia de los planeadores como fuente de conocimiento y mejora, y en segundo término tenemos el concepto de personal del departamento, con temas como permisos, tiempo extra, vacaciones y suplencias, en donde se propuso contar con un reglamento interno de suplencias, por escrito, y del conocimiento de todos los que interaccionaban con planeación. En lo relativo a tiempo extra y vacaciones, el departamento habría de quedar dentro de los los lineamientos legales y de la empresa. Como tercer elemento la capacitación de los planeadores, con deseos de que fuese permanente, cíclica, e incorporando al departamento a cursos de otras áreas para ampliar la visión y alcance.

3. Esquema de ciclos de mantenimiento (MSM y MCP), por escrito:

Quisiera compartir que este punto es para mí uno de gran impacto e importancia ya que propone llevar un registro escrito de los procesos de mantenimiento con paro MCP y de mantenimiento sobre marcha MSM. Antes de mi llegada al departamento no se tenían

formalizados estos ciclos y por tanto, las ambigüedades en los mismos se hacían presentes.

Por lo anterior, en el DP-U se propuso contar con ciclos escritos de MSM y MCP y favorecer en los mismos, 1) que personal de planeación asistiese a las áreas de mantenimiento a revisión de trabajos críticos ó prioritarios, 2) de que se llevasen a cabo revisiones (trabajando en equipo, ó por planeación exclusivamente), de trabajos pendientes ó perdidos en el sistema, 3) de que se tuviesen definidos compromisos entre departamentos para entregar y recibir documentación de trabajos de mantenimiento incluyendo las hojas de acuerdos previos a MCP.

Se anexan calendarios propuestos para mejorar la administración de los ciclos de MSM MCP de equipos y procesos principales así como una hoja muestra de acuerdos de coordinación previos a MCP. Los documentos anexos fungían como guías de trabajo interno de planeación, y como guías de acuerdos y visualización de puntos críticos de mantenimientos con paro.

4. Controles estadísticos:

Un elemento clave para canalizar saludablemente la información y responsabilidades de un departamento como la SPPM son las estadísticas, las cuales ayudan a evitar ambigüedades, quejas y especulaciones.

En general, las estadísticas pueden dar pié a manipulación y buscar decir la verdad es un concepto que me parece complejo y que en la historia humana “conocida”, en muchas ocasiones ha dado mucho que desear.

Los controles estadísticos propuestos en el DP-U fueron el de estadísticas mensuales por planta, por planeador y por departamentos, algunos de los cuales eran utilizados ya por la SPPM.

5. Proyecto “DAC” (difusión ayuda y capacitación) de planeación:

Pasemos ahora al proyecto “DAC”, no sin antes recordar que en los indicadores estadísticos se detectó un retraso en el procesado de información mensual, lo cual dió origen en buena medida al mismo (proyecto “DAC”).

¿Cuáles fueron las características propuestas de difusión ayuda y capacitación?, bueno en primer lugar establecer el mismo como permanente dentro del departamento, así como difundir la labor y beneficios obtenibles de planeación y mantenimiento, capacitar al personal de ingeniería, ejecución y operación, en uso y consultas al sistema

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

computarizado de mantenimiento pues se quitaba tiempo a planeación cuando se daba soporte a consultas de otros departamentos. También se estableció que planeación habría de recibir apoyo y ayuda en el procesado de órdenes de trabajo para captura de comentarios y cierre de las mismas y finalmente se propuso preparar a personal de ejecución como futuros planeadores y emergentes de planeadores en casos de contingencia extrema.

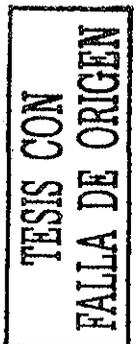
6. Referencias de apoyo (cursos y seminarios de planeación):

Los cursos y seminarios de planeación siempre brindarán una referencia positiva en cuanto a prácticas recomendadas por asesores, criterios y esquemas utilizados en otras empresas y fábricas y esquemas idealizados bajo perspectivas específicas.

7. Conclusiones y recomendaciones:

Tenemos a continuación la parte final del desarrollo del DP-U, que son las conclusiones y recomendaciones del mismo:

- Con la creación de DP-U se habría de contar con un proyecto y metodología propios de la SPPM que permitiese trabajar mejor y con menos recursos, logrando la canalización y resolución de oportunidades de mejora y del trabajo coordinado con otros departamentos relacionados, potencializando por tanto las labores.
- Las oportunidades de mejora por resolver serían las detectadas en los indicadores estadísticos mensuales así como todo lo necesario para proyectar a planeación y sus integrantes hacia el futuro con motivación, capacitación y dinámicas de trabajo simples, efectivas y viables.
- Se incluyen a continuación, como parte de las conclusiones, aspectos y recomendaciones importantes en cuanto a comentarios de reparación a ser capturados en el sistema de cómputo:
 - a) Con monitoreos de desempeño de equipos y procesos, la necesidad de comentarios de reparación tiende a desaparecer, siendo más relevantes en un momento dado, las fechas de intervención de equipos, sistemas y procesos y los rendimientos y desempeño de los mismos.
 - b) Se propuso que los comentarios de reparación habrían de regirse por tan solo cuatro opciones y solo del 15% de los equipos, es decir de los críticos. Las opciones de comentarios fueron:



I. **Se realizó trabajo de acuerdo ó conforme a la O.T.** (indicar calibraciones de ser necesario).

II. **Se cambió alguna pieza** (indicar nombre y número de refacción).

III. **Se dejó alguna pieza dañada** (indicar nombre y número de refacción).

IV. **Se realizó alguna adaptación** (indicar nombre y número de refacción).

- El DP-U pretendió dejar trabajando al departamento en “automático” y se construyó como se ha mencionado, conforme se detectaron situaciones y posibilidades de cambio y mejora en la SPPM.

D) Anexos:

Los anexos que se establecieron como parte del DP-U se presentan como anexos valga la redundancia del presente trabajo.

Aquí se da por terminada la ingeniería de detalle no sin antes comentar que el programa de capacitación del departamento mencionado en esta sección, se tratará con la debida atención en Procura y Construcción que es el siguiente tema.

IV.5) Procura y construcción:

Al comenzar con esta sección, recordemos lo mencionado en la Tabla III.2 en donde se establece una equivalencia entre procura y construcción y llevar a la práctica las auditorías reales y lo establecido en el DP-U.

Iniciando con llevar a la práctica las auditorías reales vemos como este análisis se presentó en ingeniería de detalle. Lo que se puede decir aquí es que la "procura y construcción de los indicadores estadísticos" se llevó de manera paralela junto con la ingeniería de detalle de la misma por lo que el estudio presentado en la sección anterior se considera suficiente y completo para ilustrar esta situación. Se agradecerá se consulte la ingeniería de detalle de indicadores estadísticos si es que se desea revisar algún aspecto.

Ahora bien, que pasa en cuanto a la procura y construcción del DP-U, es decir el llevarlo a la práctica. Se puede decir que el DP-U es un compendio de conceptos-guía que dan pie al crecimiento y mejora en la administración holística de Mantenimiento-Producción-MPT-Ingeniería-Compras-Almacén... otros y que se comenzó a aplicar de manera real. Considero que la descripción que se dió del DP-U en ingeniería de detalle es válida para reflejar lo que fué el proceso de construcción del mismo. A pesar de lo anterior, pongamos nuestra atención por un momento en el proyecto de capacitación de planeación dentro del DP-U y cuyas características de extensión, alcance y estructura obligan a comentarlo con mayor amplitud.

Proyecto de capacitación de planeación:

Establecer un proyecto de capacitación para lograr las metas y objetivos del departamento el cual habría de contar con una estructura permanente, cíclica y con la posibilidad de incorporar al departamento a cursos de otras áreas, ampliando por tanto los horizontes y potenciales.

El proyecto se creó utilizando conceptos de planeación estratégica y estableciendo desde un principio la Visión, Misión y Objetivos del mismo.

Visión (a lograrse en 5 años):

Ser un departamento alegre, con personal autorrealizado que domine el panorama global de la empresa y el particular del departamento de planeación y que pueda brindar un mejor servicio cada día.

Misión (a lograrse en 3 años):

Contar con personal consciente del beneficio productivo que brinda un sistema computarizado de mantenimiento, consciente de los avances y cambios tecnológicos y mundiales y que a través de las herramientas de que dispone brinde un apoyo eficiente al proceso de mantenimiento y producción.

Objetivos (a lograrse de manera anual):

Proporcionar herramientas al personal del departamento, que les permita autorealizarse, trabajar con más eficiencia, comprender mejor lo que se realiza en la fábrica, y orientarse hacia un camino de salud interna y externa en pro del crecimiento personal y del departamento.

Se anexa la hoja original de Visión, Misión y Objetivos.

El proyecto de capacitación se creó en base a 5 niveles; Nivel 0 (cero) ó Programa de fechas clave, Nivel 1 ó Plan maestro general, Nivel 2 ó Programa por etapa, Nivel 3 ó Programa por disciplina, Nivel 4 ó Actividades, Nivel 5 ó Documentos ó tareas.

Tenemos a continuación el índice del Nivel 0 (cero) ó Programa de fechas clave y los calendarios de los niveles 0 (cero) y 1 (uno) en la gráfica IV.5.1 y las gráficas IV.5.2-1 y IV.5.2-2 respectivamente:

Nivel 0 (cero): Programa de fechas clave.

- E.1 Administración, Planeación Estratégica.
- E.2 Valor agregado de planeación al proceso productivo.
- E.3 Actividades internas de planeación.
- E.4 Herramientas.
- E.5 Mundo del papel.
- E.6 Futuro de Planeación.

NIVEL 0

a) PROGRAMA DE FECHAS CLAVE

ETAPA / SEMANAS DEL CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E1 / ADMINISTRACION, PLANEACION ESTRATEGICA	X	X	X	X	X	X																				
E2 / VALOR AGREGADO DE PLANEACION, AL PROCESO PRODUCTIVO							X	X	X	X	X	X	X	X												
E3 / ACTIVIDADES INTERNAS DE PLANEACION									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
E4 / HERRAMIENTAS			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E5 / MUNDO DEL PAPEL			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E6 / FUTURO DE PLANEACION																										X

FIN DEL PROYECTO
A LAS 26 SEMANAS

EL PROGRAMA DE FECHAS CLAVE ES LA "RADIOGRAFIA" DEL PROYECTO, EN EL QUE SE ESTABLECE CUANDO SE DEBERA DE TERMINAR EL MISMO, Y SE OBSERVA LA DISTRIBUCION DE LAS ETAPAS EN EL TIEMPO.

Gráfica IV.5.1 Programa de fechas clave del programa de capacitación.

NIVEL 1

a) PLAN MAESTRO GENERAL

ETAPA / SEMANAS DEL CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
E1 / ADMINISTRACION, PLANEACION ESTRATEGICA	X	X	X	X	X																						
E1.1 Administración	xxxx																										
E1.2 Planeación Estratégica	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx																										
E2 / VALOR AGREGADO DE PLANEACION, AL PROCESO PRODUCTIVO							X	X	X	X	X	X	X	X													
E2.1 Acceso y uso de info.							xxxxx																				
E2.2 Base para el orden y ctrl. de M.O. y refacciones							xxxxxxx																				
E2.3 Se filtran contratiempos potenciales por falta de material							xxxxxxxxxxx																				
E2.4 Apoyo para cero fallas y aumentar conf. y disp.							xxxxxxxxxxx																				
E3 / ACTIVIDADES INTERNAS DE PLANEACION									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
E3.1 Info. Depurada y actualizada									xxxxx																		
E3.2 Captura de info. a tiempo									xxxx																		
E3.3 No. de O.T.'s / mes									xxxxxx																		
E3.4 Comunicación con otros									xxxxx																		
E3.5 Disposición para escuchar									xxxx																		
E3.6 Generación, impresión y entrega de O.T.'s									xxxx																		
E3.7 Juntas internas y mejora continua									xxxx																		
E3.8 Calidad de las O.T.'s									xxx																		

Gráfica IV.5.2-1, Plan Maestro General del programa de capacitación.

En vista de que el mayor nivel de detalle del curso se dió en el Nivel 3 ó Programa por disciplina, y con el deseo de ilustrar de la mejor manera posible el contexto y búsqueda que se trazó en el proyecto de capacitación de la SPPM, se presentará a continuación a manera de índice-narración el contenido de temas y conceptos de este nivel.

Nivel 3, Programa por disciplina:

E.1 Administración, Planeación Estratégica.

- Administración
 - Introducción
 - Planeación; sus características, naturaleza, contribuye a los objetivos, supremacía, generalización, eficiencia de los planes.
 - Tipos de planes; objetivos, estrategias, procedimientos, políticas, reglas.
 - Herramientas de los planes; programas y presupuestos.
 - Organización; características, organización formal, organización informal, organización como proceso, organización con tramos estrechos y amplios.
 - Dirección y dirigir; características, tipos de dirección, funciones de orientar, adiestrar, desarrollar, delegar, motivar, coordinar, superar diferencias, dignidad y autorespeto.
 - Herramientas; liderazgo, comunicación, ¿verdad?, control y seguimiento y sus características, proceso de control, controles adecuados, tipos de administración tanto por calidad, por objetivos, como ¿por sentimientos?
- Planeación Estratégica
 - Visión; importancia, alcance a 5 años y diseñar el futuro,
 - Misión; se deriva de la visión y tiene alcance a 3 años,
 - Objetivos; que son anuales,
 - Metas; que son mensuales,
 - Tareas que son diarias,
 - Estrategias; que cuando se enfocan hacia lo interno analizan fortalezas y debilidades, y cuando lo hacen hacia lo externo observan las amenazas, y oportunidades,
 - Control y Seguimiento; considerado aquí solamente un recordatorio pues se planteó ya en la parte de administración.

E.2 Valor agregado de planeación al proceso productivo.

- Acceso y uso de información (info. Técnica de equipos).
 - Importancia de una base de datos,
 - Características y acceso a la base de datos; condiciones actuales y deseables,
- Base para el orden y control de mano de obra M.O. y refacciones.
 - Uso de información impresa; importancia de datos impresos que definen labores evitando dudas y polémicas y brindan a la mano de obra referencias escritas inalterables,
 - Beneficio en el tiempo al saber qué hacer y como; de aquí se derivan el evitar contratiempos sin reprimir dudas, se dirige mejor al personal al recordarle que cuenta con información escrita y se evitan malos entendidos.
- Se filtran contratiempos potenciales por falta de material.
 - Información impresa con datos específicos de qué refacción requiere cambio, sabiendo de su existencia en almacén.
- Apoyo a cero fallas y aumento en confiabilidad y disponibilidad de equipos.
 - Con orden y con orden de trabajo O.T., se hacen trabajos de calidad.

E.3 Actividades internas de planeación.

- Información depurada y actualizada en el sistema de cómputo.
 - Depuración de O.T.'s con revisiones mensuales en conjunto con Ing. y ejecución; se mantienen al día los trabajos pendientes, y se maneja con seguridad la información, para obtener beneficios oportunos.
 - Depuración de todo el sistema en ciclos anuales tal y como se propone en el PL-U; de datos técnicos de equipos, de tareas e instrucciones, de refacciones y de frecuencias de trabajos.
- Captura de información a tiempo.
 - De solicitudes de trabajo S.T.'s,
 - De tiempos y comentarios de trabajos ejecutados.
- Número de órdenes de trabajo O.T. viables ó saludables por mes, que va de la mano con el balance y las propuestas de los planes maestros de mantenimiento.
 - De mantenimiento preventivo,
 - De mantenimiento correctivo,
 - Otros trabajos y canalización de trabajos a la O.T. abierta ó de emergencia.

- Comunicación con otros departamentos, personas y sistemas.
 - Entrega y recepción de trabajos a tiempo, es decir un servicio eficiente y sano,
 - Conocimiento oportuno de necesidades y uso de información, para lograr un servicio eficaz.
- Disposición para escuchar.
 - Beneficio de escuchar y dialogar. Este punto es importante pues permite a planeación tomar conciencia de que al escuchar y estar dispuestos a cambiar, se puede mejorar y avanzar de manera innegable.
- Generación impresión y entrega de O.T.'s.
 - Con conocimiento oportuno de fechas de mantenimiento con paro MCP se puede mejorar la coordinación y servicio de planeación.
 - Análisis y discusión de la situación actual en cuanto a generación, impresión y entrega de órdenes de trabajo O.T. para mantenimiento sobre marcha MSM y con paro MCP; propuestas y análisis del proceso idealizado de la SPPM (planeación).
- Juntas internas y equipos de calidad y mejora continua, comentar y analizar para mejorar este aspecto de la SPPM.
 - Ambiente ó clima de trabajo; beneficios obtenibles al trabajar en equipo con un buen clima, origen de buenos y malos climas.
 - Puntualidad.
 - Orden del día.
 - Sugerencias; análisis del porqué queja no es lo mismo que sugerencia, diferencias entre sugerencias positivas y negativas.
- Calidad de y en las órdenes de trabajo O.T. e impacto en los mantenimientos. Este punto está altamente vinculado como algunos otros, con los planes maestros de mantenimiento.
 - Conocimiento de operaciones relacionadas con los trabajos; operaciones de taller, ajustes en maquinados y materiales a maquinar, soldaduras, calibraciones de equipos y sistemas, encintados en equipos eléctricos,
 - Seguridad; riesgos y responsabilidades en instrucciones de seguridad en O.T., lo que va de la mano con la capacitación a este respecto del personal de ejecución y planeación y con las instrucciones en planes maestros.
 - Reflexión acerca del alcance de instrucciones en una O.T. vs la experiencia y capacitación del personal de ejecución.

E.4 Herramientas.

- Computación, para dar bases a los planeadores en uso de PC y potencializar los alcances de la SPPM.
 - Historia de la computación
 - PC's y administración de memoria; concepto de chip, bits y bytes, números binarios, hardware y software, velocidades y capacidades relativas entre 8088, 286, 386, 486, Pentium's y futuros procesadores.
 - Entendimiento y conocimiento de la PC con la que se cuenta en Ing. y Mtto. y a la que tiene acceso planeación.
 - Ejercicios y aprendizaje de PC para planeadores; sistema operativo, hoja de cálculo, gráficos, textos, etc...
- Sistemas de unidades, para dar mayor sustento al trabajo de los planeadores cuando estos capturan ó imprimen información técnica en una O.T.
 - Estudio de la importancia de las unidades y medición.
 - Sistema mks, cgs, inglés.
- Matemáticas, con la intención de favorecer el crecimiento técnico de los planeadores y capacitarlos con elementos de diálogo con ingeniería.
 - Interpretaciones gráficas dentro del mundo matemático; polinomios, exponentes y logaritmos, trigonometría, cálculo diferencial e integral, reflexión de la relación que existe entre la interpretación de gráficas y el mundo.
 - Control estadístico de proceso; altamente útil pues planeación optimizaba y presentaba mensualmente gráficas estadísticas a gerencias.
- Termodinámica. Este tema se incluyó pues es de mucho valor dentro de una fábrica con procesos químicos, físico-químicos y mecánicos. El orientar y dar una base termodinámica a los planeadores es positivo ya que estos manejan información y tareas de mantenimiento vinculada con todos los sistemas y equipos existentes.
 - Reflexión y estudio de energía y entropía; concepto de energía y uso de la misma, orden y desorden en la vida así como beneficios y perjuicios del orden y beneficios y perjuicios del desorden, caos
 - Conceptos de transferencia de masa, momento y energía.
- Creatividad, lo que facilita la flexibilidad dentro del departamento.
 - Qué es y para que sirve.

- Pensamiento lateral.
- Imaginar es poder.
- Otros.
- Ejercicios.

E.5 Mundo del papel.

- Qué es y para que sirve el papel.
 - Orígenes.
 - Aportaciones al desarrollo de la humanidad.
- Fibras, químicos, y propiedades de los papeles.
 - Tipos de papel; proceso de formación del papel,
 - Pruebas de laboratorio,
 - Químicos e impacto de los mismos en las propiedades de los papeles.
 - Medio ambiente y neutralización de químicos; de químicos usados en los papeles, de químicos usados para limpieza en y de los procesos de fabricación,
- Procesos de fabricación en la planta.
 - Análisis en cada proceso; del diagrama de flujo de proceso DFP correspondiente, de los parámetros críticos, reacciones principales, corrosión, balance general de materia ó de materia y energía BME,
 - En el caso de equipos de transformación mecánica, análisis de las estructuras ó módulos de manufactura.
- Ecología y medio ambiente en fabricación de papel.
 - Planta de poder y extracción de agua; subestación principal, voltajes de la planta y precauciones aplicables, generación de vapor, compresión de aire para instrumentos y para otras aplicaciones.
 - Tratamientos de agua; ¿qué son?, tipos de tratamiento conocidos, pro's y contras.
 - Tratamientos de agua utilizados en la fábrica; químicos que son procesados en los sistemas, tiempos de residencia, características de entrada y salida, pruebas de laboratorio que aplican, impactos reales y potenciales al medio ambiente, usos posteriores del agua tratada.
- Futuro del papel.
- Reflexión.

E.6 Futuro de Planeación.

- Visión y proyectos; reflexión.
 - Desarrollo del departamento.
 - Desarrollo de cada uno de los integrantes; autorrealización, felicidad, paz, desarrollo positivo en si mismos y del medio que los rodea.

Aquí se da por terminada la exposición del curso de capacitación de planeación en lo relativo a procura y construcción y me parece que lo expuesto permitirá meditar acerca del futuro de la SPPM.

Se anexan a este reporte algunos documentos, hojas y datos que ilustran con mayor detalle el proyecto de capacitación descrito así como de que el mismo se llevó a la práctica.

IV.6) Arranque y pruebas:

Arranque y pruebas ó exponer y defender los valores de auditoría y continuar la aplicación del DP-U.

Ahora bien, ¿qué se llevó a la práctica, se probó y arrancó?

Las mejoras en los indicadores mensuales de auditoría responsabilidad de planeación y presentados a gerencias se realizaron, se probaron y se defendieron, obteniendo resultados satisfactorios.

En cuanto a continuar la aplicación del DP-U, el mismo se siguió utilizando como eje de trabajo del departamento, y se dió a conocer a todas las gerencias de la planta y superintendencias relacionadas. El DP-U se probó y arrancó.

Hablando de las dinámicas de integración y eficiencia-sinergia-potencialización entre planeación y los departamentos adjuntos, se sabe que si existieron pues por ejemplo las quejas hacia planeación dejaron de existir casi en su totalidad.

¿Qué podemos decir del curso de capacitación de planeación?, pues que se le dió arranque, y que junto con el trabajo en equipo entre planeadores, favoreció el crecimiento y potencialización del departamento. El curso también permitió el acercamiento a otros departamentos como el de calidad y efluentes, y el de máquinas tissue y fué bien visto por otros departamentos e ingenieros.

Fin de arranque y pruebas.

IV.7) Entrega:

Entrega ó Reporte de labores y situación final.

El proyecto se entregó al imprimir, engargolar y repartir el DP-U en su versión final a las gerencias y superintendencias de la planta, incluyendo la gerencia de planta, junto con un reporte de las actividades y mejoras realizadas en la SPPM de mi llegada a mi salida de dicho departamento.

La situación final fué la de un departamento proyectado hacia el futuro, con un curso de capacitación funcionando. Un departamento con estructuras y elementos funcionales y útiles para la defensa y crecimiento del mismo, con estructuras expresadas en el DP-U, y con la mesa puesta para la integración dentro de las labores de la planta, vía Planeación, del concepto MPT ó Mantenimiento Productivo Total.

Fin del capítulo de entrega.

V) CONCLUSIONES:

1. La planeación de proyectos es indispensable no solo para los de diseño y construcción de plantas sino también para los proyectos de mantenimiento de instalaciones en operación.
2. Es necesario llevar a cabo el ejercicio de planeación estratégica dentro de las labores de mantenimiento industrial para definir metas y alcances de los planes maestros de mantenimiento y de esta forma poder atender dos aspectos difíciles de implementar:
 - a) Encausar productivamente las inercias y dinámicas del personal operativo tanto de producción como de mantenimiento, compras, almacén, planeación e ingeniería.
 - b) Sensibilizar al consejo de accionistas para aportar recursos económicos en actividades de mantenimiento preventivo, además de los costos de producción tradicionales como son los insumos.
3. En el marco de la globalización, la producción continua y confiable para lograr competitividad en los mercados internacionales de toda empresa se basa en gran medida en un plan de mantenimiento preventivo desarrollado con base en indicadores y objetivos como los reportados en el presente trabajo.
4. En cuanto al Objetivo del presente informe (pp. 1), tenemos que sí se cumplió el poner de manifiesto los resultados y el esfuerzo llevados a cabo dentro de una fábrica de papel en México y de manera particular los llevados a cabo en el departamento conocido como Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento (SPPM) de la misma.

Me atrevo a decir que los trabajos reportados lograron mejorar, sanar y proyectar con eficiencia y hacia el futuro a la SPPM así como mejorar de manera paralela los procesos productivos y de mantenimiento de la planta.
5. Considero que la hipótesis inicial (pp. 1) se confirma, ya que habiendo procedido con ética, deseo de servir y mejorar, y al contar con y aplicar herramientas de proyectos de ingeniería química, se potencializó a un departamento de planeación y

programación de mantenimiento perteneciente a una fábrica de papel con procesos químicos y de manufactura para la producción de bienes de consumo.

Se confirma también la hipótesis, al ponerse de manifiesto un ejemplo de potencialización aplicable a casos similares en otras fábricas.

6. Se incluyen en estas conclusiones dos conceptos que me parece son aportaciones del presente informe:

A- “Que la eficiencia humana mantiene un promedio constante de 8%”; concepto expresado al final del capítulo de introducción.

B- De la parte final del capítulo de ingeniería de detalle, en relación a las conclusiones del DP-U tenemos:

a) Con monitoreos de desempeño de equipos y procesos, la necesidad de comentarios de reparación tiende a desaparecer, siendo más relevantes en un momento dado, las fechas de intervención de equipos, sistemas y procesos y los rendimientos y desempeño de los mismos.

b) Se propuso que los comentarios de reparación habrían de regirse por tan solo cuatro opciones y solo del 15% de los equipos, es decir de los críticos. Las opciones de comentarios fueron:

I. **Se realizó trabajo de acuerdo ó conforme a la O.T.** (indicar calibraciones de ser necesario).

II. **Se cambió alguna pieza** (indicar nombre y número de refacción).

III. **Se dejó alguna pieza dañada** (indicar nombre y número de refacción).

IV. **Se realizó alguna adaptación** (indicar nombre y número de refacción).

7. Se presenta a continuación la Tabla V.1-a, con las condiciones iniciales y la Tabla V.1-b con las condiciones finales que se tuvieron en la SPPM antes y después de la realización y aplicación del proyecto en cuestión:

Condiciones iniciales de la SPPM:

- a) Se tenía un departamento que funcionaba y brindaba un servicio, pero con grandes oportunidades de mejora.
- b) El personal del departamento estaba desmotivado, y con deseos de ser tomado en cuenta, como se ilustra con la frase “Ahora sí ingeniero, que se cumpla la teoría y que se respete a planeación”.
- c) Incongruencia entre la realidad y teoría de la SPPM. La importancia y peso teórico del departamento vs el reconocimiento y autoridad real del mismo no se daba:
 - Planeación realizaba una labor de servicio secretarial y puente entre ingeniería, producción y ejecución de mantenimiento y el sistema computarizado, y no planeaba sino que obedecía órdenes y directrices ajenas a una misión y visión propias.
 - Se acusaba constantemente a planeación de no planear materiales y refacciones de mantenimiento y el departamento era el chivo expiatorio de múltiples oportunidades de mejora en labores de mantenimiento-producción. Las acusaciones por no planear materiales y refacciones se escuchaban en 3 de los 5 días de la semana en los que se tenían juntas informativas en ingeniería y mantenimiento.
 - Planeación no cumplía la función de auditor interno y neutral de los procesos de mantenimiento, entre otras cosas debido a que los indicadores mensuales de desempeño responsabilidad de planeación, eran manipulados en algún grado por terceros y las cifras no eran completamente reales, tal y como se ilustra en el hecho de que el indicador de % de TRABAJO PROGRAMADO, se inflaba aproximadamente en 12% al no tomar en cuenta en la ecuación, las horas hombre del personal de instrumentos.
 - Planeación no tenía la posibilidad de ser un buen coordinador mantenimiento-producción, dados los problemas y oportunidades del mismo. El caso del jefe de mecánicos “RADAMES” (página 28), con obsesiones por controlar y comunicarse directamente con producción así como contar con un almacén “personal-clandestino” de refacciones ejemplifica en algún grado lo anterior.
- d) A mi llegada al departamento no se tenía un plan interno de capacitación y desarrollo.
- e) A mi llegada, gran cantidad de datos estadísticos internos y externos a planeación eran desconocidos, tal y como se puede observar al comparar los seis (6) conceptos de indicadores estadísticos con los que contaba planeación, vs los once (11) conceptos de lectura expresados en la Tabla IV.3.2. Existía cuando menos un 46% de datos estadísticos desconocidos para efectos de auditorías responsabilidad de planeación.
- f) La coordinación entre planeación-ingeniería-ejecución-de-mantenimiento-y-producción, para llevar a cabo mantenimientos programados de líneas de proceso era muy limitada y se manifestaba en el hecho de que las juntas de producción-mantenimiento previas a paros programados de líneas de proceso se realizaban frecuentemente con un par de días de anticipación.

Condiciones finales de la SPPM:

- a. Derivado de la visión de diseñar un departamento en el presente y hacia el futuro, y de dejarlo trabajando en automático y autorregulado, se creó el plan llamado Diseño de Planeación esquema Universal ó DP-U. En el DP-U quedaron plasmadas y proyectadas:
 - Las oportunidades de mejora detectadas en las condiciones iniciales del departamento y las detectadas por medio de los indicadores estadísticos reales (no manipulados) de auditoría.
 - Las necesidades del departamento de planeación detectadas a lo largo de mi dirección, como lo fué por ejemplo el contar con una visión y misión propias.
- b. Se eliminaron quejas con más de 9 años de antigüedad que culpaban a planeación de "no planear materiales". Para ilustrar lo anterior tenemos que con cinco (5) casos durante el mes de julio en 1646 órdenes de trabajo en el concepto "SUMA POR MATERIALES" de la Tabla IV.4.2; se reducen, bajo esta perspectiva, a menos de 1% las posibles reclamaciones relacionadas.
- c. Una fracción del 46% de los datos estadísticos que para efectos de auditorías eran originalmente desconocidos por planeación, se obtenían finalmente y de manera sistemática gracias a la captura en campo por parte de los planeadores, de datos reales.
- d. Planeación logró el reconocimiento que le permitió realizar la función de auditor neutral, entre otras cosas porque se reportaban estadísticas veraces como lo expresa el 66% de mano de obra ocupada dentro del concepto "TRABAJO PROGRAMADO" de julio, presentado en la Tabla IV.4.1.
- e. Las juntas de coordinación y planeación de mantenimientos de líneas de proceso se realizaron sistemáticamente con cuando menos una semana de anticipación, facilitando así acuerdos y coincidencias entre ejecución-de-mantenimiento-planeación-ingeniería-y-producción. De estas juntas se creaba y difundía a gerencias y superintendencias el documento de compromisos y coordinación de mantenimientos.
- f. Comparando el promedio de órdenes de trabajo emitidas en julio-agosto-septiembre-y-octubre = 1939 vs el promedio de las emitidas en abril-mayo-junio-y-julio = 1696, de la Tabla IV.4.2, en el concepto "EMITIDAS EN EL MES", tenemos una reducción de 13%; es decir, se incrementó la productividad del departamento de planeación al reducir documentos en el mismo.
- g. Se creó y arrancó un programa de capacitación diseñado de acuerdo con las funciones y necesidades de planeación.
- h. Se crearon y aplicaron calendarios de mantenimiento con paro y mantenimiento sobre marcha, facilitando labores de coordinación y control.
- i. Se entregó copia del DP-U a gerencias y superintendencias relacionadas, con la intención de:
 - Lograr mayores índices de integración y sinergia en la planta,
 - Dar pasos sólidos hacia el Mantenimiento Productivo Total,
 - Ir más allá y ubicar y mantener a la planta a la vanguardia de producción-mantenimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VI) LISTADO DE TABLAS Y GRAFICAS DEL INFORME:

		pp.	
III) INTRODUCCION			
-	Tabla III.1	Matriz de características de proyectos de capital.	7
-	Gráfica III.1	CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.	11
-	Tabla III.2	Etapas gráfica y Equivalencia dentro del departamento y con el presente reporte.	11
-	Tabla III.3	Etapas de proyecto y Equivalencia con el presente reporte.	11
IV) DESARROLLO			
1) Detección de una necesidad (necesidad de mejorar dentro de la Superintendencia de Planeación y Programación de Mantenimiento).			
-	Gráfica IV.1.1	Organigrama General de Planta.	19
-	Gráfica IV.1.2	Organigrama Particular de Planeación.	19
-	Gráfica IV.1.3	Entendimiento inicial de la SPPM.	20
-	Gráfica IV.1.4	Planeación como coordinador de proyectos.	21
2) Ingeniería Básica (establecer límites, auditorías reales, diseño conceptual del DP-U).			
-	Tabla IV.3.1	Problemas ó reclamaciones vs límites generados.	29
-	Tabla IV.3.2	Estructura de mediciones finales. Conceptos de lecturas vs STD (estándar) objetivo.	30-31
4) Ingeniería de detalle (establecer en detalle las auditorías reales, y diseño en detalle del DP-U)			
-	Tabla IV.4.1	Tabla estadística.	34
-	Tabla IV.4.2	Tabla estadística.	35
-	Tabla IV.4.3	Tabla estadística.	36

5) Procura y construcción (llevar a la práctica las auditorías reales, y lo establecido en el DP-U)

- Gráfica IV.5.1 Programa de fechas clave del programa de capacitación. 58
- Gráfica IV.5.2-1 Plan Maestro General del programa de capacitación. 59
- Gráfica IV.5.2-2 Plan Maestro General del programa de capacitación. 60

V) CONCLUSIONES

- Tabla V.1-a Condiciones iniciales de la SPPM. 71
- Tabla V.1-b Condiciones finales de la SPPM. 72

Para tablas y gráficas de los anexos, favor de referirse a los mismos.

VII) ANEXOS:

	pp.
A C) Anexos del programa de capacitación:	
A C 1) Hoja original de Visión, Misión y Objetivos del curso de capacitación,	76
A C 2) Hoja original del Índice por niveles,	77
A C 3) Formas para control curso de capacitación,	
A C 3 a) Forma "a1",	78
A C 3 b) Forma "a3",	79
A C 4) Material que formó parte del curso:	
A C 4 a) Cuatro hojas con diagramas de flujo de tratamiento de efluentes,	80
A C 4 b) Tres hojas con parte de lo visto en matemáticas,	84
A C 5) Tabla y gráfica de tiempos reales vs teóricos del curso de capacitación,	87
A D) Anexos DP-U:	
A D 1) Hojas de anexos del DP-U:	
A D 1 a) Monitoreo sopladores,	89
A D 1 b) Calendario MSM,	90
A D 1 c) Calendario MCP,	91
A D 2) Algunas estadísticas que dieron origen al DP-U:	
A D 2 a) Pie de índices departamento de planeación,	92
A D 2 b) %'s de programación,	93
A D 2 c) Acumulados materiales,	94
A MCP) Ejemplo de hoja de acuerdos previos a MCP de líneas de proceso.	95

ANEXO "A C 1"

PROYECTO DE CAPACITACION, PLANEACION DE MTTO.

El presente trabajo presenta la información requerida en base al esquema de estructura de proyecto (el cual consta de 5 niveles), para realizar un proyecto (proyecto de capacitación en este caso). La capacitación en cuestión corresponde al departamento de "Planeación de Mantenimiento", de la planta KCM (Kimberly-Clark de México), planta bajo.

La Visión, Misión, y Objetivo del departamento de planeación son:

1- Visión:

"Ser un departamento alegre, con personal auto-realizado, que domine el panorama global de la empresa y el particular del departamento de planeación."

2- Misión:

"Contar con personal consciente del beneficio productivo que brinda un sistema computarizado de mantenimiento, consciente de los avances y cambios tecnológicos y mundiales, y que a través de las herramientas de que dispone, brinde un apoyo eficiente al proceso de mantenimiento y producción."

3- Objetivo (del proyecto de capacitación):

"Proporcionar herramientas al personal del departamento de planeación, que les permitan auto-realizarse, trabajar con más eficiencia, comprender mejor lo que se realiza en KCM Bajío, y orientarse hacia un camino de salud interna y externa en pro del crecimiento personal y del departamento."

Los niveles de estructura de proyecto son:

- NIVEL 0 - Programa de fechas clave.
- NIVEL 1 - Plan maestro general.
- NIVEL 2 - Programa por etapa.
- NIVEL 3 - Programa por disciplina.
- NIVEL 4 - Actividades.
- NIVEL 5 - Documentos o tareas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A C 2"

Indice:

- I- NIVEL 0 - Programa de fechas clave:
 - a) Programa de fechas clave (calendarizado).
 - b) Tiempos de cada etapa, y explicaciones.

- II- NIVEL 1 - Plan maestro general:
 - a) Plan maestro general (calendarizado).
 - b) Tabla de tiempos y semanas por etapa y subetapa, del plan maestro general.

- III-NIVEL 2 - Programa por etapa:
 - a) Programa por etapa (calendarizado).
 - b) Tabla de tiempos y semanas, por puntos correspondientes a cada subetapa.
 - c) Calendario de etapa, subetapas y puntos (incisos) a lo largo de las 26 semanas del curso.

- IV- NIVEL 3 - Programa por disciplina:
 - a) Desarrollo de cada punto (inciso) de cada subetapa.

- V- NIVEL 4 - Actividades:
 - a) Actividades E-A (enseñanza-aprendizaje), medios de apoyo, tiempos, y evaluación para cada punto (inciso) de cada subetapa (descripción).

- VI- NIVEL 5 - Documentos o tareas.
 - a) Descripción de la hoja que fungirá como documento de control de tiempos reales, y logros de objetivos E-A.

- VII-Anexos
 - I- Forma a1 (documento para cada punto (inciso)).
 - II- Forma a2 (hoja para registrar exposiciones).
 - III- Forma a3 (hoja de evaluación para cada punto (inciso)).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A C 3 a"

FORMA "a1"

DOCUMENTO PARA CONTROLAR CADA PUNTO (INCISO)
DE CADA SUBETAPA, DEL PROYECTO DE CAPACITACION DE PLANEACION.

NUMERO	DESCRIPCION
ETAPA:	
SUBETAPA:	
PUNTO:	
	LUGAR:
	FECHA:

1- TIPO DE APRENDIZAJE

COGNOSCITIVO	AFECTIVO	PSICOMOTOR
--------------	----------	------------

2- NIVEL DE CONOCIMIENTOS A ADQUIRIR

ALTO	MEDIO	BAJO
------	-------	------

3- OBJETIVOS A ALCANZAR

4- ESTRATEGIAS E-A (enseñanza-aprendizaje) A UTILIZAR

NIVEL /	DESCRIPCION
ALTO /	
MEDIO /	
BAJO /	

5- MEDIOS DE APOYO

6- TIEMPO DESTINADO POR EL GRUPO (HH) % DE EXACTITUD

(HH)	TIEMPO REAL	(HH)	
------	-------------	------	--

7- HORAS HOMBRE TOTALES (Hrs *) % DE EXACTITUD

(Hrs *)	TIEMPO REAL	(Hrs *)	
---------	-------------	---------	--

8- EVALUACION

A quien _____

Como _____

9- ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES, EXPOSITORES Y TIEMPOS

A definirse (por norma interna del proyecto), de dos a tres semanas antes de la realización del punto en cuestión.

DISTRIBUCION DE TIEMPOS	
EST.	REA

NOTA: EN ESTE INCISO (9), SE INDICARA LA DISTRIBUCION DE TIEMPOS DESTINADOS AL PUNTO, EN FUNCION DE SI SE TRABAJARA EN EQUIPO, POR EXPOSITOR, ETC.

ANEXO "A C 3 b"

FORMA "a3"

DOCUMENTO PARA EVALUACION (POR PARTE DE LOS PARTICIPANTES Y EXPOSITORES), DE CADA UNO DE LOS PUNTOS (INCISOS) DE CADA ETAPA DE CADA SUBETAPA:

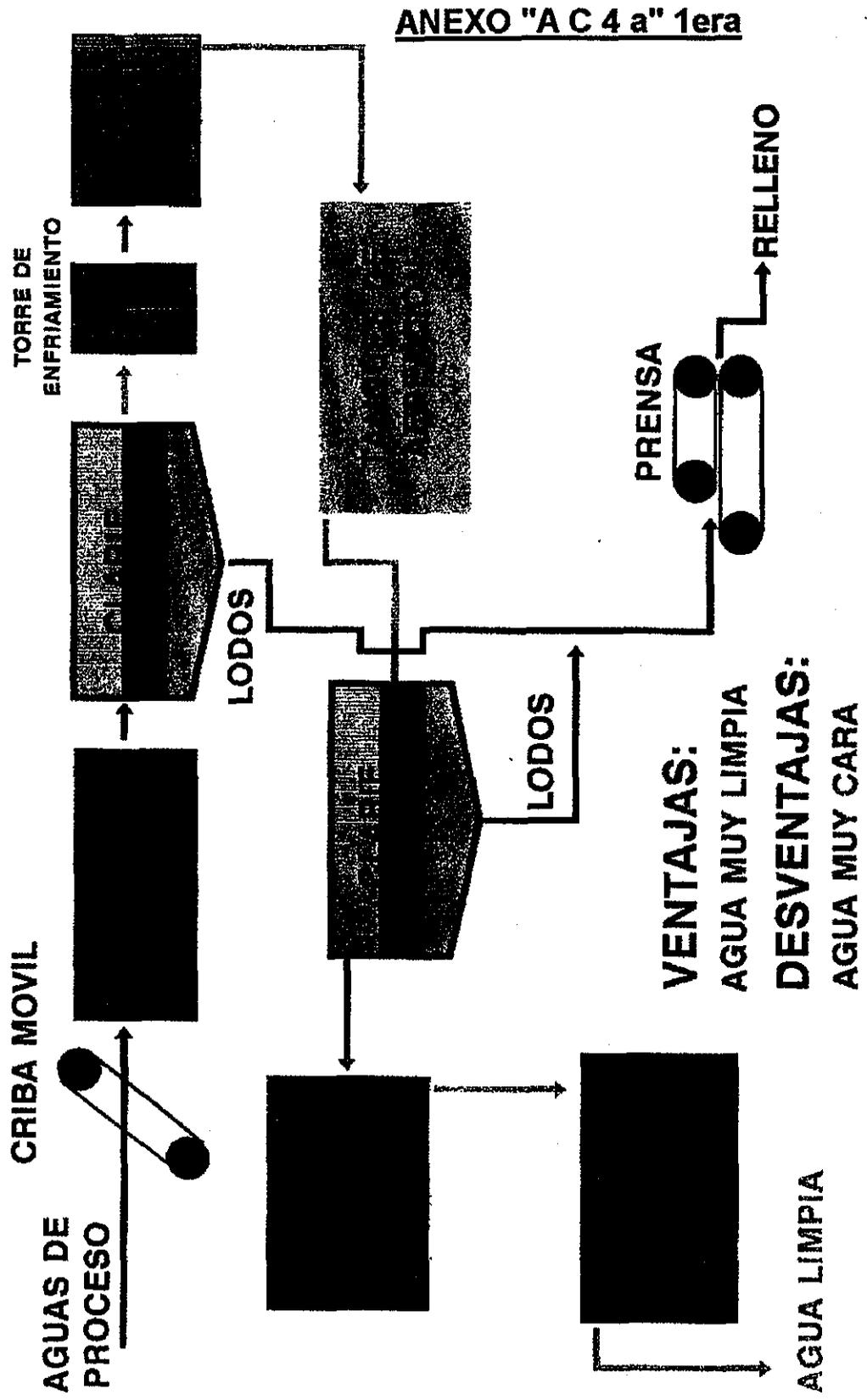
		EVALUACION DEL INCISO y % :		
		POSITIVO	NEGATIVO	RECOMENDACIONES
E1	E1.1 a)			
	b)			
	c)			
	d)			
	e)			
	f)			
E1.2	a)			
	b)			
	c)			
	d)			
	e)			
	f)			
	g)			
E2	E2.1 a)			
	b)			
	E2.2 a)			
	b)			
	E2.3 a)			
E3	E2.4 a)			
	E3.1 a)			
	b)			
	E3.2 a)			
	b)			
	E3.3 a)			
	b)			
	c)			
	E3.4 a)			
	b)			
	E3.5 a)			
	E3.6 a)			
	b)			
	E3.7 a)			
b)				
c)				
d)				
E3.8 a)				
b)				
c)				

38 puntos

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA

TRATAMIENTO DE EFLUENTES



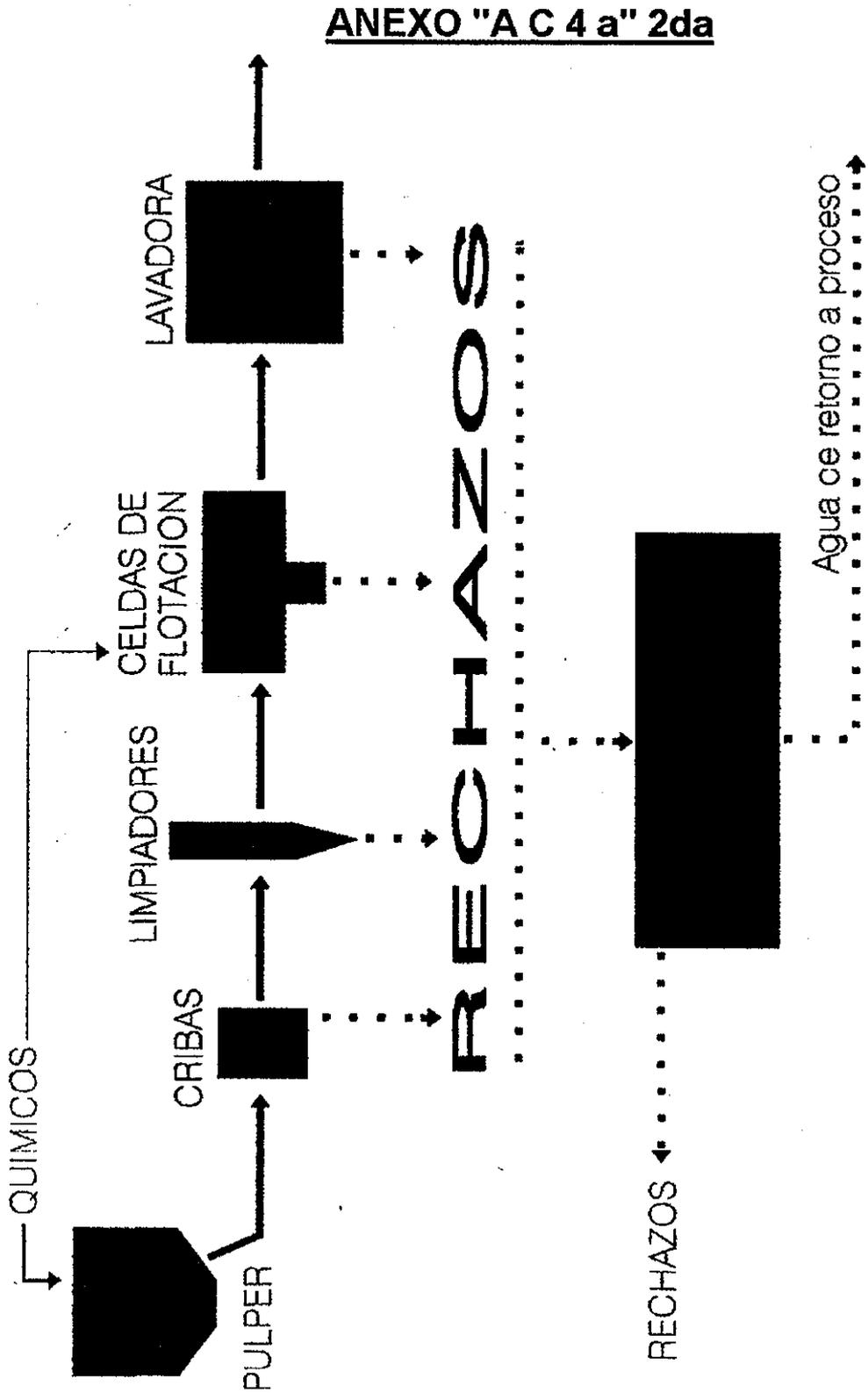
ANEXO "A C 4 a" 1era

VENTAJAS:
AGUA MUY LIMPIA

DESVENTAJAS:
AGUA MUY CARA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

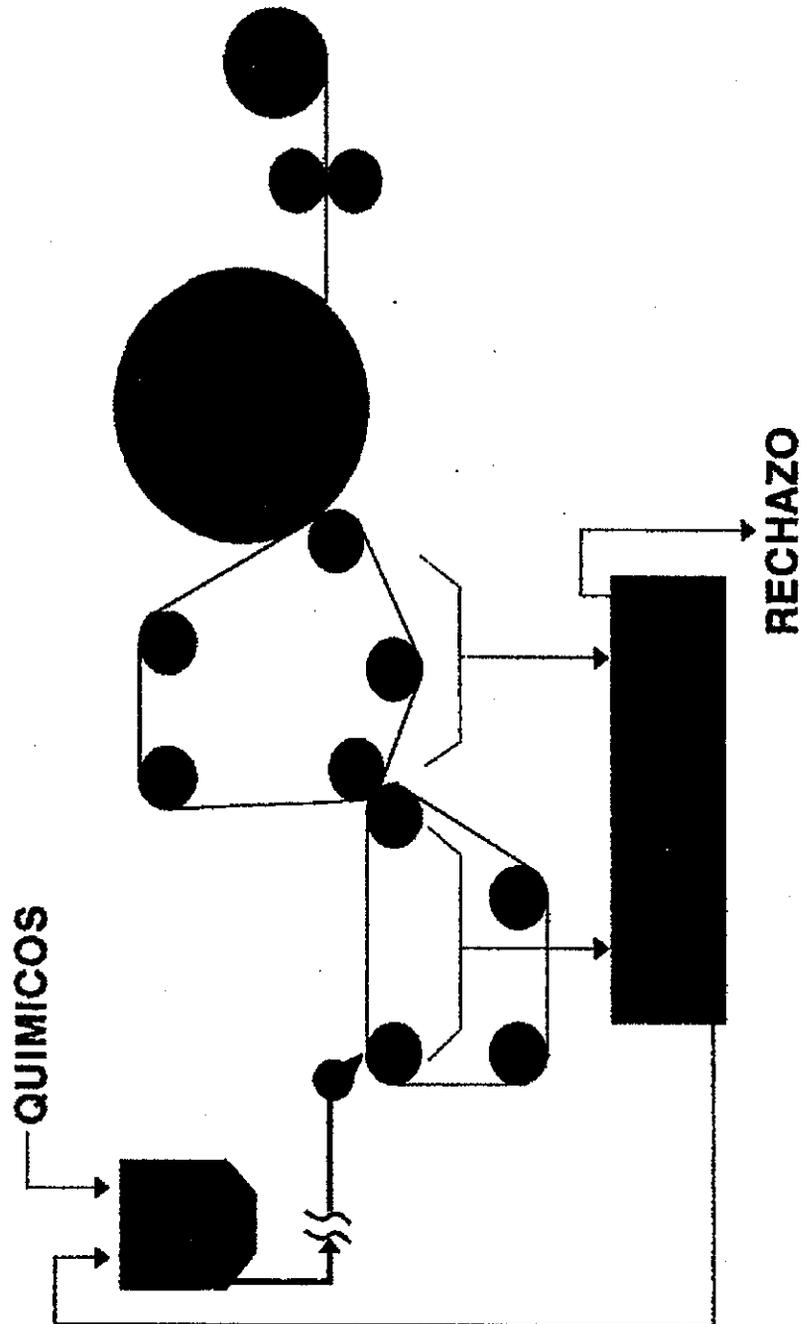
TRATAMIENTO DE EFLUENTES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TRATAMIENTO DE EFLUENTES

MAQUINAS TISSUE



ANEXO "A C 4 a" 3era

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A C 4 b" 1era

MATEMATICAS:

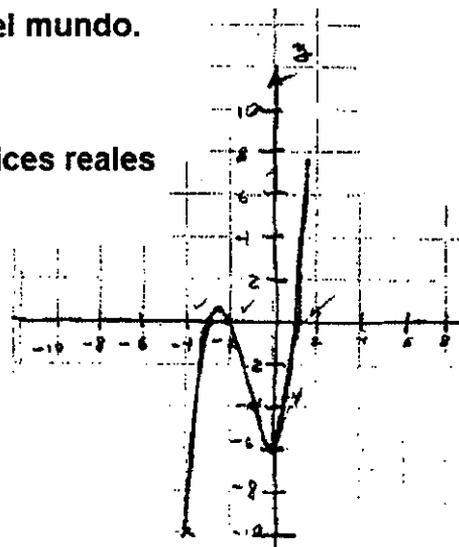
- Polinomios,
- Exponentes y logaritmos,
- Trigonometría,
- Cálculo Diferencial e Integral,
- Relación de las interpretaciones con el mundo.

- Polinomios.

(#1)

$$\begin{aligned} &(x-1)(x-2)(x+3) \\ &(x^2+2x-x-2)(x+3) \\ &x^3+3x^2+2x^2+6x-x^2-3x-2x-6 \\ &x^3+4x^2+x-6=0 \end{aligned}$$

3 raices reales

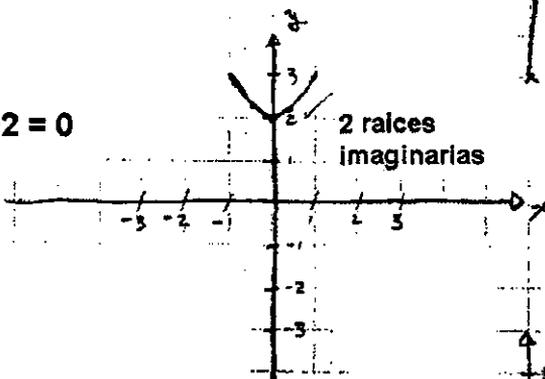


2 raices imaginarias

(#2)

$$\begin{aligned} &(x-\sqrt{-2})(x+\sqrt{-2}) \\ &x^2+\sqrt{-2}x-\sqrt{-2}x+2=0 \\ &x^2+2=0 \end{aligned}$$

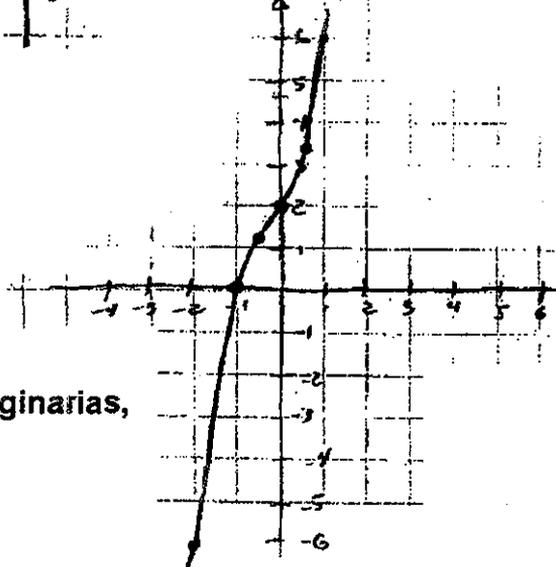
2 raices imaginarias



(#3)

$$\begin{aligned} &(x-\sqrt{-2})(x+\sqrt{-2}) \\ &x^2+\sqrt{-2}x-\sqrt{-2}x+2=0 \\ &x^2+2=0 \end{aligned}$$

2 raices imaginarias,
1 raiz real.



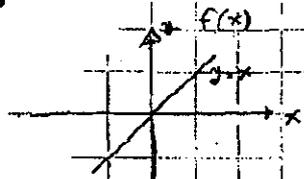
ANEXO "A C 4 b" 2da

- Cálculo Diferencial e Integral,

* Derivadas

$$y = x$$

$$dy / dx = 1$$

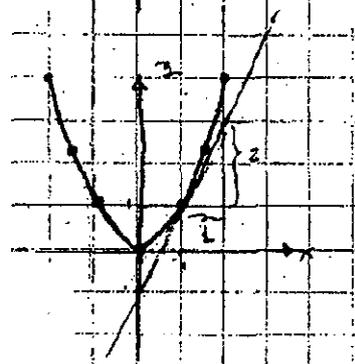


La derivada es la pendiente, y en este caso es una constante de 1.

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

$$y = x^2$$

$$dy / dx = 2x$$

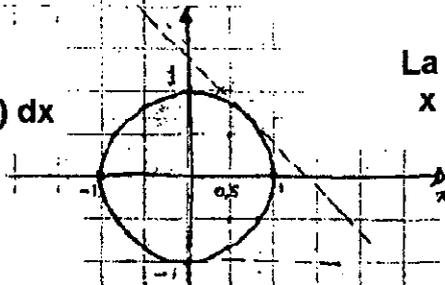


La pendiente en el punto (1,1) es 2, y se obtiene de sustituir valores en la ecuación de la pendiente.

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

$$y = \sqrt{1-x^2} = (1-x^2)^{(1/2)}$$

$$dy = ((1/2)(1-x^2)^{(1/2)})(-2x) dx$$

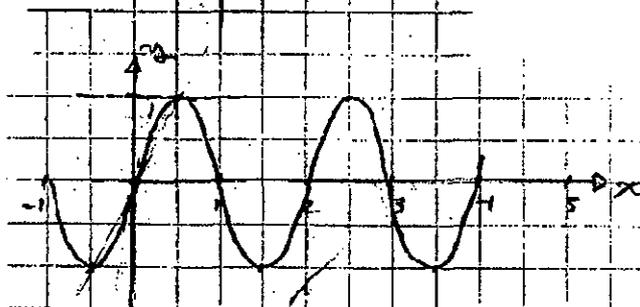


La pendiente en $x = 0.7071$ es -1

$$y = \text{sen } x$$

$$dy / dx = \text{cos } x$$

$$dy = \text{cos } x \, dx$$



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A C 4 b" 3era

Integración

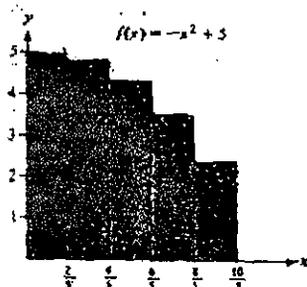


FIGURA 5.9

Puesto que el ancho de cada rectángulo es $2/5$, la suma de las áreas de los cinco rectángulos es

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^5 \overbrace{f\left(\frac{2i}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)}^{\text{Altura Anchura}} &= \sum_{i=1}^5 \left[-\left(\frac{2i}{5}\right)^2 + 5 \right] \left(\frac{2}{5}\right) = \frac{2}{5} \sum_{i=1}^5 \frac{-4i^2 + 125}{25} \\ &= \frac{2}{125} (121 + 109 + 89 + 61 + 25) = \frac{162}{25} = 6,48 \end{aligned}$$

Y dado que cada uno de estos cinco rectángulos está dentro de la región dada, concluimos que el área de la región es mayor que 6,48. Para calcular la suma de las áreas de los cinco rectángulos en la Figura 5.9, usamos el mismo procedimiento básico, excepto que evaluamos f en los puntos iniciales izquierdos de los intervalos y obtenemos

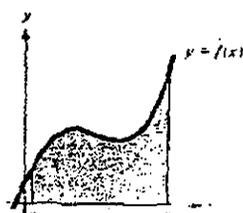
$$\sum_{i=1}^5 \overbrace{f\left(\frac{2i-2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)}^{\text{Altura Anchura}} = \sum_{i=1}^5 \left[-\left(\frac{2i-2}{5}\right)^2 + 5 \right] \left(\frac{2}{5}\right) = \frac{202}{25} = 8,08$$

A partir de la Figura 5.9, vemos que el área de la región dada es menor que 8,08. Combinando estos dos resultados, concluimos que el área de la región dada está entre las dos acotaciones

$$6,48 < \text{área de la región} < 8,08 \quad \square$$

[Nota. Aumentando el número de rectángulos usados en este proceso de aproximación, podemos obtener aproximaciones cada vez más cercanas para el área de la región. Por ejemplo, usando 25 rectángulos de anchura $2/25$ cada uno de ellos, podemos concluir que el área está entre las acotaciones

$$7,17 < \text{área de la región} < 7,49$$



«Región bajo una curva»

FIGURA 5.10

Ahora generalizamos el procedimiento descrito en el Ejemplo 1. Para empezar, tomamos una región plana cerrada en su parte superior por la gráfica de una función continua no negativa $y = f(x)$, como se muestra en la Figura 5.10. La región está cerrada en su parte inferior por el eje x y los contornos derecho e izquierdo de la región son las líneas verticales $x = a$ e $x = b$. Dividimos el intervalo $[a, b]$ en n subintervalos, cada uno de ellos de longitud $\Delta x = (b - a)/n$ como se muestra en la Figura 5.11. Los extremos de los intervalos son:

$$\overbrace{a + 0(\Delta x)}^{x_0} < \overbrace{a + 1(\Delta x)}^{x_1} < \overbrace{a + 2(\Delta x)}^{x_2} < \dots < \overbrace{a + n(\Delta x)}^{x_n = b}$$

Llamamos a esta división una **partición regular** del intervalo $[a, b]$. (En la siguiente sección trataremos particiones más generales.)

Puesto que f es continua el teorema del valor extremo garantiza la existencia de unos valores mínimo y máximo de $f(x)$ en cada subintervalo:

$$\begin{aligned} f(m_i) &= \text{valor mínimo de } f(x) \text{ en el } i\text{-ésimo subintervalo} \\ f(M_i) &= \text{valor máximo de } f(x) \text{ en el } i\text{-ésimo subintervalo} \end{aligned}$$

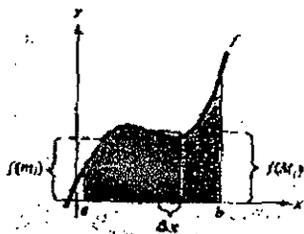


FIGURA 5.11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A C 5" TABLA

**Tabla de avances porcentuales por semana
del proyecto de capacitación de planeación**

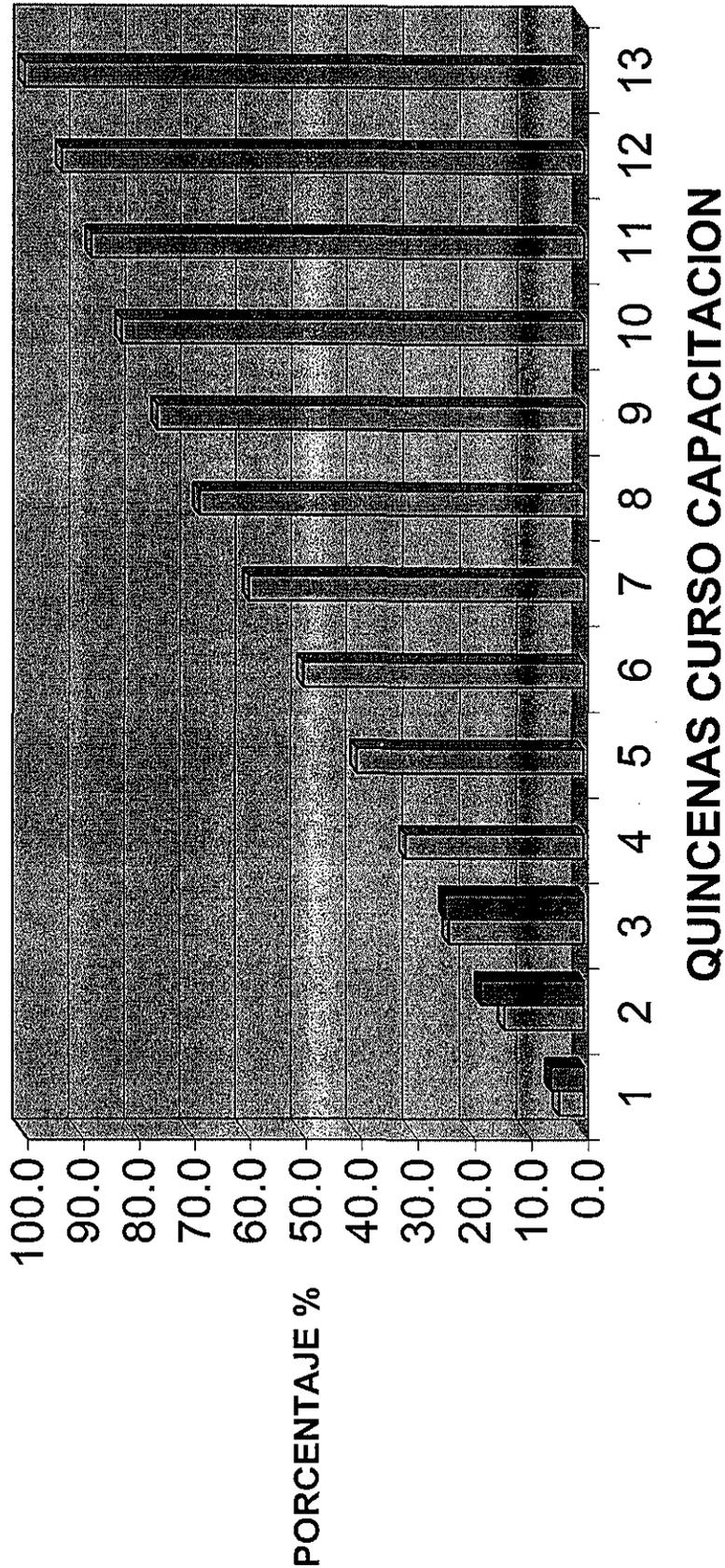
ETAPA	HH	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
ETAPA 1	50	13	4.3		4.3		4.3																						
% reales			5.8		7.4		0.2																						
ETAPA 2	38	10				2.2		2.2		2.2		2.2		2.2		1.4													
% reales																													
ETAPA 3	43	11						1.1	2.2		2.2		2.2		2.2		2.2		2.2		1.1								
% reales																													
ETAPA 4	122	31			2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		1.3
% reales					2.4		6.1																						
ETAPA 5	122	31			2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		1.3
% reales					2.5		0.0																						
ETAPA 6	15	4																											4.0
% reales																													
TOTALES	390	100	4.3		9.7		9.7		7.6		8.7		9.8		9.8		9.0		7.6		6.5		5.4		5.4		5.4		6.6
% acum.			4		14		24		31		40		50		59		68		76		83		88		93		93		100
Tiempos																													
TTL REAL			6		12		6																						
TTL ACUM.			6		18		24																						

En el eje de las "x" parte superior de esta tabla, tenemos las semanas en las que se programó el curso, 26 veintiseis.

En el eje de las "y" tenemos las etapas, horas hombre (HH) por etapa y % que representan esas HH del total de la capacitación así como los tiempos reales y acumulados reales del programa.

CAPACITACION TIEMPOS ESTIMADOS vs REALES

■ HORAS TEORICAS ACUMULADAS ■ HORAS ACUMULADAS REALES



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A D 1 a"

DEPARTAMENTO : EFLUENTES



FECHA	HORA	TURNOS	SOPLADOR	PRE-SION SUCC.	AMP.S.	TEMPERATURA	NOTA
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-15			°C	
/ /	:	1º 2º 3º	EP-17			°C	

OBSERVACIONES:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A D 1 b"

CALENDARIO DE MSM (MANTENIMIENTO SOBRE MARCHA) MAQUINAS

PROCESO / (EQUIPO)	DIAS DEL MES DURANTE LOS QUE SE DARA MSM A LOS DISTINTOS PROCESOS/EQUIPOS																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MPI	X	X	X	X	X																											
(HH aprox.)	230 HH aproximadamente																															
W-I y W-II								X	X	X	X	X	X																			
(HH aprox.)	300 HH aproximadamente																															
CALDERAS																			X	X	X											
(HH aprox.)	150 HH aproximadamente																															
EFLUENTES Y RECICLADO																																
(HH aprox.)	230 HH aproximadamente																															

TABLA DE FECHAS DE ENTREGA A EJEC. MECAN. DE TRABAJOS DE MSM POR MAQUINA O DEPTO.	ENTREGA:	
	CUMPLE	NO CUMPLE
MPI	EL DIA 27 DEL MES ANTERIOR	
W-I y W-II	EL DIA 5 DEL MES DE INTERES	
CALDERAS	EL DIA 15 DEL MES DE INTERES	
EFLUENTES Y RECICLADO	EL DIA 21 DEL MES DE INTERES	

DE COMUN ACUERDO CON EL DEPARTAMENTO DE EJECUCION MECANICA TALLER MAQUINAS, EN FAVOR DE UNA MAYOR EFICIENCIA EN LABORES DE MSM, EL DEPARTAMENTO DE PLANEACION DE MANTENIMIENTO, HARA ENTREGA DE LA TOTALIDAD DE TRABAJOS DE MSM DE ACUERDO CON LA TABLA DE FECHAS DE ENTREGA ANTERIOR.

SI SE LLEGASE A PRESENTAR UNA IMPOSIBILIDAD DE CUMPLIR CON LAS FECHAS DE ENTREGA ESTABLECIDAS EN LA TABLA ANTERIOR, POR EFECTOS DE QUE DICHA FECHA COINCIDA CON UN DIA SABADO O DOMINGO EXCLUSIVAMENTE, LA ENTREGA A EJEC. MECAN. DE LOS TRABAJOS DE MSM, SE LLEVARA A CABO EL VIERNES ANTERIOR AL FIN DE SEMANA EN QUE SE CUMPLA EL PLAZO DE ENTREGA ESTABLECIDO EN LA TABLA ANTERIOR.

TABLA DE HH ESTIMADAS MSM	
MPI	230
W-I y W-II	300
CALDERAS	150
EFLUENTES y RECICLADO	230

LA PROGRAMACION DE EQUIPO DE MSM COMUN A MECAN. ELECT. E INSTR., SE PRESENTARA EN EL PROGRAMA SEMANAL DE MCP, CON LAS DEBIDAS INDICACIONES, PARA FACILITAR LA COORDINACION Y COMUNICACION ENTRE DEPARTAMENTOS DE EJECUCION MECAN. ELECT. INSTR., Y OPERACION. TOMANDO COMO BASE LAS FECHAS DE INICIO DEL PRESENTE CALENDARIO.

ATENTAMENTE
DEPTO. PLANEACION

ANEXO "A D 1 c"

CALENDARIO MCP (MANTENIMIENTO CON PARO) MAQUINAS

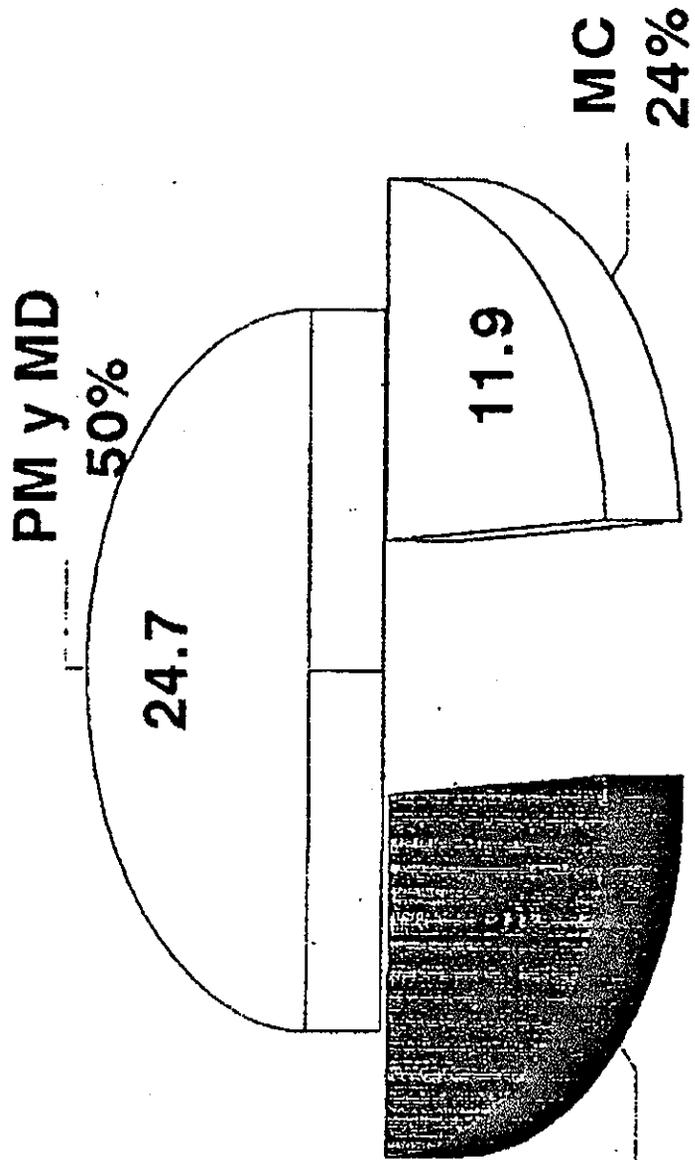
ETAPA/ (EQUIPO)	DIAS DEL CICLO DE MCP (GENÉRICO UTILIZANDO 30 DIAS)																														
REALIZACIÓN DEL MCP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
PLANEACION RECIBE O.T.'s EJECUTADAS (DE ING Y EJEC.)																															
FLCION TERMINA Y CIERRA O.T.'s DEL MCP.																															
SE PUEDE CONSULTAR LO REALIZADO EN EL MTTO.																															
RECEPCION (CONTINUA) DE S.T.'s PARA MCP, DE "MC".																															
PREPARACION DE "PM" PARA SIGUIENTE MCP.																															
RECEPCION PREDICTIVO (MD)																															
JUNTA PREVIA A MCP.																															
PROGRAMACION DEL MCP																															
REALIZACION DEL MCP																															

A PARTIR DE LA LINEA DOBLE (DIA 20) HACIA LA DERECHA, SE PUEDE CONSIDERAR QUE SE TIENE UNA CUENTA REGRESIVA HACIA EL DIA DEL MANTENIMIENTO. ESTE CONCEPTO ES IMPORTANTE YA QUE MFI Y MAQUINAS WADDING CUENTAN CON CICLOS DE MCP MAYORES A 30 DIAS; LO QUE NO SUCEDE CON RECICLADO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A D 2 a"

INDICES DEPARTAMENTO DE PLANEACION
MD=PREV, PM=PREV, MC=CORR, OT AB.=ABIERTAS

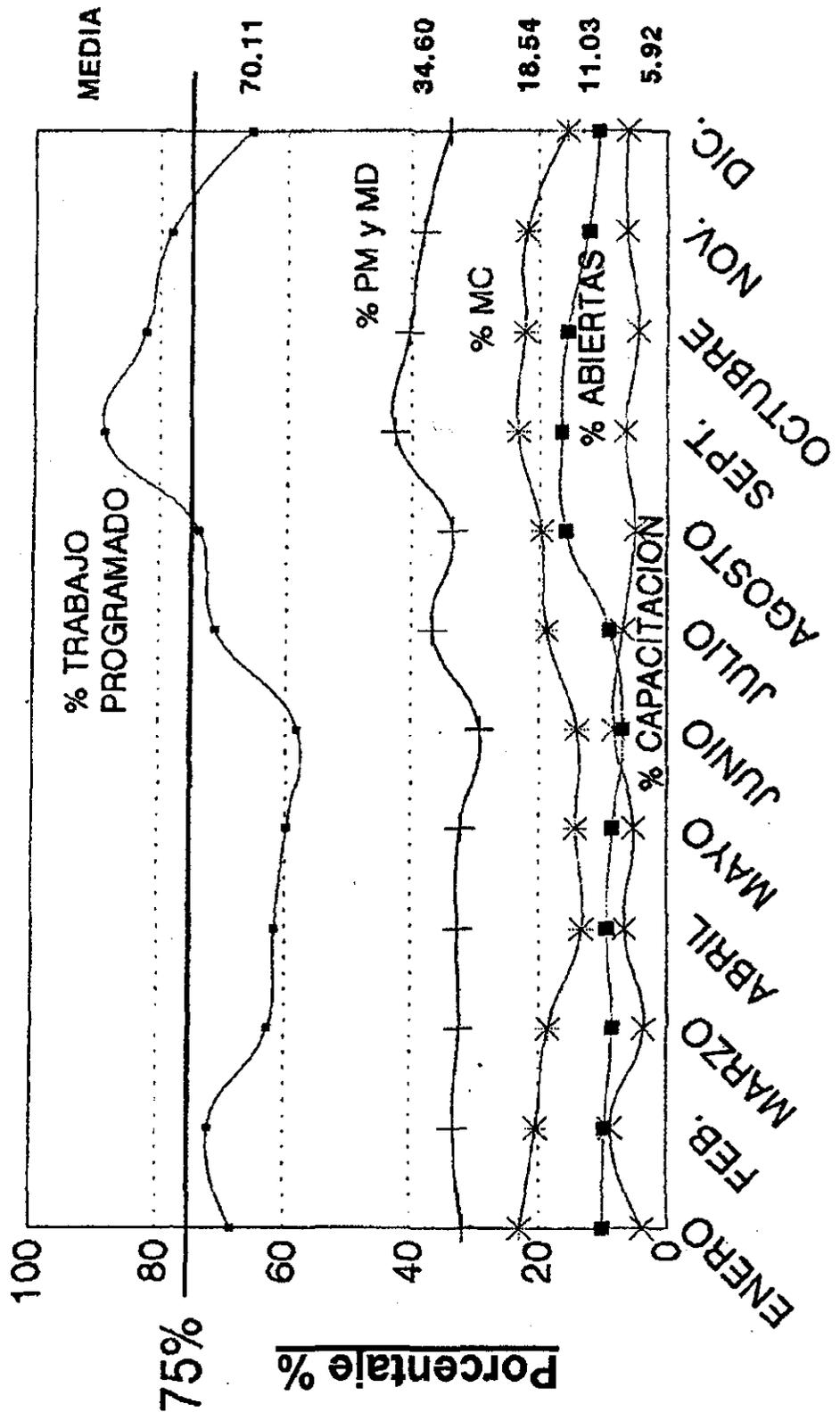


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OT ABIERTAS
26%

ANEXO "A D 2 b"

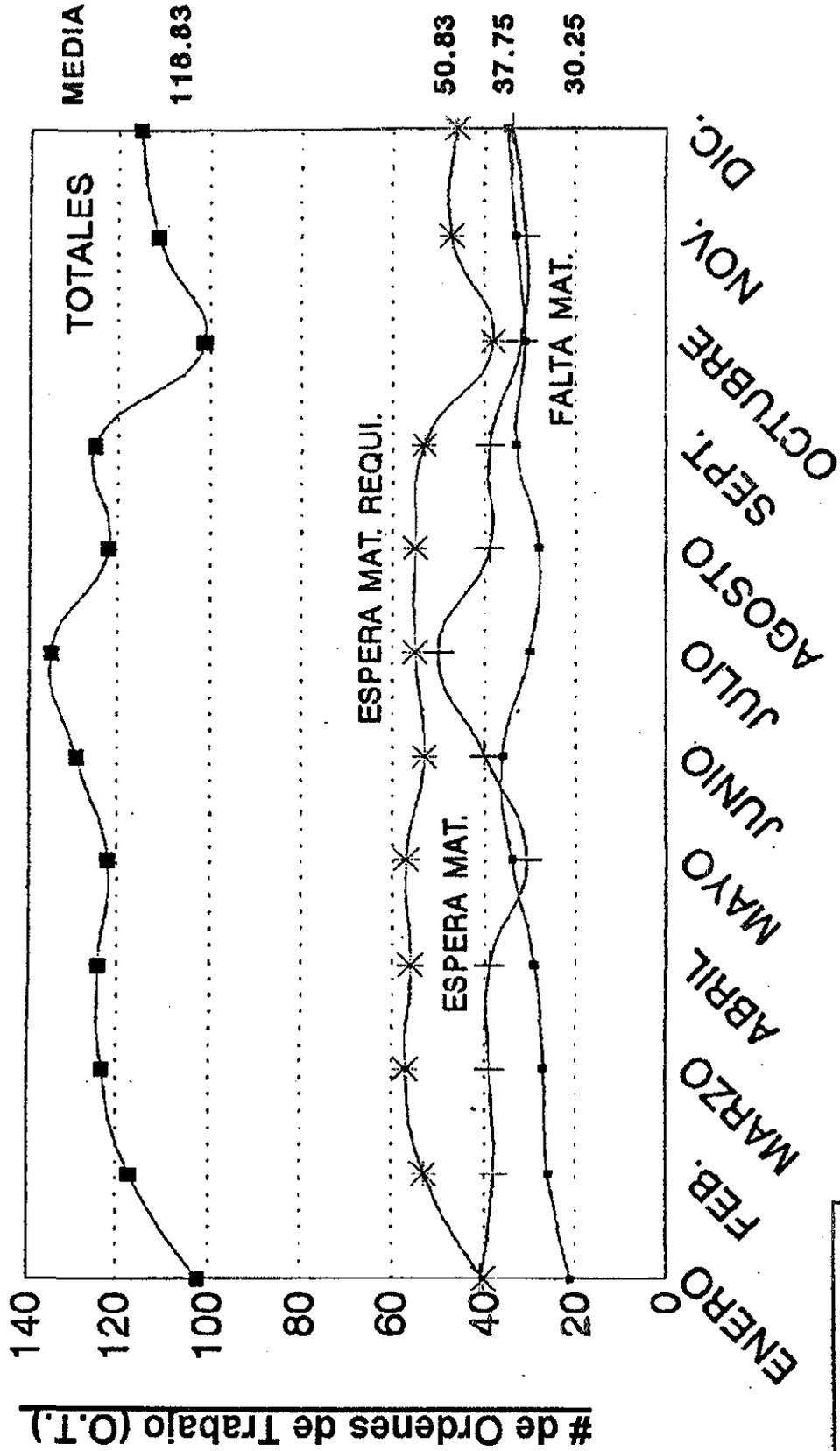
%'S DE PROGRAMACION



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A D 2 c"

ACUMULADOS MATERIALES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "A MCP"

14 AGOSTO

MAQUINA WADDING II

DOCUMENTO A ATERORIZAR ACUERDOS Y DETALLES ESTABLECIDOS EN JUNTAS PREVIAS A MCP DE WADDINGS.

LISTA DE DISTRIBUCION:

- 1.- GERENCIA DE PLANTA,
- 2.- GERENCIAS DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO E INGENIERIA
- 3.- SUPERINTENDENCIAS DE PLANEACION, PRODUCCION, INGENIERIA
- 4.- PLANEADORES DE MANTENIMIENTO

FECHA DE JUNTA PREVIA	14 AGOSTO
FECHA DE PARO	23 AGOSTO
HORARIO DE PARO	7 A 18 HRS.
HORARIO DE ARRANQUE	18 HRS.

EQUIPO A ENTREGAR A PRODUCCION, Y HORARIO:

EQUIPO	HORARIO
VAPOR Y SECADOR	16 HRS.
RESTO DE EQUIPOS	MENOR IGUAL A 18:00 HRS.

LIBRANZAS ELECTRICAS:

CCM's No. 1, 2, 4, 5.

HORARIO
12-13 HRS.

TRABAJOS COMUNES:

MECANICO-ELECTRICO.

HORARIO

- 1- MEDICIONES AL SECADOR 6:30 HRS.
- 2- CAMBIO DE MOTOR BBA VACIO # 3 -
- 3- CAMBIO MOTOR DEL HIDRAPULPER DE KRAFT -
- 4- MTT. ELECT. MOTOR COMBUSTION LADO SECO (RODAM. Y LIMP.) -

MECANICO-INSTRUMENTOS.

OTROS (MANTENIMIENTO-OPERACION).

- 1- ENTREGA DE UNIDAD HIDRAULICA MAQUINA A OPERACION 8:30 A 9:00 HRS.
(POR PARTE DE INSTRUMENTISTAS)
- 2- ENTREGAR VACIO A MTT., EL TANQUE DE MAQUINA. 7:00 HRS.
- 3- ENTREGAR VACIO A MTT., PURGO III 7:00 HRS.

GENERALES

- 1- CAMBIO DE CABLES GRUA LS (TRABAJO MECANICO). 7-15 HRS.
- 2- MTT. ELECTRICO A GRUA LS. 15-18 HRS.

ATENTAMENTE:

DEPARTAMENTO DE PLANEACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIII) BIBLIOGRAFIA:

- Total Engineering Project Management, George J. Ritz, Copyright 1990, Mc Graw-Hill, Inc. All Rights reserved. Printed in the United States of America.
- Diccionario Trillas de la lengua española: Ilustrado / Trillas – México: Trillas, 1990. 518 paginas, derechos reservados 1990, Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Manual de mantenimiento industrial Fluor-Daniel, propiedad de la empresa y del departamento de la Superintendencia y Programación de Mantenimiento, 1990.
- Control de calidad, teoría y aplicaciones, Bertrand L. Hansen, Prabhakar M. Ghare, (título original “Quality Control and Application”), Copyright 1987, Prentice-Hall, Inc. Derechos reservados 1990, Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Strategic Management, Concepts and Applications, Samuel C. Certo, J. Paul Peter, second edition, Copyright 1991, 1988 by Mc Graw-Hill, Inc. Printed in the United States of America.
- Lateral Thinking: Creativity Step by Step, Edward de Bono, Copyright 1970 by Edward de Bono, Printed in the United States of America.
- Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers, Copyright 1987, 1978, 1967, 1916 by Mc Graw-Hill, Inc., Printed in the United States of America.
- Diccionario para Ingenieros Español-Inglés e Inglés-Español, Louis A. Robb, Miembro de la sociedad americana de ingenieros civiles, Trigesimocuarta impresión, abril 1988, Derechos Reservados Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., México,
- “Diseño de un equipo ordenador de lisos para telar”, Tesis profesional que para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el área Mecánica, presenta Federico Trejo O'Reilly, Asesor: M en I. Vicente Borja Ramírez, México D.F. 1993.
- Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química, J. M. Smith, H. C. Van Ness, Cuarta edición (Segunda edición en español), Derechos Reservados, 1989, respecto de la primera edición en español por McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V.

- Manual del Ingeniero Químico, Segunda edición, Derechos reservados 1982, respecto de la segunda edición en español por LIBROS McGRAW-HILL DE MEXICO, S.A. de C.V., Copyright 1973, by McGraw-Hill Book Co., U.S.A., Impreso en México.
- Fundamentos de ingeniería, Métodos, conceptos y resultados, primera edición, Edward V. Krick, Colegio Lafayette, Easton Pensilvania, Noriega Editores, Editorial Limusa, Impreso en México, Derechos reservados 1989, Editorial Limusa S.A. de C.V., Balderas #95, Primer Piso, 06040, México D.F.
- Administración, una perspectiva global, Harold Koontz, Heinz Weirich, Derechos reservados 1994, respecto a la quinta edición en español por McGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A. de C.V., Impreso en México.
- Cuaderno de posgrado 16, Administración de Proyectos, Ing. Leticia Lozano Ríos, Departamento de apoyo a programas tecnológicos, división de estudios de posgrado facultad de química, UNAM, 1985.
- Procedimiento para la programación de proyectos, Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Química (Proyectos), presenta Elia Margarita Lagunas Salgado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México D.F. Diciembre de 1982.
- Código TEMA, Tubular Exchanger Manufactures Association, Inc. 331 Madison Avenue, New York, N.Y., 10017, George P. Byrne, Jr., Secretary Treasurer Copyright, 1968, 70, 72, 74, Tubular Exchanger Manufacturers Association, Inc. Second Printing 1970, Revised Third Printing 1972, Fourth Printing 1974,
- Código ASME, The American Society of Mechanical Engineers, copyright 1983, Date of issue July 1, 1983 (Includes all addenda dated December 1982 & earlier). Library of Congress Catalog Card Number 56-3934, Printed in the United States of America, adopted by the council of the ASME, 1914, Revised 1940, 41, 43, 46, 49, 52, 53, 56, 59, 62, 65, 68, 71, 74, 77, 80, 83

- El Libro Tibetano de la Vida y de la Muerte, Sogyal Rimpoché, editado por Patrick Gaffney y Andrew Harvey, Ediciones Urano, derechos reservados 1994, EDICIONES URANO S.A. Enric Granados, 113, pral., 1ª - 08008 Barcelona, Impreso en España, Título original "The Tibetan Book of Living and Dying"