



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERÍA
INCORPORADA A LA UNAM**

**LA SISTEMATIZACIÓN PARA EL
MANTENIMIENTO EN UN MUSEO
DE CIENCIAS INTERACTIVO**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA
ALFONSO PONCE RIVAS**

**ASESOR DE TESIS:
ING. JORGE SALCEDO GONZÁLEZ**

MÉXICO D. F

2006



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.



AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

**C. DIRECTOR GENERAL DE INCORPORACIÓN Y REVALIDACIÓN DE ESTUDIOS
U N A M
PRESENTE**

Me permito informar a usted que la tesis titulada: _____

"LA SISTEMATIZACION PARA EL MANTENIMIENTO
EN UN MUSEO DE CIENCIAS INTERACTIVO"

Elaborada por:

PONCE	RIVAS	ALFONSO
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre (s)

Alumno(a) de la carrera de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
No. de Cta. 178681

reúne los requisitos académicos para su impresión.

México, D.F. de 12 de octubre 2005

ING. JORGE SALCEDO GONZALEZ
Nombre y firma del
Asesor de Tesis



ING. JOSE ANTONIO TORRES HERNANDEZ
Nombre y firma del
Director de la Escuela ó
Facultad

**Primer le quiero dar gracias a Dios por permitirme
llegar a este punto en mi vida y también le doy
gracias a mi familia.**

**Raque
Alfonso
Annie**

**Ustedes están en mi corazón y les doy las más
sinceras gracias por darme su cariño y comprensión**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	I
1. ANTECEDENTES	1
1.1 La Administración de Proyectos	1
1.1.1 Clasificación de Proyectos.....	3
1.1.2 Metodología para la Administración de Proyectos	4
1.1.3 Técnicas y Herramientas para la Administración de Proyectos	7
1.2 Mantenimiento.....	10
1.2.1 Tipos de Mantenimiento	13
1.2.2 Funciones del Mantenimiento	13
1.2.3 El Departamento de Mantenimiento	14
1.2.4 Objetivo del Mantenimiento	15
1.2.5 Sistemas de Administración del Mantenimiento.....	15
1.2.6 Clasificación de las Máquinas.....	16
2. SITUACIÓN ACTUAL DE MUSEOS Y CENTROS INTERACTIVOS DE CIENCIAS. (MCI)	19
2.1 Introducción a los Museos y Centros Interactivos de Ciencias.....	19
2.1.1 El aprendizaje en los museos interactivos.....	19
2.1.2 Historia de los Museos y Centros Interactivos de Ciencias.....	22
2.1.3 Factores de éxito de un Museo o Centro de Ciencias.....	30
3. PROBLEMÁTICA DE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO EN LOS MUSEOS INTERACTIVOS.....	35
3.1 Visión General del Funcionamiento de los Equipos Interactivos.....	35
3.1.1 Procesos y controles existentes	35
3.1.2 Causas del mal funcionamiento de los procesos de mantenimiento	36
3.1.3 Causas de Fallas en los Equipos Interactivos	37
3.2 Muestreo de fallas	40
3.2.1 Muestra de equipos.....	40
3.2.2 Fallas en equipos electromagnéticos y de movimiento.....	40
3.2.3 Niveles de servicio de equipos en museos interactivos	56
4. GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	59
4.1 Diagnóstico específico.....	59
4.1.1 Costos altos por falta de un adecuado mantenimiento	59
4.2 Alternativas de solución.....	61
4.2.1 Exclusivamente Mantenimiento Correctivo	61
4.2.2 Proveedor externo de mantenimiento	63
4.2.3 Mantenimiento Basado en Riesgo. (MBR).....	68
4.2.4 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (MCC)	70

d

4.2.5	Optimización Integral de Mantenimiento. (OIM).....	73
4.2.6	Mantenimiento Productivo Total. (MPT).....	76
4.3	Estudio de Factibilidad y Análisis de alternativas.....	80
4.3.1	Estudio de Factibilidad (EF).....	80
4.3.2	Objetivo del Estudio de Factibilidad.....	81
4.3.3	Grado de precisión del Estudio de Factibilidad.....	82
4.3.4	Presentación del Estudio de Factibilidad.....	82
4.3.5	Análisis de Alternativas.....	84
4.3.6	Evaluación de Alternativas.....	86
5.	SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	87
5.1	Mantenimiento en los MCI.....	87
5.2	Definición de la sistematización del mantenimiento.....	89
5.2.1	Objetivos del área de mantenimiento.....	89
5.2.2	Levantamiento de información de los equipos.....	90
5.2.3	Análisis para determinar el tipo de mantenimiento en los equipos de los MCI.....	101
5.2.4	Indicadores de evaluación de equipos.....	106
5.2.5	Procesos del mantenimiento.....	112
5.2.6	Herramientas para el control.....	123
5.3	Puntos a tratar.....	128
5.4	Notas a considerar:.....	129
5.5	Definición del Proyecto.....	133
5.5.1	Análisis de la situación actual del museo.....	133
5.5.2	Análisis de la situación actual del museo (resumen).....	136
5.5.3	Alcance del proyecto.....	141
5.5.4	Organigrama del proyecto.....	142
5.5.5	Lista de actividades.....	143
5.5.6	Seguimiento del Proyecto.....	145
5.6	Preparación de la sistematización.....	147
5.6.1	Indicadores de evaluación de equipos.....	147
5.6.2	Inventario y registro de equipos.....	150
5.6.3	Plano de distribución de equipos.....	151
5.6.4	Ficha Administrativa por Equipo.....	155
5.6.5	Manual de Servicio.....	156
5.6.6	Bitácora por equipo.....	168
5.7	Proceso de la sistematización.....	169
5.7.1	Clasificación cualitativa.....	169
5.7.2	Clasificación por el método GUT.....	170
5.7.3	Diagrama del ciclo de control del mantenimiento.....	171
5.7.4	Indicadores de evaluación de equipos.....	173
5.7.5	Formato de Inspección.....	175

5.7.6	Orden de trabajo	176
5.7.7	Tabla de indicadores de la productividad	178
CONCLUSIÓN		179
BIBLIOGRAFÍA		181
ANEXOS		183
Anexo 1.- Definición del proyecto		
	Análisis de la Situación Actual del Museo.....	184
	Alcance del proyecto	188
	Equipo de trabajo	189
	Calendarización de actividades	190
	Seguimiento del proyecto	191
Anexo 2.- Preparación de Implantación.....		
	Preparación de la implantación	193
	Informe Ejecutivo Final.....	194
Anexo 3.- Implantación.....		
	Implantación.....	197
Anexo 4.- Evaluación de la Implantación.....		
	Toma de resultados	199
	Reporte de resultados.....	199
Anexo 5.- Administración del mantenimiento.....		
	Control de calidad del mantenimiento.....	201
	Medidores de la productividad del mantenimiento.....	202
	Indicadores de productividad	202
	Eficacia del mantenimiento	203
	Costos del mantenimiento	204
APÉNDICES		209
Apéndice 1.- Plan estratégico.....		
	F. O. D. A. 's	210
	Misión, Visión y Valores.....	211
	Difusión del resultado del plan estratégico.	213
Apéndice 2.- Los Recursos Humanos		
	Liderazgo:.....	214
	Motivación:	215
	Retroalimentación:	216
	Reconocimiento:	216
	Capacitación:.....	217
	Trabajo en equipo:	217
	Dirección:	218

f

Apéndice 3.- Organigrama del proyecto	219
Apéndice 4.- Lista de Actividades.....	220

Índice de Tablas y Figuras

Tablas:

Num.	Contenido	Página
1.1	Proceso Global de Transformación.	2
1.2	Ciclo de vida de los Proyectos.	6
1.3	Nivel de Riezgo.	10
1.4	Clasificación de Maquinaria.	18
2.1	Actividades y servicios de algunos Museos	26
2.2	Datos Importantes de Museos	27- 29
3.1	Datos de las Esferas de Newton	42
3.2	Datos del Péndulo	44
3.3	Datos de la Silla Giratoria	46
3.4	Datos de Ondas Manuales	48
3.5	Datos de Aparato de Olas	50
3.6	Datos de Pila Electroquímica	52
3.7	Datos del Aparato del Van Der Graff	54
4.1	Elementos de sistematización del Mantenimiento	86
5.1	Indicadores	106
5.2	Procesos de Mantenimiento	111
5.3	Puntos a tratar (Contenido)	128
A0.1	Etapas del Proyecto	183

Figuras:

Num.	Contenido	Página
1.1	Etapas de Proyectos sin el uso de Metodología.	5
3.1	Esfera de Newton.	43
3.2	Péndulo.	45
3.3	Silla Giratoria.	47
3.4	Ondas Manuales.	49
3.5	Aparato de Olas.	51
3.6	Pila Electroquímica.	53
3.7	Aparato de Van Der Graff.	55
3.8	Niveles de Servicio.	56
3.9	Promedio general de fallas.	57
5.1	Muestra de Hoja para documentación de la Aplicación.	87
5.2	Inventario y Registro de Equipo.	91
5.3	Plano de distribución de Equipos.	93
5.4	Ficha Administrativa por Equipo.	95
5.5	Manual de Servicio.	98
5.6	Bitácora de Equipo.	100
5.7	Clasificación Cualitativa.	102
5.8	Clasificación "G. U. T."	105
5.9	Indicadores de Evaluación de Equipo.	109
5.10	Diagrama de Procesos de Mantenimiento.	113
5.11	Diagrama de Procesos de Mantenimiento (Continuación).	113
5.12	Formato de Inspección.	119
5.13	Orden de trabajo.	121
5.14	Diagrama de Sistema de Inventario.	125
5.15	Requisición de Almacén.	126
5.16	Misión Visión y Valores.	131
5.17 a 5.24	Análisis de Situación Actual. (Propuesta)	133 a 140
5.25	Alcance del Proyecto.	141
5.26	Organigrama del Proyecto.	142
5.27 y 5.28	Lista de Actividades.	143 y 144
5.29	Seguimiento del Proyecto.	145
5.30 a 5.32	Indicadores de Evaluación de Equipo.	147 a 149

j

5.33	Inventario y Registro de Equipo.	150
5.34 a 5.37	Plano de Distribución de Equipos.	151 a 154
5.38	Ficha Administrativa por Equipo.	155
5.39 a 5.50	Manual de Servicio.	156 a 167
5.51	Bitácora por equipo.	168
5.52	Clasificación Cualitativa.	169
5.53	Clasificación por el método “G. U. T.”.	170
5.54 y 5.55	Diagrama del ciclo de control de Mantenimiento.	171 y 172
5.56 y 5.57	Indicadores de Evaluación de Equipo.	173 y 174
5.58	Formato de Inspección	175
5.59	Orden de Trabajo	176
5.60	Requisición de Refacciones al Almacén	177
5.61	Tabla de Indicadores de la Productividad (propuesta).	178
A1.1 y A1.2	Análisis de la Situación Actual (formato)	185 y 186
A1.3	Análisis de la Situación Actual (formato)	188
A5.1	Tabla de Indicadores de la Productividad (formato)	207

Introducción

En el primer tercio del siglo XX los museos dieron un giro, ya que además del carácter de conservación y presentación del patrimonio científico, mostraron una voluntad pedagógica y cultural; a partir de la década de los 60's se da una relevante importancia a la comunicación, lo que consiste en convertir al individuo en "el centro de percepción", este nuevo estilo dio origen a los museos de ciencia basándose de manera primordial en la interactividad.

Esta interactividad se ve afectada por la gran cantidad de fallas que presentan los equipos que conforman las exposiciones debido a la falta de atención o poca importancia que se le da al área de mantenimiento, realizando prácticamente sólo mantenimiento correctivo, por lo que se busca sistematizar un proceso de gestión o administración del mantenimiento el cual nos ayudará a determinar un programa basado en mantenimiento preventivo y predictivo tratando de disminuir el número de intervenciones correctivas e incrementando la cantidad de equipos con buen funcionamiento porque un equipo en malas condiciones de operación además puede causar riesgos en la salud de los visitantes. Mejorando la imagen del Museo y cumpliendo con los principios para los que fueron creados.

Para determinar el tipo de mantenimiento que se va aplicar a cada equipo, primero se desarrollan una serie de métodos en los que se evalúan y clasifican; y analizando puntos de manera cualitativa debido a que en la mayor parte de los Museos de Ciencias Interactivos no se cuenta con datos o la documentación técnica para poder implantar un programa de mantenimiento o es prácticamente imposible tener acceso a estos. Por eso se sugiere la recopilación de datos que nos permitan evaluar el desarrollo de las tareas de mantenimiento usando diferentes índices y así saber qué acciones tomar para incrementar la cantidad de equipos con buen funcionamiento.

Se propone en este proyecto una forma de implantar un sistema de administración de mantenimiento, el cual va a estar compuesto por:

II

Los antecedentes (Capítulo N° 1) en el que se habla de la historia del mantenimiento y los antecedentes de la sistematización en general.

Un análisis de la situación actual en los museos en donde se trata la historia de un museo de ciencia interactivo, así como los antecedentes del área de mantenimiento de éste. (Capítulo N° 2)

Analizar la problemática de las áreas de mantenimiento, la forma en la que operan los equipos interactivos y las causas de su mal funcionamiento. (Capítulo N° 3)

Una vez analizado el punto anterior, se generan y evalúan alternativas de solución dando primero un diagnóstico específico de la situación actual de los museos de ciencias interactivos y se presentan metodologías existentes para la gestión del mantenimiento las cuales se tratan para generar una alternativa sencilla de solución a este problema de la gestión del mantenimiento conformado por la definición del proyecto, el plan estratégico del museo, los recursos humanos con los que deben contar así como una sistematización del mantenimiento, se realiza un reporte de indicadores a los cuales se analiza su nivel de servicio actual y el nivel de servicio esperado después de la implantación. (Capítulos N° 4 y 5)

1. Antecedentes

1.1 La Administración de Proyectos

En el sector público y privado, constantemente se inician proyectos de diversa índole, muchos de ellos son críticos para el éxito y permanencia de las empresas, generalmente son emprendidos para incrementar ventas, mejorar la satisfacción de los clientes, reducir costos, actualizarse tecnológicamente, y mejorar el ambiente de trabajo, entre otros beneficios; otros proyectos se inician por la necesidad de salir de alguna crisis u organizar una situación caótica. En cualquier caso se trata de hacer cambios, la complejidad de los mismos está dada por el alcance del proyecto, la tecnología, las dificultades del cambio, etc., por lo que la mejor manera para llevarlos a cabo es trabajando en equipo, con disciplina, con una planeación detallada, con supervisión y seguimiento y con orden en su desarrollo.

Durante estos procesos, participa personal interno que no necesariamente conoce los métodos para ejecutar y llevar a buen término los proyectos, y sí conocen a fondo el contenido de sus actividades que vamos a modificar, es por ello que es importante adentrarnos en los conceptos que rigen la Administración de Proyectos, de manera que aquellas personas que no estén familiarizadas con los términos, debido a su profesión u oficio, cuenten con una síntesis práctica para su conocimiento.

Proyecto: Son las actividades temporales, con objetivos definidos que tienen como resultado productos, servicios, procesos, entornos y organizaciones nuevas o mejoradas.

Lo anterior debe estar justificado en un marco teórico, administrativo, económico, financiero o institucional.

Debido al tema que nos ocupa, es necesario describir otros conceptos y términos que

serán mencionados con frecuencia en este trabajo, tal es el caso de procesos, sistema, evaluación de proyectos, viabilidad, factibilidad y por supuesto todos aquellos relacionados con el mantenimiento.

Proceso: Serie de acciones u operaciones planeadas (ejemplo: mecánicas, eléctricas, químicas, pruebas de inspección) que pasa un material o procedimiento de una etapa de terminación a otra. Un tratamiento planeado y controlado que somete materiales o procedimientos a la influencia de uno o más tipos de energía (ejemplo: humana, mecánica, eléctrica, química, térmica) por el tiempo necesario para obtener las reacciones y resultados deseados.¹

Entonces un proceso se identifica con la función de transformación y se caracteriza por sus estados inicial y final, de los insumos afectados por dicha transformación, esta descripción se esquematiza de la siguiente forma (Tabla 1.1).

Estado inicial	Proceso de transformación	Estado final
Insumos principales	Proceso	Productos
Bienes, recursos naturales, información o personas que serán objeto del proceso de transformación	Descripción sintética de las fases necesarias para pasar del estado inicial al final	Bienes, recursos naturales, información o personas que han sufrido el proceso de transformación
Insumos secundarios	Equipamiento y Personal	Subproductos y Residuos
Bienes o recursos necesarios para realizar el proceso de transformación, tanto para su operación, como para su mantenimiento	Equipo e instalaciones necesarias para realizar las transformaciones deseadas Personal necesario para hacer funcionar el proceso de transformación.	Bienes, productos o personas que han experimentado sólo parcialmente el proceso de transformación o que son consecuencia no perseguida de este proceso con un valor económico de carácter marginal. Residuos producidos en la transformación que carecen de valor económico.

Tabla 1.1. Proceso Global de Transformación.

¹ Diccionario APICS, 1999.

Sistema: Conjunto de objetos en cierto orden e interdependencia que constituyen un todo organizado.

Evaluación de proyectos: Es el instrumento que provee información a los inversionistas respecto a la conveniencia de llevar a cabo un plan determinado.

Viabilidad: La posibilidad o conveniencia de realizar un proyecto. Se puede clasificar en tres aspectos.

Viabilidad técnica, busca determinar si es posible física o matemáticamente llevar a cabo un proyecto

Viabilidad legal, es determinar que no existan trabas legales para la instalación y operación del proyecto.

Viabilidad económica, define si es recomendable implantar y operar el proyecto mediante el análisis de costos estimados y la comparación de los beneficios.

Factibilidad: Determina los costos y beneficios tomando datos de la misma fuente que la genera.

Administración de proyectos: Es una disciplina que aplica principios, conceptos, herramientas y técnicas que nos ayudarán a cubrir de principio a fin las actividades del proyecto incrementando las probabilidades de éxito del mismo.

1.1.1 Clasificación de Proyectos

Existen diversas clasificaciones de proyectos, de acuerdo a su infraestructura, sector, tipo y finalidad.

Infraestructura del proyecto. Se refiere a los fines para los que está concebido, estos pueden ser Económicos cuando se cubre una demanda efectiva, capaz de pagar el precio del bien o servicio producido por el proyecto, o Sociales cuando el costo o parte de él será pagado por la comunidad, (impuestos).

Sector del proyecto. De acuerdo a la actividad económica y social al que

pertenezca; Producción de bienes, por ejemplo, industriales, agrícolas, mineros; Infraestructura económica y social, como comunicaciones, energía, salud, educación y de Prestación de servicios, por ejemplo, institucionales, personales, técnicos.

Tipo de proyecto. Es la definición específica del proyecto dentro de cada sector arriba mencionado, por ejemplo, los electrodomésticos dentro del sector de producción de bienes industriales.

Finalidad del proyecto. Puede ser de Instalación de una serie de bienes de producción, por ejemplo un puente, de Operación, por ejemplo la mejora de un proceso, o de la combinación de ambas.

En este sentido, los proyectos de Mantenimiento, son tanto de instalación como de operación, ya que al implantar sistemas de mantenimiento, también debemos considerar la operación que realizan los equipos a los que se dará servicio.

1.1.2 Metodología para la Administración de Proyectos

Actualmente, la disciplina de Administración de proyectos, es utilizada en su mayoría por empresas que facturan millones de dólares, por gobiernos, por emprendedores y organizaciones multinacionales y civiles. La necesidad de establecer prácticas uniformes para manejar sus proyectos, ha crecido debido a los fuertes cambios en las organizaciones y en el mercado, como por ejemplo, nuevas tecnologías, servicios que crecieron en complejidad, la apertura de mercados y por ende la competencia global.

Esto no significa que anteriormente las civilizaciones no ejecutaran proyectos, éstas se organizaron para alcanzar un objetivo, levantaron edificios, construyeron caminos, diseñaron e implantaron sistemas tecnológicos, elaboraron productos, por el contrario, todas estas experiencias, dieron origen a esta disciplina.

Las etapas de los proyectos llevados a cabo sin la utilización de metodología se

muestran en la figura 1.1.

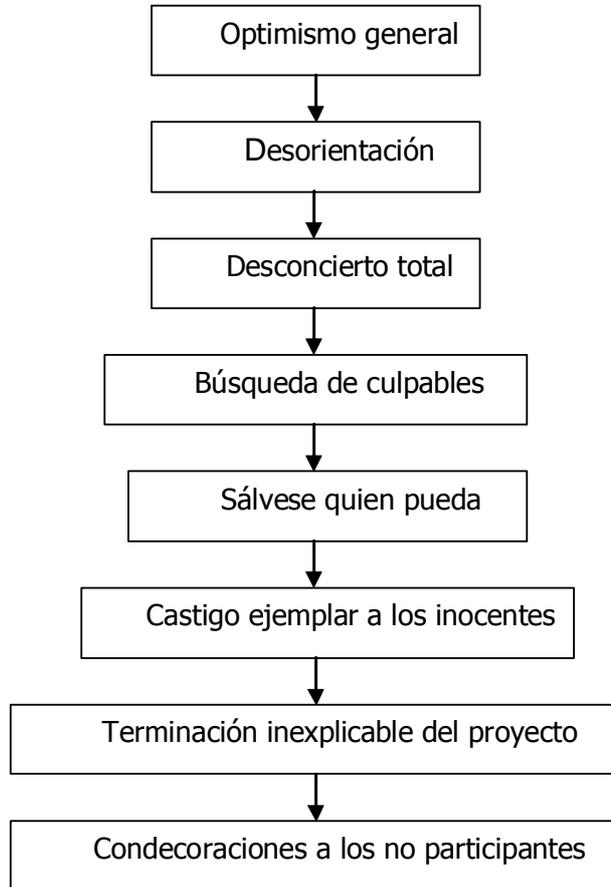


Figura 1.1. Etapas de proyectos sin el uso de metodologías.

Existen diversas metodologías para administrar proyectos, la más reconocida hoy en día es la establecida y mantenida por el Instituto de Administración de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés, Project Management Institute), esta institución dicta las pautas, recomendaciones y mejores prácticas de la disciplina de Administración de Proyectos, certifica profesionales y registra empresas de capacitación, dicha metodología, se basa en el Ciclo Vital de los Proyectos (tabla 1.2).

Ciclo vital del proyecto	Actividades generales
Formulación, viabilidad y definición:	Datos básicos del proyecto, Directores del proyecto, Presupuesto, Apoyo a la administración, Planes de proyecto.
Diseño, desarrollo y puesta en marcha:	Administración de proyectos, Desarrollo de proyectos, Relaciones con los clientes y comercialización, Desarrollo de cambios, Cierre y Evaluación de proyectos.
Servicio, Infraestructura y operaciones:	Desarrollo de infraestructura, Apoyo y formación de los usuarios, Normas y documentación

Tabla 1.2. Ciclo Vital de los Proyectos.

Estudios para la presentación y aceptación de un proyecto

Previo a la ejecución de cada fase del ciclo del proyecto, deben realizarse estudios que analicen y justifiquen la aceptación del inicio del mismo. Esta presentación preliminar, proporciona a los ejecutivos la oportunidad de formarse una idea precisa, aunque sintética de los elementos fundamentales del proyecto, dichos estudios se pueden presentar considerando algunos de los siguientes análisis:

Estudio de mercado

- Demanda actual de producto y su proyección.

Estudio técnico

- Capacidad instalada del proyecto: volumen anual de producción en funcionamiento normal.

Estudio financiero

- Evaluación económica: criterios de evaluación con que se justifica económicamente el proyecto y que permiten asignarle prioridad en el uso de los recursos disponibles.

Una vez aprobado el inicio del proyecto, la Metodología para administrarlo, se puede dividir en las siguientes fases:

Fase I: Definición del proyecto

El propósito principal de esta fase es establecer: el objetivo y alcance del proyecto, el tiempo en que se llevará a cabo y los recursos necesarios, humanos, materiales y económicos para que se logre.

Fase II: Planeación del proyecto

En esta etapa se lleva a cabo la subdivisión del trabajo a realizar, su secuencia, indicando los recursos materiales y humanos asignados a cada tarea.

Fase III: Ejecución y control del proyecto

Es el desarrollo de cada tarea planeada, cuidando coordinar adecuadamente los recursos, utilizando reportes del progreso y del estado del proyecto, de manera que pueda medirse el cumplimiento a los presupuestos establecidos en la primera fase.

En esta etapa se verifica el cumplimiento al plan, utilizando técnicas de análisis de variación, que ayuden para la determinación de acciones correctivas en caso de desviación.

Fase IV: Cierre del proyecto

Se formaliza el término del proyecto, mediante la ejecución de las pruebas y correcciones necesarias para que a la liberación del proyecto se asegure el cumplimiento del objetivo establecido.

Fase V: Evaluación de la implantación

Medición del cumplimiento de los puntos definidos en la fase inicial.

1.1.3 Técnicas y Herramientas para la Administración de Proyectos

Las fases mencionadas anteriormente, deben estar soportadas por técnicas y herramientas, de manera que nos ayuden a alcanzar el éxito del proyecto, algunas de éstas son:

Administración de la calidad:

Conjunto de procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales se está llevando a cabo.

Técnicas de aseguramiento de Calidad

- Sesiones de revisión de trabajos y documentos entregados.
- Listas de verificación para asegurar que los documentos entregados son consistentes y contienen toda la información necesaria.
- Revisiones de colegas / Revisiones técnicas / Revisiones de sistemas
- Pruebas meticulosas (unitarias, de sistema, de integración de aceptación).
- Estándares para asegurar consistencia,
- Métodos estructurados para asegurar que se usan procesos estándares y probados.

Pruebas de aseguramiento de Calidad

Las pruebas son probablemente, el aspecto del control de calidad más usado hoy en día. Aún cuando hay muchas técnicas que construyen calidad a priori, la confianza que se obtiene de la calidad en general, típicamente proviene del proceso de pruebas. Por esta razón, no se pueden dejar de lado las pruebas.

Administración del Recurso Humano:

Conjunto de procesos requeridos para hacer más efectivo el uso de la gente involucrada en el proyecto.

Los estudios señalan la alta tasa de fracasos que se da en la gestión por proyectos y la atribuyen principalmente a problemas humanos. Cada vez es más frecuente que las organizaciones basen su competitividad en proyectos de cambio o generación de nuevos productos y servicios. Pero sólo el 16% de los proyectos finalizan obteniendo el objetivo planteado en el tiempo y con los recursos estimados.

Por eso, son competencias fundamentales del líder la autorreflexión y la madurez emocional para trabajar con su equipo y con los usuarios.

Administración de riesgos:

Que involucran la identificación, el análisis y respuesta a los riesgos del proyecto

Los riesgos pueden ser catalogados en un nivel macroscópico como: Riesgos del proyecto, riesgos técnicos y riesgos del negocio.

- Los riesgos del proyecto, son aquellos que se dan en los presupuestos, horarios, personal, recursos y problemas con clientes,
- Los riesgos técnicos, pueden darse en el diseño, sistemas de información, problemas de mantenimiento, ambigüedad en las especificaciones, incertidumbre técnica y obsolescencia técnica.
- Los riesgos del negocio, son los de mayor incidencia y se pueden deber al mercado, a productos sin demanda, o no entendidos por la fuerza de ventas y a la administración del negocio.

Cuatro actividades para proyectar riesgos.

- Establecer una escala que refleje el riesgo percibido, mediante métodos estadísticos, cualitativos o cuantitativos.
- Delinear las consecuencias del riesgo.
- Establecer el impacto del riesgo en el proyecto y el objetivo del mismo.
- Revisar la exactitud de la proyección del riesgo.

La siguiente tabla (1.3) puede ser utilizada para determinar el nivel de riesgo. Esto nos ayudará a decidir si el proyecto debe o no continuar.

Factor de riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Nivel de riesgo
Alto	Baja	Aceptable
Alto	Moderada	Significativo
Bajo	Alta	Medio

Tabla 1.3 Nivel de Riesgo.

Administración de la comunicación:

Para asegurar la generación, colecta, diseminación, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto

Administración de los costos:

Para asegurar que el proyecto se completará de acuerdo con el presupuesto aprobado

Administración del tiempo:

Para asegurar que el proyecto se completará en el periodo aprobado

1.2 Mantenimiento

El Mantenimiento es uno de los factores indispensables para el buen funcionamiento y desarrollo de las plantas industriales.

Se puede definir como el conjunto de técnicas y sistemas que actuando sobre los medios de producción permiten:

- Reparar las averías que se presenten.
- Prever estas averías mediante revisiones y otras técnicas más complejas como técnicas estadísticas, y seguimiento y diagnóstico de máquinas.
- Especificar las normas de manipulación y buen funcionamiento de los operadores de las máquinas.
- Perfeccionar diseños sucesivos de los medios.

Mantenimiento y su desarrollo

En la primera etapa, las actividades de mantenimiento consistían en reemplazar o reparar el equipo y las herramientas que se habían deteriorado o averiado.

En la segunda etapa, cuando se requería habilidad para el trabajo de reparación en proporción con el aumento de la complejidad mecánica, se asignaban trabajadores con conocimientos especiales, o se formaban grupos de estos, para disminuir el tiempo improductivo de otros trabajadores.

En la tercera etapa con el fin de reducir todavía más el tiempo improductivo en los casos de reparación de averías, se desarrollaron herramientas y máquinas sustitutas y métodos de control destinados a mejorar los métodos de trabajo y el control de inventarios de partes de repuesto. Se establecieron también las funciones de inspección y reparación periódicas, con el fin de reducir el costo de las reparaciones.

En la cuarta etapa a medida que la mecanización y la automatización han progresado, el mantenimiento y los costos de oportunidad debidos a las deficiencias del primero, han aumentado y, como resultado, se han desarrollado los análisis económicos, de confiabilidad, de disponibilidad y mantenimiento.

Recientemente con el fin de que la administración del mantenimiento sea más eficiente, se han ampliado las actividades de administración del mantenimiento.

Aparece también el concepto de que las funciones de mantenimiento no deben corresponder únicamente al departamento de administración del mantenimiento, sino de que parte de esas funciones se deben asignar a los departamentos de producción, investigación y desarrollo, diseño, ingeniería, compras y finanzas, así como a los proveedores, a la gerencia general y a los operadores.

Características del Mantenimiento en México

En los últimos años, la industria nacional ha enfrentado crecientes retos en materia de competencia externa, un entorno macroeconómico adverso y continuos cambios tecnológicos. Como consecuencia de ello, muchos

empresarios han iniciado o iniciarán revisiones a fondo de su forma de operar las plantas.

La gama de aspectos a revisar es amplia. Puede plantearse desde la sustitución de maquinaria para alcanzar mayor eficiencia hasta la reestructuración de la organización, pasando por la automatización mayor o menor de algunas operaciones.

En la esfera del mantenimiento, esta situación se refleja con particular intensidad dado el incremento de su importancia relativa en el proceso productivo.

En la industria Mexicana, buena parte de las industrias pequeñas y medianas todavía utilizan una tecnología mas bien rudimentaria y que a pesar de todo, trabajan bien y aparentan bien sus costos.

Dentro de la industria en México, el tipo de empresas que han emprendido procesos de mantenimiento satisfactorios, mayormente son las consideradas grandes empresas nacionales y transnacionales que han definido acciones estratégicas en términos de rediseño en sus estructuras organizacionales, capacitación o introducción de sistemas nuevos o mejorados.

Al cambiar el enfoque reactivo por la planificación y programación proactivas, recuperando el control de las operaciones de mantenimiento, mejorando por ende la producción y reduciendo los costos, propiciando el ambiente conveniente para motivar a los empleados a incrementar el sentido de responsabilidad por su trabajo.

Sin embargo, en las empresas pequeña y mediana se lucha por ser entendidas las funciones de mantenimiento bajo el enfoque de mantener la calidad de servicio del bien físico, mientras que producción desea que la operación sea continua y constante sin que sea alterado su tiempo de trabajo, esto genera una relación ríspida quedando la dirección con la visión que si todo funciona correctamente es porque así debe ser y si existen fallas en las máquinas es porque se considera un mal necesario.

1.2.1 Tipos de Mantenimiento

Existen cinco tipos de mantenimiento: Predictivo, Preventivo, Detectivo, Correctivo y Mejorativo.

Mantenimiento Predictivo o Basado en la condición,

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)

Mantenimiento Preventivo o Basado en el tiempo,

Consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de fallas,

Consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

Mantenimiento Correctivo o A la rotura,

Consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

Mantenimiento Mejorativo o Rediseños,

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo hace mantenimiento.

1.2.2 Funciones del Mantenimiento

Las funciones de mantenimiento se pueden clasificar en: administrativas, técnicas y de operación, en la forma siguiente:

Funciones administrativas:

Establecimiento de un departamento de mantenimiento, cuyas funciones contemplarán:

La determinación de sus políticas y sistemas de planeación, programación y control de las actividades, así como el análisis y evaluación económicos del área.

El mejoramiento de la capacidad y la motivación de los trabajadores; la dirección de subcontratistas y el control del presupuesto.

Los registros e informes; medición de la eficiencia del área; control de las partes de repuesto y de las herramientas y el equipo sustitutos.

Funciones técnicas:

Análisis de rendimiento del equipo, análisis de las causas de las fallas, preparación de normas e instrucciones de inspección, exploración y reparación, análisis de sustituciones.

Funciones de operación:

Inspección (rutinaria, periódica y de aceptación), Ejecución u operaciones de preparación (lubricación, ajuste, reparación), trabajo de ingeniería (maquinado, fabricación de cajas, soldadura, acabado, etc.).

1.2.3 El Departamento de Mantenimiento

Existen dos tipos de departamento que realizan funciones de mantenimiento. Uno es un taller externo y el otro es un taller interno.

Las ventajas del taller externo son las siguientes:

Despacho más fácil y oportuno desde cada grupo especializado hasta los niveles más altos dentro del sistema de mantenimiento.

Justificación de presupuestos adecuados y mano de obra suficiente para mantenimiento, prioridades adecuadas y tecnología de mantenimiento, y equipo

de mejor calidad y disponibilidad desde el punto de vista de la empresa en conjunto.

Ahorros y utilización efectiva de los grupos especializados y el personal de mantenimiento.

Las ventajas del taller interno son las siguientes:

Reducción del tiempo de traslado hacia el trabajo y desde él.

Un mejor conocimiento del estado del equipo de operación.

Mejoramiento de las relaciones, orientadas hacia la producción, entre ésta y el mantenimiento.

1.2.4 Objetivo del Mantenimiento

Simplificando y resumiendo podríamos decir que el mantenimiento hoy en día es: “Asegurar que todo activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas”.

Dada esta definición debemos plantear el objetivo de mantenimiento como algo medible, cuantificable; dicho objetivo se enunciará así: “Asegurar la competitividad de la empresa por medio de: garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad de la empresa y con todas las normas de seguridad y medio ambiente, al menor costo o máximo beneficio global”.

1.2.5 Sistemas de Administración del Mantenimiento

Para administrar el mantenimiento, existen líneas generales y métodos de trabajo; es sabido de antaño que lo vital es el dominio de los principios que rigen las reglas de implantación de un Programa de Mantenimiento, también es importante que la solución particular se enfoque a las necesidades y limitaciones propias de cada empresa y sus condiciones.

Existen múltiples tendencias para establecer los sistemas de mantenimiento y

generalmente se seleccionan atendiendo a la política de la empresa y los requerimientos de calidad, seguridad y mercado, además de las características del proceso productivo.

En un principio un sistema de mantenimiento bien diseñado debe adecuarse a las características de cada máquina lográndose un sistema de mantenimiento alterno, tanto a nivel de fábrica como a nivel máquina. En este sentido se han desarrollado criterios de selección generalmente a nivel máquina.

1.2.6 Clasificación de las Máquinas.

La clasificación de las máquinas se basa en establecer una diferencia racional entre los equipos independientemente de la política global de mantenimiento que se obtuvo al definir el sistema generalizado.

Esto se hace con la finalidad de obtener una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento a nivel de máquina, y para este logro se establecen tres clases de equipos.

Clase A:

Objetivo: Lograr la máxima productividad del equipo.

Se Recomienda:

- Máxima utilización del mantenimiento predictivo siempre que se cuente con equipos y personal para ello.
- Amplia utilización del mantenimiento Preventivo con periodicidad frecuente para reducir posibilidad de fallo.
- Uso del mantenimiento Correctivo como vía para reducir el tiempo medio de rotura.

Clase B:

Objetivo: Reducir los costos de mantenimiento sin que esto implique una catástrofe.

Se Recomienda:

- Poca utilización del mantenimiento Predictivo.
- Empleo de cálculos técnicos estadísticos para el mantenimiento Preventivo.
- Empleo del mantenimiento Correctivo sólo en la ocurrencia aleatoria de fallos.

Clase C:

Objetivo: Eliminar el costo de mantenimiento cuando éste es mayor al costo de su reposición.

Se Recomienda:

- Mantenimiento Predictivo anulado.
- Mantenimiento Preventivo sólo el que indique el fabricante.
- Mantenimiento Correctivo a la ocurrencia de fallos (sustitución).
- Los criterios se establecen para cada categoría atendiendo a las siguientes preguntas (Ver tabla 1.4):
- La casilla que se acepta toma el valor de uno y cero las otras; de esta forma al valorarse los 11 criterios, la categoría seleccionada será la que alcance mayor puntuación.

		Clases		
No.	Criterio	A	B	C
1	Intercambiabilidad	Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable
2	Importancia Producto.	Imprescindible	Limitante	Convencional
3	Régimen de operación	Producción continua	Producción de series	Producción alternativa
4	Nivel de utilización	Muy utilizable	Medio Utilizable	Esporádico
5	Precisión	Alta	Mediana	Baja
6	Mantenibilidad	Alta complejidad	Media complejidad	Baja complejidad
7	Conservabilidad	Condiciones Espec.	Estar protegido	Condiciones normales
8	Automatización	Muy automático	Semi automático	Mecánico
9	Valor de la máquina	Alto	Medio	Bajo
10	Aprovisionamiento	Malo	Regular	Bueno
11	Seguridad	Muy peligroso	Medio peligroso	Sin peligro

Tabla 1.4 Clasificación de Máquinas.

2. Situación actual de Museos y Centros Interactivos de Ciencias. (MCI)

2.1 Introducción a los Museos y Centros Interactivos de Ciencias

2.1.1 El aprendizaje en los museos interactivos.

Muchos investigadores consideran a los museos como lugares de aprendizaje, espacios en donde se estimula el deseo de aprender, se despierta la curiosidad y las ganas de investigar por uno mismo, el aprender en los museos tiene características especiales por que es un proceso espontáneo, individualizado, que no puede ser impuesto, cada visitante tiene conocimientos, experiencias e intereses muy diferentes, por lo que estos sitios constituyen una fuente de aprendizaje informal.

Esto, que se ve en cualquier museo, es muy importante en los museos de ciencia y tecnología, que tienen como finalidad el proporcionar un acercamiento entre la Ciencia y el visitante, por medio de experiencias interactivas, demostraciones, etc., con lo que se permite una mayor comprensión de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza.

Proceso de aprendizaje

Para poder hablar del aprendizaje en los museos interactivos es conveniente explicar primero cómo es el proceso de aprendizaje y la manera en que recordamos, asimilamos y aprendemos algo usando nuestros sentidos.

En el proceso de aprendizaje debemos mencionar que tenemos 4 pasos que todos seguimos cuando aprendemos, que son:

IGNORANTE – INCONSCIENTE

Aquí es cuando no sabemos y tampoco estamos conscientes de que no

sabemos, no hemos tomado conciencia de nuestra ignorancia, y todavía no nos preocupa el no saber.

IGNORANTE – CONSCIENTE

En este momento nos damos cuenta que no tenemos conocimiento sobre algún tema y hacemos consciente nuestra ignorancia, ahora nos empezamos a preocupar por lo que no sabemos, iniciamos un proceso de búsqueda de conocimiento.

CONOCEDOR – CONSCIENTE

En este momento empezamos a aprender y estamos con todos nuestros sentidos tratando de retener el conocimiento aprendido, estamos muy conscientes de lo que vamos haciendo y repitiendo para evitar cometer errores en este proceso.

CONOCEDOR – INCONSCIENTE

Cuando llegamos a este punto ya no se nos olvida lo aprendido, ahora el conocimiento esta en el inconsciente y si alguien nos pregunta las respuestas son en automático sin temor a equivocarnos.

Y ahora nos podemos preguntar ¿Cómo podemos lograr un aprendizaje en éste nivel?

Todos los seres humanos con sus capacidades completas tenemos cinco canales de percepción que son nuestros sentidos, experimentamos y conocemos el mundo por medio de nuestros sentidos externos y lo reexperimentamos por medio de nuestras representaciones de nuestros sentidos internos.²

Y de esta manera hace mención a los canales de percepción que son:

² "Aprende fácilmente con tus imágenes sonidos y sensaciones, de Luz María Ibarra" Garnik ediciones, México, 1999

Visual –

Cuando ocupamos nuestro sentido de la vista para conocer el mundo y representamos el mundo internamente con imágenes recordadas o creadas.

Auditivo –

Cuando usamos el oído para incorporarnos al mundo y también las representaciones internas son con sonidos recordados o creados.

Olfativo –

Cuando experimentamos y re-experimentamos el mundo a través de los olores y sensaciones olfativas.

Gustativo –

Aquí usamos el sentido del gusto para conocer el mundo y los recuerdos son de sabores.

Táctil –

Con el sentido del tacto (que es el órgano de mayor superficie de nuestro cuerpo) experimentamos el mundo y hacemos representaciones internas para recordar una experiencia táctil.

Ahora todos tenemos algún canal de preferencia para lograr el aprendizaje.

Y es sabido que:

SI LO VEO → lo recuerdo

SI LO ESCUCHO → Lo asimilo

Y SI LO EXPERIMENTO → Lo aprendo para siempre.

Esto quiere decir que si usamos uno sólo de nuestros sentidos para aprender como puede ser la vista, con esto lograríamos recordar y todavía no incorporamos el conocimiento, y lo mismo pasa si sólo escuchamos o si sólo experimentamos con el olfato, gusto o tacto.

Cuando involucramos dos sentidos a la vez, entonces estamos asimilando los conceptos y esto tampoco quiere decir que realmente exista el aprendizaje, muchas personas con dos canales han asimilado y si usamos todos los sentidos, ¿que pasaría?

Cuando usamos todos los sentidos podemos asegurarnos que estamos aprendiendo para siempre.

Con lo cual podemos concluir que en un museo interactivo es precisamente el lugar ideal para aprender por que permite al visitante aprender, (sin importar su canal de preferencia) ver, escuchar y experimentar los conocimientos y con esto los incorpora y/o aprende para siempre, fácil y rápidamente.

2.1.2 Historia de los Museos y Centros Interactivos de Ciencias.

La primera Generación de Museos de Ciencia, (1794 – 1852)

En el intento de iniciar un recorrido hacia el origen e historia de los museos de ciencia y técnica se puede ver que cada centro de ciencia creado para este fin tiene por objetivo justificar su existencia y definir su identidad. Lo anterior puede manifestarse mediante estilos y técnicas que van desde la exhibición de aparatos científicos hasta equipamientos interactivos cuya importancia trascendental reside en la comunicación.

El Conservatoire National des Arts et Métiers de París es considerado como el más antiguo de los Museos de Ciencia y Técnica, fue creado en 1794, Los instrumentos de trabajo que se exponían consistían en maquinas de la época que pusieron de manifiesto los avances científicos y técnicos que abrían paso al progreso de la ciencia, mismo que tuvo un considerable impulso una vez que la Revolución francesa tuvo lugar trayendo consigo un evidente adelanto cultural e ideológico.

El impacto del Museo del Conservatorio de Artes y Oficios de París a partir de 1850, cuando empiezan a realizarse por primera vez sesiones públicas donde

se mostraban las máquinas en funcionamiento, lleva a acercar al público en general al conocimiento de las ciencias y las técnicas de la Francia de la época.

Sumado a esto se inició la creación de exhibiciones temporales de temas científicos e industriales en diversas partes del mundo, es así como el interés por mostrar las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología inquieta a los museólogos en otras partes de Europa.

En una exhibición mundial de las aplicaciones industriales de las artes y ciencias la que, en 1851, en Gran Bretaña crea la necesidad de constituir un Museo Propio. Este acontecimiento favoreció la aparición del South Kensington Museum, de Londres, en 1852, con características similares al creado en París además de incorporar modelos de máquinas y aparatos de gran interés histórico. Ambos museos tenían por objeto mostrar la ciencia mediante una especie de catálogo de las realizaciones técnicas de un país o época determinada, este esfuerzo se vio coronado con los adelantos científicos en el estudio de la química y de la energía eléctrica.

La Segunda generación de Museos de Ciencia, (principios del siglo XX)

Su principal objetivo era demostrar la ciencia, permitiendo que el público pudiera operar los modelos para que llegaran a comprender los principios científicos y tecnológicos.

Entre estos museos se encuentra el Deutsches Museum für Wissenschaft und Technik de Munich fundado en 1903, en el cual se vuelve a retomar el enfoque educativo formal, convirtiéndose en un espacio del pensamiento científico y tecnológico nacional. Tras sobrevivir a la segunda Guerra Mundial, y luego de ser reconstruido en gran parte, el Deustshes Museum inicia una nueva etapa en la que incluye las contribuciones científicas y tecnológicas de otros pueblos, dejando de lado su carácter nacionalista.

En 1909 surge el Science Museum de Londres a partir del South Kensington Museum, el Museum of Science and Industry en Chicago, fue fundado en 1933 y el Palais de la Découverte de París creado en 1937. En este último las

exposiciones consistían en módulos diseñados y contruidos para explicar principios científicos.

Con la apertura del Museum of Science and Industry de Chicago y el Palais de la Découverte de París se abre camino al concepto Science Centers como espacios de complemento a la enseñanza formal de las ciencias e introduciendo métodos revolucionarios en la enseñanza “a través de la observación y la experimentación”.

La Tercera Generación de Museos de Ciencias (a partir de la década de los 60)

También llamados Centros de Ciencia, creados con la idea de ampliar la comprensión de las ciencias y la tecnología

Su objetivo principal es el comunicar la Ciencia haciendo del individuo el centro de percepción.

“Uno de los primeros centros fue el Evoluon, construido en Holanda en 1960 por la compañía Phillips . En Norteamérica el desarrollo de centros de Ciencia adquirió mayor fuerza. En 1967, en Toronto se fundó el de Ciencias de Ontario (Ontario Science Center)”

Originalmente instituido con la tendencia del museo histórico de ciencias, es decir, como un lugar destinado a la simple exhibición de piezas significativas del desarrollo científico e industrial canadiense. Sin embargo, dando notable giro, las políticas canadienses de divulgación científica lo llevaron a convertirse en ejemplo de este tipo de centros tras proponer que se involucrara activamente al visitante, propiciando que éste se planteara preguntas y dedujera sus propias respuestas.

“Otro muy importante es el Exploratorium de San Francisco inaugurado el 20 de agosto de 1969.”³. Con su fundador, Frank Oppenheimer, el Exploratorium desarrolla el concepto de “manos a la ciencia”, con el cual se inicia la

importante tarea de involucrar al visitante como centro del proceso interactivo en la divulgación de la ciencia.

“En 1980 fue creado en Francia La Cité de la Science et de l’Industrie, también llamado como la Billete. En él se emplean los más avanzados desarrollos audiovisuales producto de la informática y las comunicaciones para sensibilizar al visitante con respecto a la importancia de la ciencia y la tecnología.

Es uno de los museos que cuentan con mayores servicios, además de una oficina de proyectos capaz de ofrecer prestaciones de asesoría, programación y asistencia técnica, etc., para cualquier proyecto en el mundo relativo a la cultura científica, técnica e industrial”⁴

En las tablas 2.1 y 2.2 ⁵ se muestran actividades y servicios con los que cuentan algunos de los museos ya mencionados.

3 El caso de Universum de UNAM. : Georgina Arellano Vazquez, María del Carmen Cloud Galvan. Pag 92 y 93.

4 Pag 9 La divulgación de las ciencias en México a través de los museos interactivos:

5 Cuadro 1 y 2 Tesis : La divulgación de las ciencias en México a través de los museos interactivos:

MUSEO	ACTIVIDADES Y/ O SERVICIOS
Deutsches	Realiza investigación histórica Educación y formación
Museum of Science and Industry	Actividades mensuales: Clases, talleres y conferencias Cine
Palais de la Decouverte	Librería Tienda
Evoluon	Salas de conferencia 3 auditorios (Phillips may, Pollux y Castor) Cine Centro de negocios
Exploratorium	Área especial de exhibiciones Rotonda Cuenta con guías o anfitriones Cafetería
La Cité de la Science et de l'industrie	Multimedia Auriculares audiología El cité pass Visitas en grupo Planetario Mediateca

Tabla 2.1 Actividades y servicios de algunos museos.

Nombre; Ubicación; Fecha de Creación	Dependencia fundadora	Datos importantes
Casa de la Ciencia de la U.A.E.M.; Cuernavaca Morelos.	Dirección de Difusión Cultural de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.	Ofrece en forma permanente diversas actividades, como cursos, talleres y asesorías académicas. Es el más pequeño de todos los centros de ciencias mexicanos.
Centro Cultural Alfa; Monterrey, Nuevo León; 1977.	Grupo Alfa, que es un conglomerado de empresas privadas de diversos ramos.	Este Centro, ubicado en un predio de 5.6 Has., alberga un Museo de Ciencias y Arte, un Teatro Omnimax, un Pabellón que resguarda el único vitral diseñado por Rufino Tamayo, un aviario y el Jardín de las Ciencias
Centro de Ciencias Explora; León, Guanajuato; 1994.	Organismo descentralizado de la Administración Municipal, creado y operado por un Patronato con amplia representatividad social.	Se ubica en un Parque con una superficie total de 25 hectáreas. Cuenta con un Teatro Imax, que tiene la pantalla plana más grande de México.
Centro de Ciencias de Sinaloa; Culiacán, Sinaloa; 1992.	Organismo descentralizado del Poder Ejecutivo Estatal.	Tiene diez salas en una superficie de 3,500 m ² , 390 exhibiciones, doce laboratorios, cuatro talleres y un planetario. Recibe a más de 200 mil visitantes por año.
El Caracol- Museo de Ciencias; Ensenada, Baja California; 1990.	Institución educativa independiente sin fines de lucro.	Cuenta con siete pequeñas salas de exhibición, un pequeño acuario marino y un "Camión de la ciencia" para actividades educativas itinerantes. Ofrece talleres con experimentos de ciencias naturales y matemáticas
El Rehilete - Museo del Niño; Pachuca, Hidalgo; 1997.	Organismo descentralizado del Poder Ejecutivo Estatal.	Cuenta con 6 salas que contienen 89 exhibiciones y un planetario. Es visitado por más de 150,000 personas cada año.
La Avispa - Museo del Niño; Chilpancingo, Gro.; 1998.	Gobierno Estatal de Morelos.	Cuenta con 3 salas museísticas y 46 exhibiciones, exposiciones temporales, talleres para niños y diversas actividades educativo-recreativas.
La Burbuja - Museo del Niño; Hermosillo, Sonora; 1994.	Organismo descentralizado del Poder Ejecutivo Estatal a través del DIF.	Cuenta con seis salas con 90 exhibiciones interactivas. Recibe más de 100 mil visitantes por año.
Museo de Ciencia y	Patronato de empresarios.	Cuenta con siete salas y 40 exhibiciones

Nombre; Ubicación; Fecha de Creación	Dependencia fundadora	Datos importantes
Tecnología de Saltillo "El Chapulin"; Saltillo, Coahuila; 1993.		museísticas, exposiciones temporales, talleres, club de astronomía y demostraciones. Atiende a aproximadamente 25 mil visitantes por año.
Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología "Descubre"; Aguascalientes, Ags.; 1996.	Creado por el Gobierno del Estado de Aguascalientes.	Cuenta con cuatro salas y 125 de exhibiciones, un área de exposiciones temporales, varios talleres y un área de realidad virtual, además de un teatro Omnimax.
Museo de Ciencia y Tecnología del Estado de Veracruz; Jalapa, Ver., 1992.	Gobierno del estado de Veracruz.	Cuenta con un teatro Imax, así como con 8 salas que contienen 182 exhibiciones. Tiene además espacios para exposiciones temporales y talleres. Es visitado por unas 150 mil personas al año.
Museo De La Luz; México, D.F.; 1996.	Universidad Nacional Autónoma de México.	Con 105 exhibiciones que ofrecen un enfoque pluridisciplinar a su tema central, la luz. Es visitado por casi 100 mil personas cada año; además, ofrece al público conferencias, talleres, demostraciones de ciencia recreativa.
Museo Sol del Niño; Mexicali, B.C.; 1998.	Auspiciado por el DIF municipal y con el apoyo de entidades tanto gubernamentales como privadas.	Ubicado en un parque de 2.5 hectáreas. Cuenta con 108 exhibiciones. Trabaja en forma conjunta con la Secretaría de Educación de la entidad.
Museo Tecnológico de la C.F.E.; México, D.F.; 1970.	Este museo de corte más tradicional que interactivo es considerado como el antecedente natural de los Centros de Ciencia mexicanos.	Se encuentra en el Bosque de Chapultepec. Es visitado por aproximadamente 500 mil personal al año.
Papalote - Museo del Niño; México, D.F.; 1993.	Institución privada creada por un patronato de empresarios, constituido como asociación civil.	Un promedio de alrededor de 4,000 visitantes diarios hacen uso de sus cinco áreas temáticas, que albergan más de 350 exhibiciones. Cuenta con un teatro Imax.
Papalotemovil - Museo del Niño; México, D.F.; 1996.		Es hasta ahora el único museo interactivo de tipo itinerante que opera en el país. Se ha instalado por varios meses en diversas ciudades de México, así como en Guatemala.

Nombre; Ubicación; Fecha de Creación	Dependencia fundadora	Datos importantes
Universum - Museo de Ciencias de la UNAM; México, D.F.; 1992.	Universidad Nacional Autónoma de México.	Universum es el museo interactivo más grande del país por sus doce salas y más de 700 exhibiciones. Es notoria la robustez de sus actividades académicas y educativas, que incluyen talleres, conferencias, cursos, teatro participativo, clubes de ciencia, etc. Cuenta además con un centro de información que ofrece servicios de biblioteca, videoteca y acceso a bancos de datos. Es visitado por casi 800 mil personas al año.

Tabla 2.2 Datos importantes de museos.

En México, el surgimiento de centros interactivos es relativamente reciente. Desde que el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad fue inaugurado en 1970 en la Ciudad de México, pasaron siete años para que fuera fundado en la ciudad de Monterrey el primer centro de ciencias mexicano de carácter verdaderamente interactivo: el Centro Cultural Alfa.

Después de un tiempo, se crearon varios centros interactivos, en un lapso relativamente corto, entre ellos el Centro de Ciencias de Sinaloa, Universum-Museo de Ciencias de la UNAM, Papalote-Museo del Niño y otros más. En julio de 1999, los museos y centros interactivos de ciencia en operación en México son los siguientes:

2.1.3 Factores de éxito de un Museo o Centro de Ciencias.

El Objetivo de los Museos de ciencias:

El objetivo principal de los Museos de Ciencias es comunicar ciencias, la comunicación en estos debe ser precisa, amena y clara, y se debe usar un lenguaje que sea entendible por todo el público. Cuando la gente visita los museos, asiste por diferentes razones, como son el divertirse o el aprender; la exhibición es un reto donde se tratará de comprender los temas presentados y entenderlos.

Teniendo en cuenta el bajo nivel de lectura de los visitantes, se deben utilizar otros medios que amplíen la información o la hagan más fácil de entender, como pueden ser grabaciones, videos o colores para cubrir el objetivo mencionado.

El Guía como divulgador:

La importancia del guía como divulgador del conocimiento científico, radica en que sus explicaciones son parte de la información e intercambio de ideas acerca de la ciencia. Él debe invitar al público a participar en la discusión e interactuar con los equipos.

Los descubrimientos, inventos y la ciencia en general son el resultado del

conocimiento del hombre sobre su realidad.

Para comunicar correctamente y sin ambigüedad el mensaje científico, es muy importante la claridad de los contenidos; en términos generales Claridad es “la expresión al alcance de una persona de cultura media... Conceptos bien digeridos, exposición limpia, es decir, con sintaxis correcta y vocabulario al alcance de la mayoría”

La interacción visitante-exhibición:

La interacción se refiere a un intercambio consensuado de acciones entre dos o más personas en un tiempo y espacio determinados, por lo que se debe promover o permitir un alto nivel de libertad en la interacción con las exhibiciones.

Ésta apoya al proceso educativo y permite desarrollar el propio conocimiento, por lo que debe ser una actividad libre y placentera.

Debe proporcionar la posibilidad de equivocarse, perderse en el camino, abordar el equipo en diversos sentidos, de manera que el visitante sea quien fije las reglas del juego.

El buen funcionamiento de los equipos:

Como hemos mencionado en este documento los visitantes en los Museos de Ciencias llegan con la expectativa de interactuar con equipos y descubrir su funcionamiento.

El que un equipo no funcione o no haga lo que se supone debe de hacer es frustrante para quien visita el Museo.

Si el objetivo de experimentar con los equipos no se cumple es muy fácil que el visitante se desespere y abandone el lugar, lo peor en estos casos es la divulgación negativa que haría por este concepto sobre el Museo visitado.

Clasificación de equipamientos didácticos.

Los Museos de Ciencias se apoyan en diferentes medios para comunicar y

hacer llegar la ciencia en sus diversas áreas. Entre los más destacados están los equipos interactivos, interactivos de computo, demostrativos y audiovisuales.

Equipos Interactivos

Su acción debe ser clara y precisa ya que nos van a ayudar a demostrar y ejemplificar ciertos fenómenos de manera eficaz, atractiva y divertida, transmitiéndonos ideas sensaciones y conocimientos.

Estos pueden ser operados por medios mecánicos por lo que deben permitir el movimiento deseado sin importar las capacidades físicas del usuario.

La manera de operar un equipo debe ser evidente a simple vista (las manivelas son para girar , los botones para oprimir, etc.), señalar de donde se tienen que asir las palancas . Es decir que quede claro la relación entre controles y efectos esperados. Para lograr esto es necesario utilizar controles con los cuales este familiarizado el usuario. Así como indicar el objetivo de cada control como jalar, girar, enciende, oprime, empuja, etc.

Además de que no representen ningún riesgo para los usuarios.

Los equipamientos alimentados con energía eléctrica deben tener una tierra física

Deben tener un interruptor eléctrico individual que permita su aislamiento durante las reparaciones.

Las partes eléctricas vivas deben estar fuera del alcance del público.

La pintura utilizada no debe contener azufre o derivados de cobre, ya que algunos niños besan equipamientos que representan figuras animales o humanas.

No deben presentar ángulos agudos o salientes. Todo lo que pueda tocarse debe ser liso y sin asperezas. Es importante evitar las rendijas o aberturas en las que puedan introducirse los dedos.

Las puertas de acceso al interior de los equipamientos deben estar cerradas con llave.

Cuando se usan cajas transparentes es conveniente sustituir el plástico acrílico por vidrio de buena calidad con revestimiento protector. Si no es posible utilizar vidrio, se debe emplear poli carbonato, que es más costoso pero más seguro.

Las instrucciones de manejo deben colocarse a la altura visual de los usuarios. Es conveniente prever un escalón para los niños.

Equipos Demostrativos

Estos equipos deben ser operados por personal capacitado, debido a que pueden ser costosos, delicados o donde se utilicen sustancias peligrosas, esto hace que el uso de dichos equipos no pueda ser interactivo, de ahí su nombre.

Equipos Interactivos de Cómputo

Debido a los adelantos tecnológicos, los Museos de Ciencia deben modernizarse constantemente. Una herramienta que se utiliza cada vez más son los sistemas multimedia interactivos para simular procesos industriales, técnicos o científicos.

Su manejo debe ser intuitivo y de fácil uso, se debe informar claramente qué acción se espera del usuario y qué opciones tiene.

También debe proporcionar indicaciones precisas para avanzar, retroceder, moverse a los lados y salir, ya que así el usuario continuará por más tiempo su exploración si sabe dónde está y cómo puede continuar.

Recursos Audiovisuales

En los MCI se utilizan diversos sistemas de audio y video, con los cuales se puede transmitir información de carácter científico para estimular la imaginación y curiosidad del visitante o para orientarlo y reforzar la imagen de la institución.

También se manejan Cápsulas, que son material didáctico, informativo de corta duración (de tres a cinco minutos) que transmiten una sola idea de manera

documental o de forma narrativa.

También se utiliza la Cédula Sonora, que es una pista de audio constituida por elementos como la narración, música, efectos ambientales o espaciales que proporcionan información al visitante de manera puramente sensorial.

La ventaja de los recursos audiovisuales es que nos pueden transportar a lugares inhóspitos como el cráter de un volcán en erupción, llevarnos al espacio exterior o al mundo submarino, nos puede mostrar en pocos segundos el desarrollo de las plantas o acercarnos a animales peligrosos. También nos pueden ilustrar acerca de los fenómenos naturales (terremotos, tornados, avalanchas, tormentas, etc.)

3. Problemática de las áreas de mantenimiento en los museos interactivos

3.1 Visión General del Funcionamiento de los Equipos Interactivos

3.1.1 Procesos y controles existentes

Existen diversos factores que orillan a los empresarios a hacer un replanteamiento de la manera en que están administrando sus empresas. Como se mencionó en capítulos anteriores, factores económicos y de mercado, han hecho que las empresas adopten medidas más audaces hacia su interior, implantando nuevas formas de administración, Downsizing, Just In Time (Justo a Tiempo), Mejora Continua, ISO 9000, entre otras. Desafortunadamente estas nuevas formas, poco o nada se han reflejado en la manera en que el mantenimiento es administrado, no es posible hablar de “Just in Time” sin confiabilidad de los equipos, ¿qué garantía como proveedor se tiene si los procedimientos de mantenimiento sólo son documentos muertos?, ¿cómo hablar de control total de calidad si el mantenimiento productivo total queda sólo en una buena intención?. Se ha observado la falta de personal capacitado para la administración del mantenimiento, existen genios en la reparación de equipos, pero desperdiciados por falta de planeación y descuido por parte de las empresas por no tener un sistema de administración del mantenimiento.

Se ha visto en las empresas un vacío en la realización de la gestión del mantenimiento. Existe una carencia en la definición clara, precisa, específica y sobre todo, de indicadores de respuesta para el factor control del mantenimiento.

Cualquier programa de “Mejora Continua” demanda el establecimiento de estándares de respuesta.

La gente de mantenimiento está cansada de hacer milagros, no es posible que sólo en las emergencias se acuerden que el grupo de mantenimiento es vital para las empresas.

3.1.2 Causas del mal funcionamiento de los procesos de mantenimiento

Aproximadamente un 75% de las empresas no llevan una adecuada gestión del personal asignado a mantenimiento⁶. Siendo lo más crítico que el sistema de contratación y reclutamiento del personal de mantenimiento no corresponde a las necesidades del área y que la rotación del personal es permanente.

Se han encontrado deficiencias en los métodos y procedimientos existentes para evaluar el desempeño del personal de mantenimiento y más aún, se encuentra que no existe algún conocimiento de normas y políticas que se relacionen con estas actividades. Por lo tanto una de las causas del mal funcionamiento de los sistemas de administración del mantenimiento es la falta de capacitación.

En cuanto a la administración algunas ocasiones no se encuentran programas de mantenimiento y los pocos que existen no describen procedimientos claros ni conocidos. En algunos casos se hacen más claros los programas de mantenimiento en equipos vitales, sin embargo las órdenes de trabajo en general no tienen un seguimiento riguroso, actuando sólo en situaciones de crisis implementando mantenimiento correctivo.

Otra causa de mal funcionamiento es el tener un modelo de inventario de refacciones poco eficiente. Esto es que el “stock” de refacciones está estimado sólo para las acciones cotidianas menores.

No basta con reconocer la importancia del mantenimiento sino que es necesario un cambio en los hechos, y para ello es menester un cambio en la cultura que rodea el

⁶ “Análisis Comparativo de la Gestión del Mantenimiento Industrial en México”, México, 2000. M. en C. Manuel Madrigal Romero, Ing. Sergio Alonso Rosales de la Vega, M. en C. Rebeca González Apaolaza.

mantenimiento, desde el dueño, directivos, mandos medios y hasta las operarios, donde más afecta a los procesos de mejora es en los dos primeros niveles.

3.1.3 Causas de Fallas en los Equipos Interactivos

Un equipo puede estar conformado por diferentes sistemas dependiendo de la complejidad con la que se quiera presentar el fenómeno, mientras más espectacular se quiera la demostración llevará más sistemas.

Mientras más sistemas conformen a un equipo hay más posibilidades de presentar fallas, debido a que si llegara a ocurrir un problema en el funcionamiento de uno de estos sistemas es probable que el equipo quede fuera de servicio o tal vez siga funcionando de manera incorrecta además de acarrear fallas al resto de los sistemas que integran el equipo.

Mal uso de los equipos por parte de los visitantes.

Exceso de iniciativa por parte del visitante

- A menudo en los MCI, los visitantes no buscan las instrucciones del manejo que se debe de dar a los equipos y comienzan a operarlos como suponen o imaginan que pudieran operar, esto es, al llegar al equipo, lo primero que hacen es oprimir botones, mover palancas, tratar de hacer funcionar el equipo con el fin de ver qué pasa, qué se mueve, o qué sucede, esto ocasiona que de entrada exista una mala operación en los equipos, al no lograr su funcionamiento correcto, entonces buscan las instrucciones de uso.

Falta de instrucciones

- En muchas ocasiones en los MCI es visto que los equipos carecen de cédulas de información e instrucción, esto hace que el visitante se vea obligado a operar el equipo sin saber cómo usarlo, ocasionando el mal funcionamiento de estos, dando la sensación al visitante de que el equipo no funciona, además de que éste no se da cuenta y no conoce para qué es el equipo o cuál es su tarea.

Instrucciones inadecuadas

- También es visto en estos museos que cuando si existen instrucciones de uso en los equipos éstas son poco claras desorientando al visitante y guiando al usuario a hacer un mal uso de tales equipos, pudiendo provocar descomposturas en éstos.

Visitantes con espíritu de Vandalismo

- Hay personas de todas edades que tienen una mala formación, educación y falta de respeto a los demás, tratando de hacerse el “chistoso” o “lucirse” ante sus compañeros haciendo un mal uso de los equipos o queriéndose llevar partes como recuerdo, ocasionando descomposturas en estos, como ejemplos de vandalismo tenemos: Hacen ralladuras, rompen cosas, roban objetos o partes, practican graffiti, desconectan partes eléctricas o mecánicas.

Diseño inadecuado

Una de las causas principales por las que llegan a fallar los equipos, es el diseño inadecuado de estos lo que dificulta su uso o fin para el que fue diseñado y además de no permitir que el mantenimiento en lo equipos sea más accesible o fácil de llegar a los componentes que suelen fallar continuamente, esto es que cuenten con el espacio suficiente tanto para su funcionamiento como para recibir labores de mantenimiento con facilidad y rapidez.

Cuando nos encontramos con algún tipo de fallas en el diseño también se puede llegar a perder la seguridad de los equipos, pues con las partes filosas, con los salientes, con equipos no aterrizados correctamente, con materiales o sustancias que son nocivas para la salud del público inhalándolas o por contacto directo y con un difícil acceso a piezas internas que fallen de forma continua

Claridad en la cédula de información

Debido al mal uso de los equipos estos pueden empezar a fallar, a deteriorarse

o quedar totalmente fuera de servicio por lo que dentro de la parte del diseño están las cédulas, las cuales deben de ser bastante claras y sencillas para todo el público, las instrucciones de manejo deben colocarse a la altura visual de los usuarios ya sea que pertenezcan al equipo o muy cerca de éste.

Fallas por Falta de Materiales de Consumo

Son los elementos en que usan los equipos para demostrar diferentes fenómenos, pueden ser hojas de papel, agua, jabón, arena, canicas, baquetas, focos, etc.

La falta en estos materiales nos lleva a fallas que son graves y prácticamente son por descuido o una mala planeación y dejan fuera de servicio el equipo. Son errores que se pueden corregir o reparar rápidamente debido a que por la naturaleza de estos elementos su reposición puede ser inmediata y accesible.

Falta de refacciones

Muchas de las veces al inadecuado diseño de los equipos hay que agregar la falta de refacciones y/o la dificultad para adquirir o fabricar algún elemento o componente de los equipos, en algunas ocasiones se carece del “stock” mínimo necesario para las probables fallas.

En ocasiones para reparar un equipo se utilizan las refacciones o herramientas inadecuadas que en un principio pueden dar resultado y quedar temporalmente funcionando el equipo esto trae como consecuencia que al paso del tiempo se presenten fallas no solo en el componente que se improvisó sino en el resto de los elementos que conforman al equipo.

Espacios para dar mantenimiento al equipo

La falta de un área adecuada para dar el mantenimiento a equipos o elementos que lo conforman que por su estado sea imposible repararlos en las salas de exhibición contribuye a un deficiente desempeño o funcionamiento; aunque muchas veces se cuente con esta área la falta de herramientas y máquinas hacen que la reparación de los equipos sea más tardada y deficiente.

Problemas de comunicación

Al hablar de problemas de comunicación se hace referencia a todos los problemas que se ocasionan en la transmisión de un mensaje entre un emisor y un receptor, por cualquier medio, sea oral o escrito.

Se pudo observar que cuando existe un reporte de falla se presentan problemas de comunicación como:

- El mensaje no es claro
- Se describe la falla con deficiencia
- Se piensa que está fallando cuando es una mala operación
- En lugar de solicitar un servicio de revisión se exige una reparación.
- La manera de expresión entre los compañeros se torna agresiva y con prepotencia.

Todo esto hace que no se de a tiempo un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo y por consecuencia se incrementan las fallas.

3.2 Muestreo de fallas

3.2.1 Muestra de equipos

Se eligió analizar equipos que comúnmente se encuentran en los Museos de Ciencia Interactivos, debido a que ejemplifican leyes físicas como el movimiento y la electricidad, y la relación que presentan en la vida cotidiana en fenómenos naturales. Al ser interactivos, tienen un mayor uso y propensión al desgaste y a fallar, por lo que son sujetos a un mantenimiento constante.

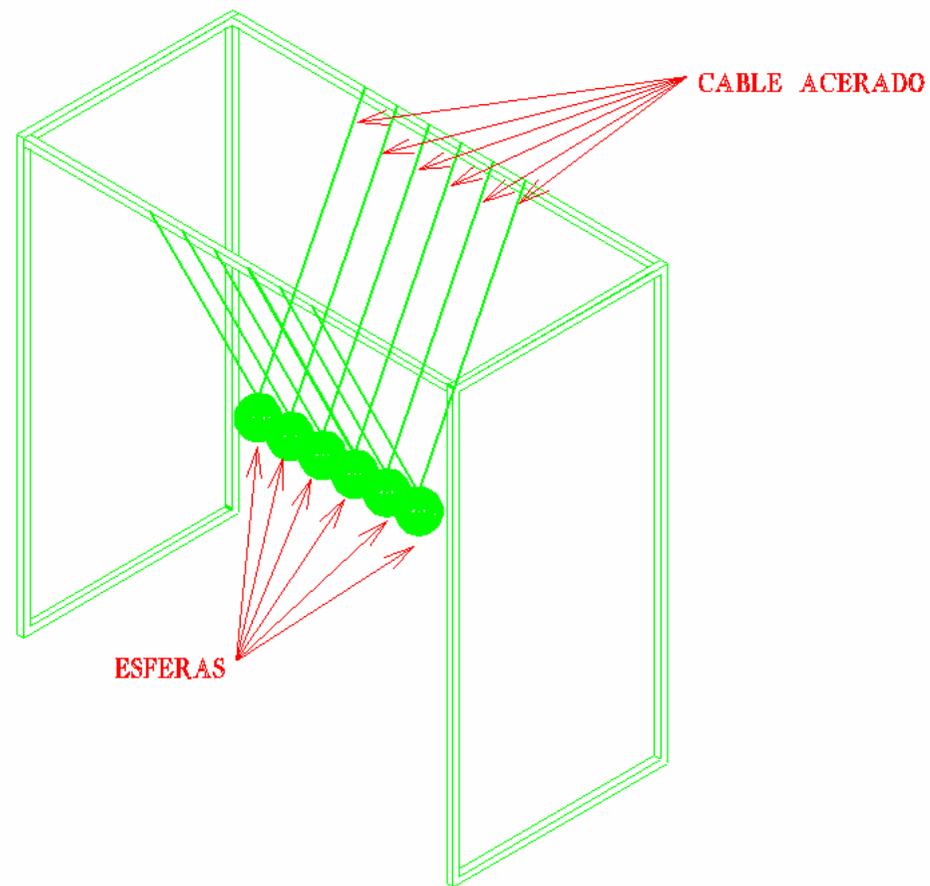
3.2.2 Fallas en equipos electromagnéticos y de movimiento

A continuación se presentan siete equipos que cumplen con las características antes

mencionadas, en estas tablas se evalúan las fallas que presentan, sus características y medidas correctivas, obtenidas mediante investigaciones realizadas con entrevistas a personal de mantenimiento en museos de México.

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y Posibles causas	Correcciones
Esferas de Newton	Mecánico	Esferas	Esferas desalineadas	Debido a cables rotos o flojos	Tensar los cables hasta que todas las esferas queden a la misma altura
		Cable acerado	Cable de acero dañado	El cable se rompe por el peso que soportan y el movimiento de las esferas	Cambio de cable

Tabla 3.1 Datos de las esferas de Newton.



ESFERAS DE NEWTON

Figura 3.1 Esferas de Newton.

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y posibles causas	Correcciones
Péndulo	Mecánico	Barra roscada	Desde sistema inestable hasta posible caída	Desajuste entre barra lisa y barra roscada por prisionero flojo	Ajuste del prisionero para que la masa no se deslice sola
		Barra	Péndulo desatomillado	Conexión floja entre balero y barra por prisionero que ajusta la cuerda	Ajuste del tornillo con la cuerda y el prisionero
		Masa deslizante	La masa no se detiene en una posición	La masa no se detiene, debido a que el prisionero, se afloja.	Ajuste del prisionero.
	Eléctrico (Cronómetro)	Microswitch	Cronómetro no funciona	Daños en el mecanismo, debido a falso contacto en microswitch	Revisión y corrección de conexiones; y de microswitch
		Botón pulsador		El boton se traba o se rompe	Cambio de botón
		Componentes electrónicos		Funcionamiento irregular por algún elemento del circuito del cronómetro	Revisión y cambio de piezas que estén dañadas
		Gomas protectoras de los costados		Gomas gastadas	Sufren desgaste debido al choque de la masa con éstas

Tabla 3.2 Datos del Péndulo

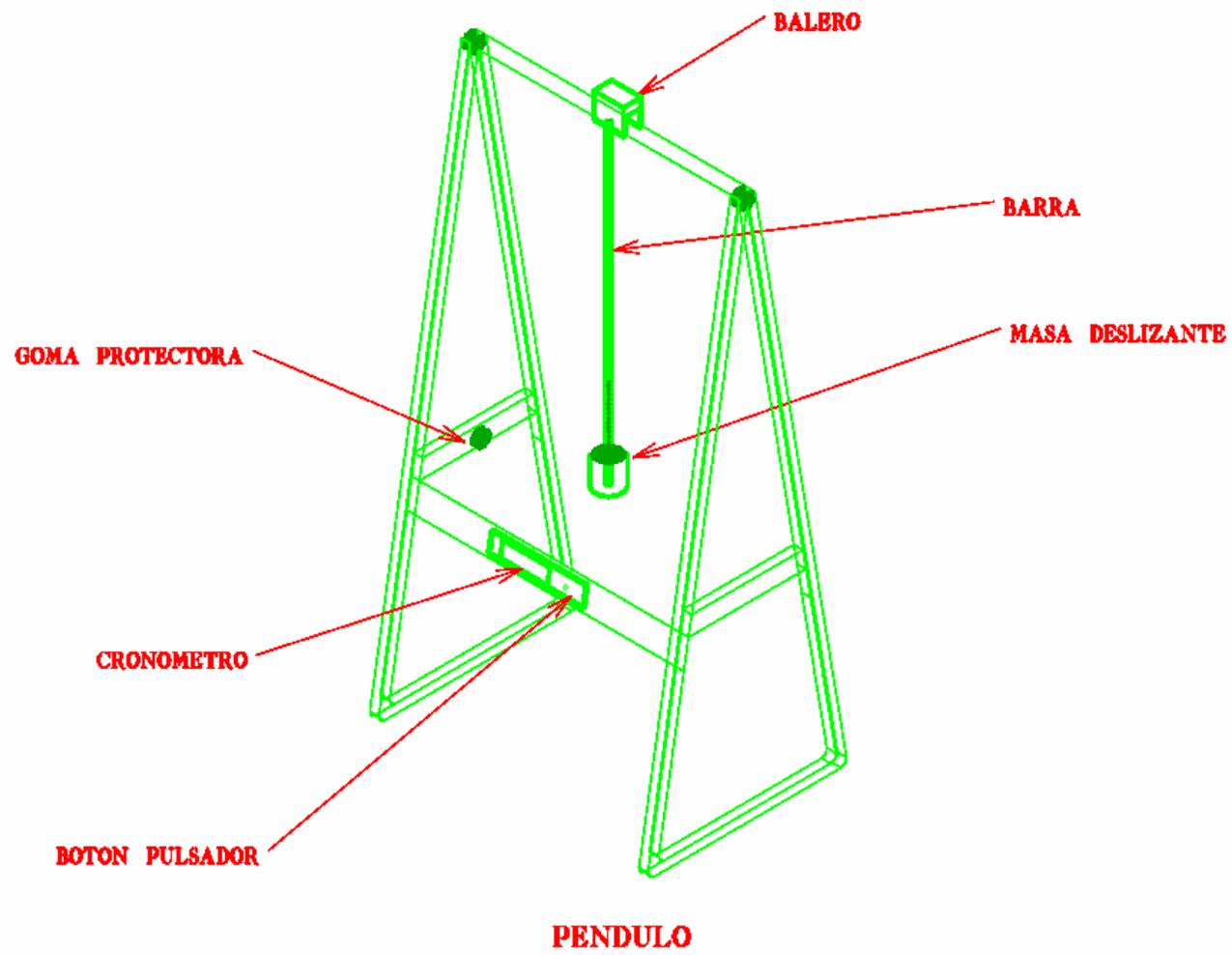
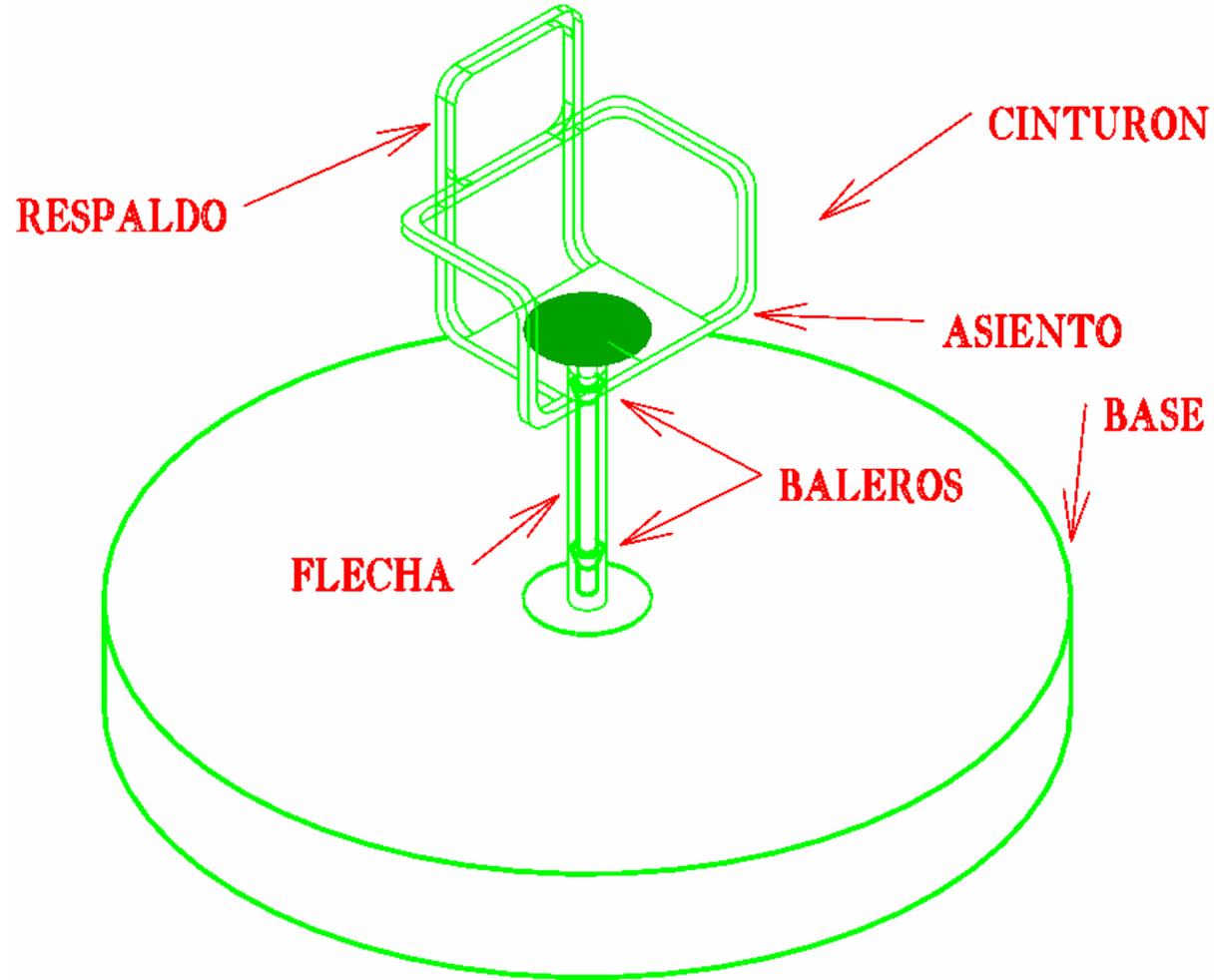


Figura 3.2 Péndulo.

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y posibles causas	Correcciones
Silla giratoria	Mecánico	Cojinetes de la silla	La silla no gira	La flecha se sale de los cojinetes	Colocar la flecha en los cojinetes,
		Silla	Mal aspecto	El forro del respaldo y el asiento se desgastan	Cambiar forro del respaldo y asiento
	Otros	Cinturón de seguridad	Se tuerce	Se aflojan los tornillos que lo sujetan a la silla	Ajustar tornillos
		Rueda de bicicleta	No gira	Se rompen las protecciones laterales	Cambiarlas

Tabla 3.3 Datos de la Silla Giratoria.

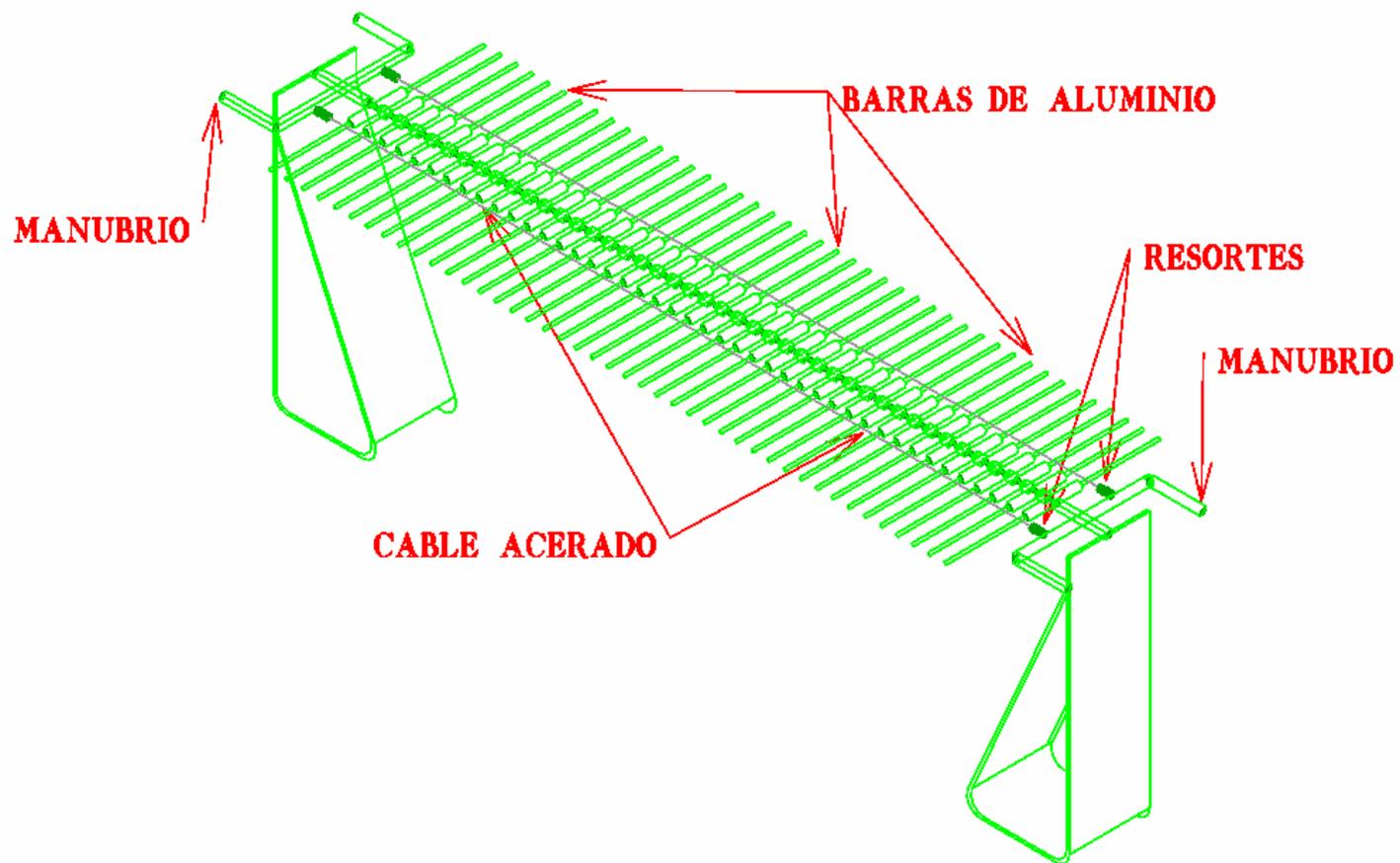


SILLA GIRATORIA

Figura 3.3 Silla Giratoria.

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y Posibles causas	Correcciones
Ondas manuales	Mecánico	Barras de aluminio		Faltan varillas de aluminio debido al desgaste que tienen éstas con el cable acerado, llegan a romperse	Cambiar varillas gastadas y colocar las que faltan
		Manubrios	No hay la tensión suficiente en los cables que mueven la varillas	Deslizamiento de los manubrios hacia el centro del equipo	Colocarlos en su posición original y apretar los prisioneros de los coples que impiden su desplazamiento
		Cable acerado	No se nota el efecto deseado	Cable acerado roto	Colocar una extensión a partir de donde se presenta la ruptura hacia el resorte más cercano
		Resortes	Pérdida de tensión en los cables acerados	Resortes fuera de su posición	Colocar resortes nuevos o cambiarlos de argollas para mejorar la tensión
		Cables tensores que mantienen alineado el eje de las barras	El equipo esta desnivelado	Cable de los tensores roto	Cambio de cable para tensarlo de nuevo y dejar el eje en posición horizontal

Tabla 3.4 Datos de Ondas Manuales.



ONDAS MANUALES

Figura 3.4 Ondas Manuales

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y Posibles causas	Correcciones
Aparatos de olas	Mecánico	Paleta impulsora	La fuerza con la que la paleta mueve el agua no es la adecuada	Trabajando con una velocidad no deseada debido al desajuste del control.	Colocar la perilla del controlador en la posición correcta para que la paleta empuje el agua de forma adecuada
	Eléctrico	Motor	No arranca el motor	Falso contacto en el botón	Revisión de conexiones y cambio de microswicht en caso de que este dañado
		Control de velocidad		Control de velocidad apagado o	Cerrar el interruptor de control de velocidad
		Botón de arranque		Botón pulsador con falsos contactos	Revisión de conexiones y en caso necesario cambiar el interruptor.
	Otros	Tanque o deposito de agua	Agua sucia	Tanque con objetos y basura	Limpieza del tanque y cambio del agua
			Nivel de agua	El nivel de agua disminuye debido a la evaporación y por fugas en la tubería de desagüe.	Agregar agua y asegurarse que la válvula de desagüe esté cerrada

Tabla 3.5 Datos de Aparato de Olas

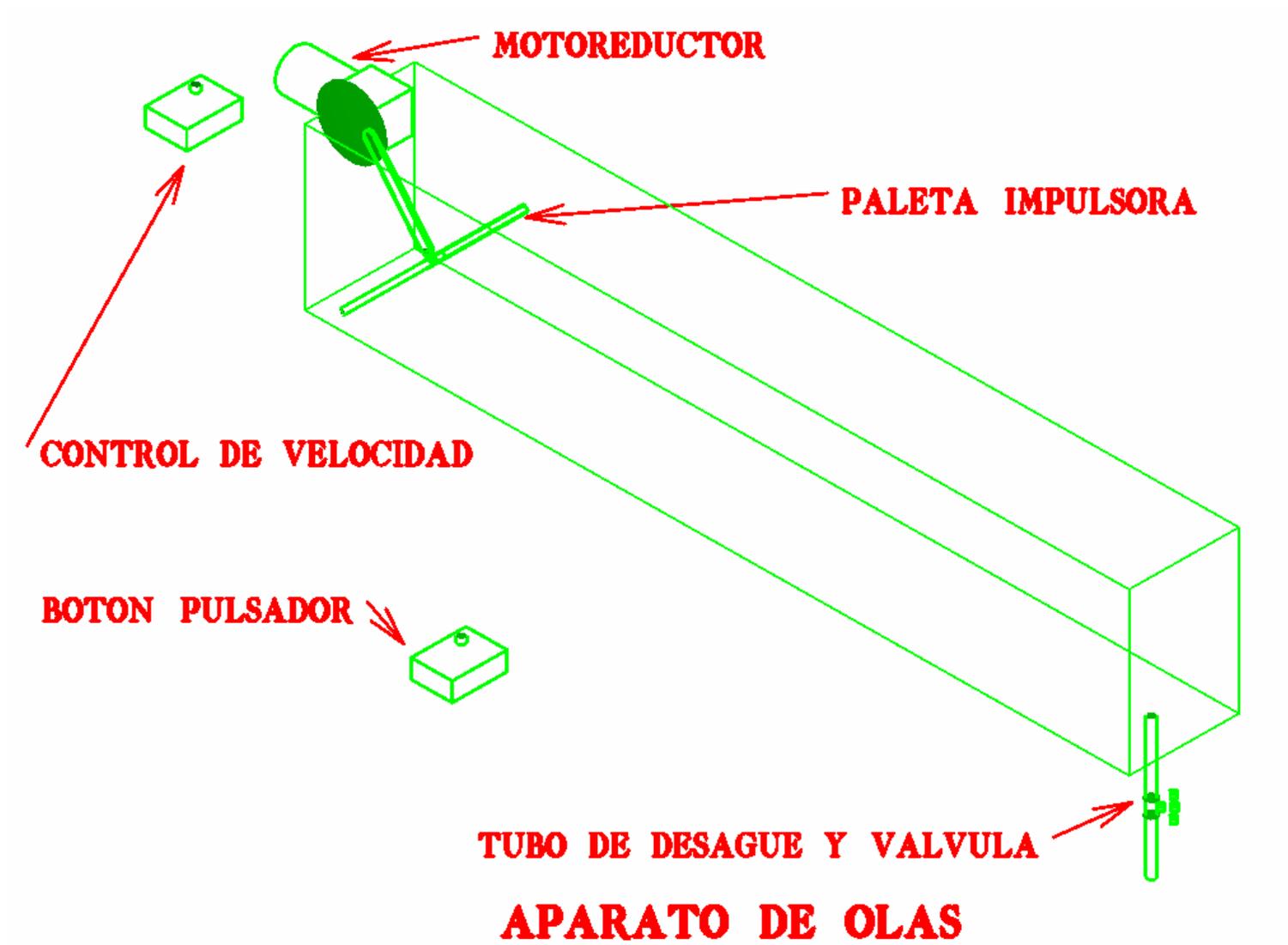
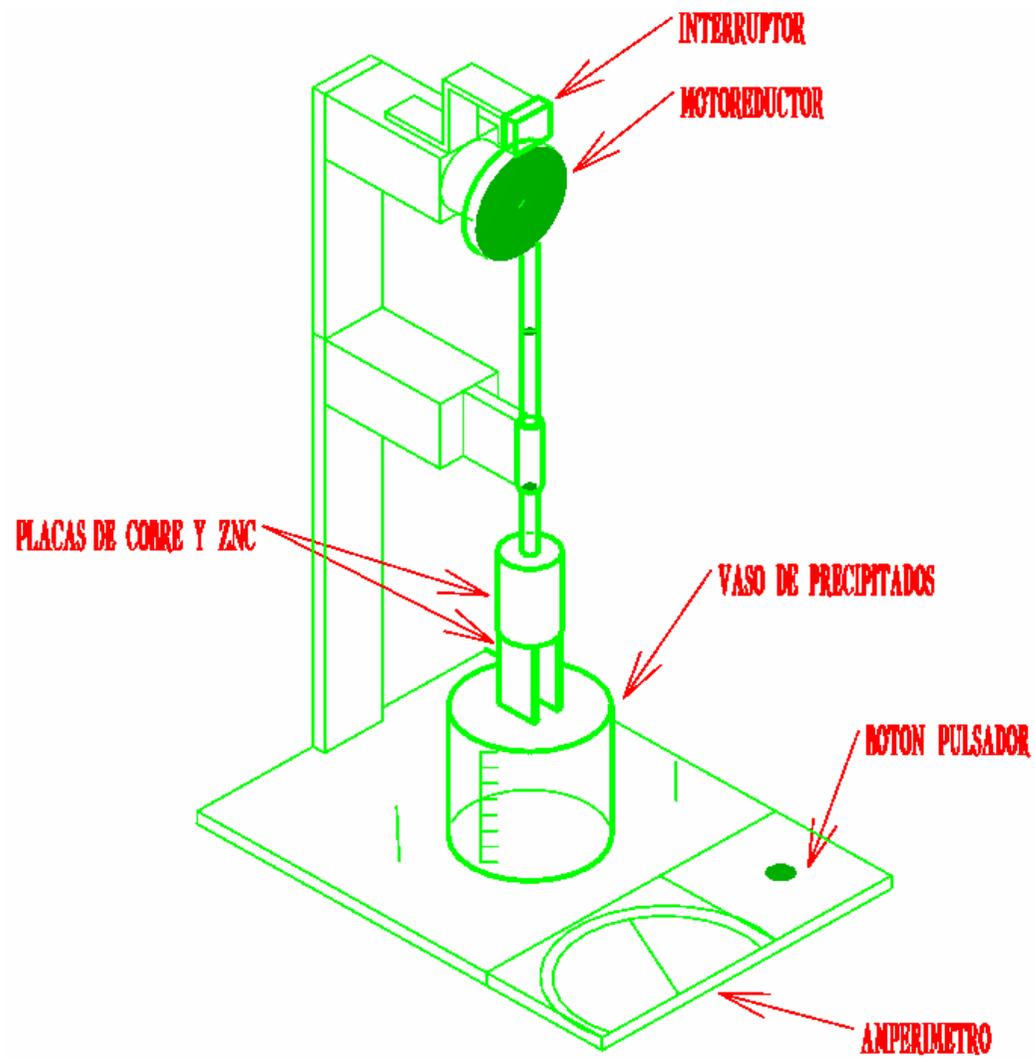


Figura 3.5 Aparato de Olas

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y Posibles causas	Correcciones
Pila electroquímica	Mecánico	Leva	No tienen un buen desplazamiento	Falta de lubricación	Lubricar el buje para evitar la fricción
		Moto reductor	El motor no arranca	Se dañan los engranes	Cambiar el motorreductor
	Eléctrico	Interruptores	El motorreductor no arranca	Falsos contactos en los microswicht de paro y arranque	Revisión de conexiones y cambio de microswicht cuando se dañan
		Botón pulsador	El amperímetro no marca	El botón de arranque se traba	Cambio de botón
		Amperímetro		Daño en el amperímetro	Cambio de amperímetro
		Placas de aluminio y zinc		Falso contacto Por la corrosión que sufren las placas por el contacto con el ácido	cambio de placas. Revisión de todas las conexiones
	Otros	Ácido sulfúrico		Disminuye su nivel	Agregar ácido para que cuando bajen las placas éstas se sumerjan en él.

Tabla 3.6 Datos de Pila Electroquímica.



PILA ELECTROQUIMICA

Figura 3.6 Pila Electroquímica.

Equipos	Sistemas	Componentes	Síntomas	Fallas y Posibles Causas	Correcciones
Van de graaff	Mecánico	Rodillos	La esfera no carga	Rodillos sucios	Limpieza de rodillos
		Banda de látex		Banda rota	Se cambia la banda
		Cilindro soporte de esfera		Con exceso de humedad en su interior.	Calentar el aire por medio de unos reflectores.
	Eléctrico	Controlador de velocidad	No arranca	Desajuste del reóstato que controla la velocidad del motor	Ajustar la velocidad del motor hasta adecuado acumulamiento de cargas
		Centro de carga		Centro de carga abierto	Revisar y cerrar
		Ctrl. de paro y arranque		Falsos contactos	Revisión de todas las conexiones
		Relevador	Arranca y no se detiene	Contactos flameados	Abrir interruptor principal del centro de carga, y cambiar el relevador
		Peines	No carga	Falsos contactos; Peines separados de los rodillos	Acercar los peines a la banda, sin tocarla
		Fuente de alto voltaje		Algunos de sus componentes electrónicos dañados	Cambio de fuente
		Esfera de acumulación de cargas		Falsos contactos. Con polvo en la superficie	Revisión de conexiones. Limpieza de la esfera.
		Esfera a tierra		No descarga	Falso contacto

Tabla 3.7 Datos del aparato de Van Der Graff

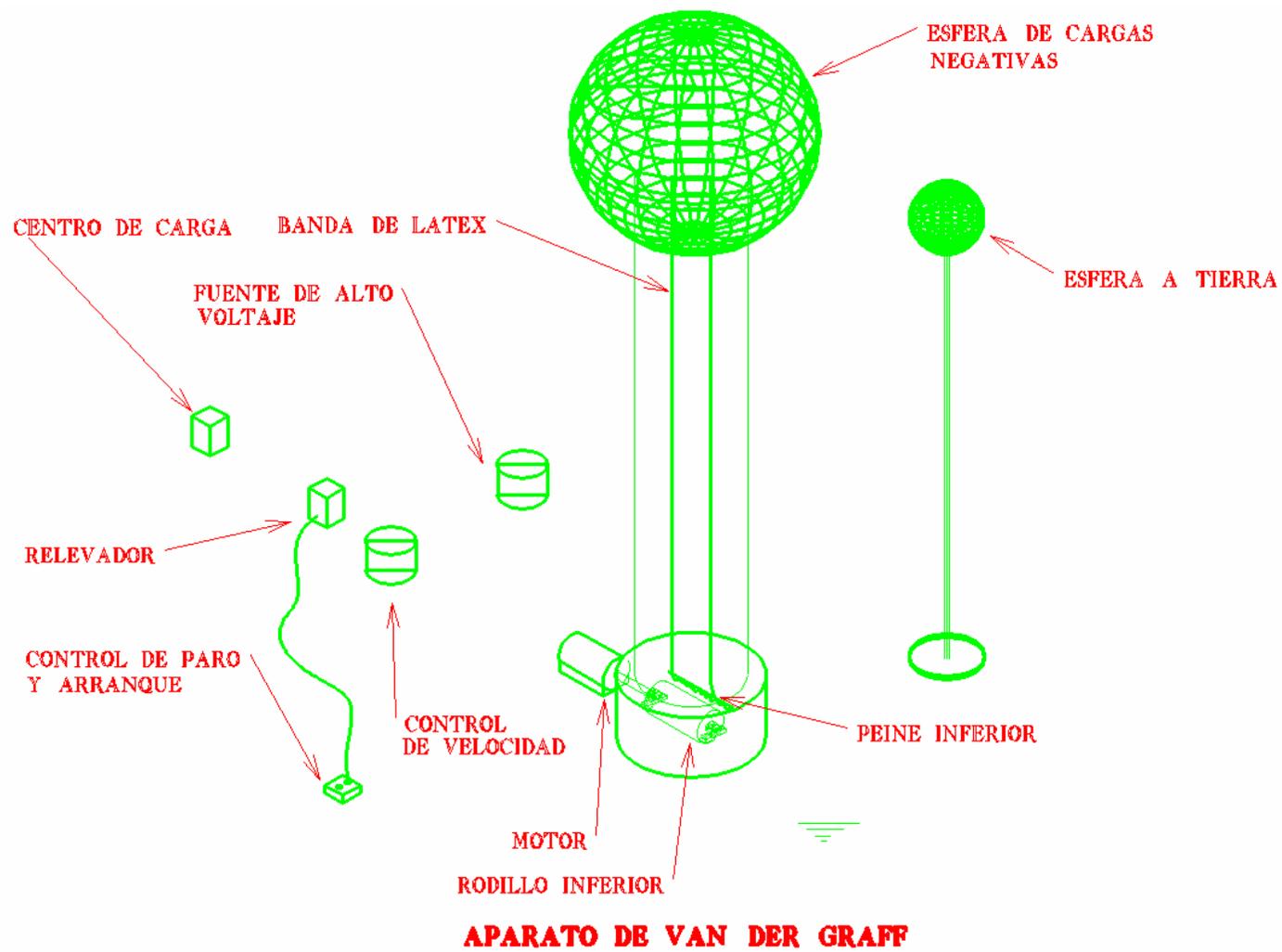


Figura 3.7 Van Der Graff

Analizando la información anterior, se puede observar de los distintos tipos de fallas, que pueden dejar el equipo con un funcionamiento irregular o definitivamente fuera de servicio.

El análisis de la información recopilada, permite identificar, que ciertos tipos de fallas se presentan en determinado intervalo de tiempo, por lo que se puede actuar de manera anticipada. Por otro lado, existen fallas inesperadas, que se presentaron en tiempos irregulares y sin razones aparentes.

Lo anterior está estrechamente relacionado con los niveles óptimos de stock y el tipo de mantenimiento a realizar, pudiendo ser del más sencillo al más complejo.

3.2.3 Niveles de servicio de equipos en museos interactivos

En base a la evaluación llevada a cabo en uno de los museos de México, sobre el desempeño de equipos de tipo electromagnético y mecánico, realizada durante un año, se detectaron equipos con funcionamiento irregular y sin funcionar, dentro y fuera de sala, esta información se presenta en las siguientes gráficas.

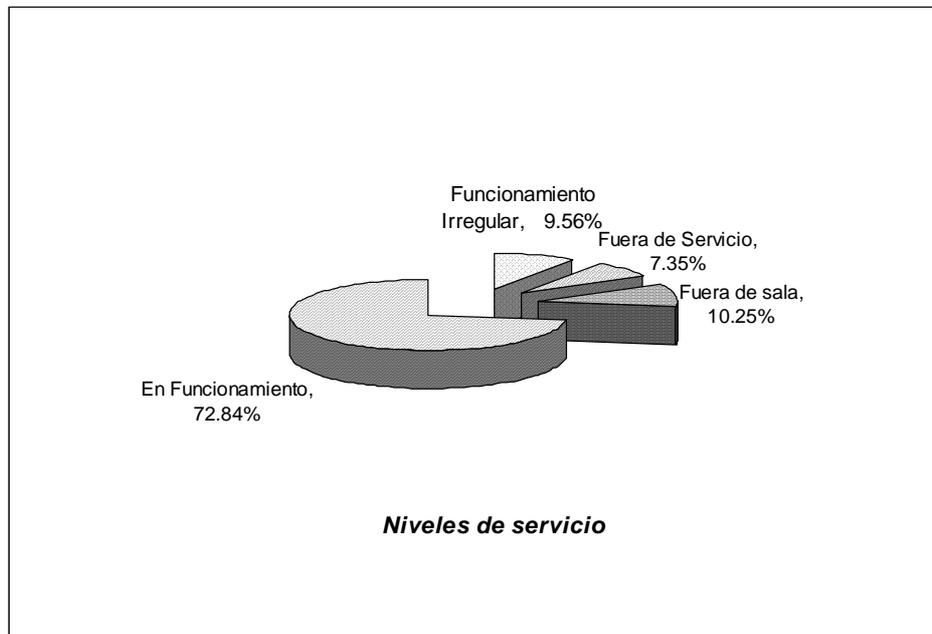


Figura 3.8 Niveles de Servicio.

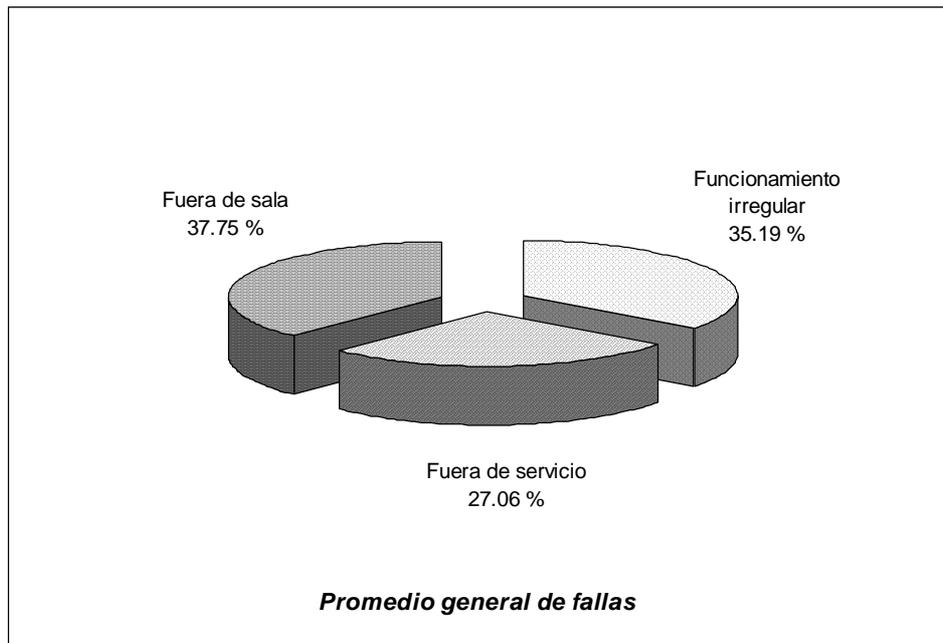


Figura 3.9 Promedio general de fallas.

Las gráficas anteriores nos permiten observar que nuestra mayor área de oportunidad es subir el nivel de servicio que actualmente está en el 74% y son los equipos que están fuera de servicio y con fallas irregulares, lo que nos indica que hay mucho más mantenimiento correctivo que preventivo. Es importante mencionar que toda esta información no existe en la mayoría de los museos.

4. Generación y Evaluación de Alternativas

4.1 Diagnóstico específico

De acuerdo a la información presentada en el capítulo anterior, podemos concluir que si bien en algunos Museos existen áreas de Mantenimiento, dejan mucho que desear, se puede observar que existe personal desmotivado, falta de planeación, carencia de registros y bitácoras y mucho menos existen procesos y políticas formales que puedan ayudar a administrar el mantenimiento de una forma estructurada y productiva, trayendo consigo una comunicación deficiente que complica el corregir las fallas oportunamente y a la vez a que el almacén tenga refacciones y stock adecuado para el mantenimiento.

Es necesario reconocer y dar solución a los niveles de servicio de los Museos de Ciencia Interactivos, ya que el buen servicio al visitante de estos museos, la imagen ante él y la seguridad pueden ser en gran medida resultado de un buen manejo de la gestión del mantenimiento.

Si una falla tiene serias consecuencias, se hará un gran esfuerzo para intentar evitarla y si se tienen consecuencias leves, quizá decidamos hacer solamente un mantenimiento simple de limpieza y lubricación básica. Lo importante en los museos interactivos es evitar o reducir las consecuencias de fallas.

4.1.1 Costos altos por falta de un adecuado mantenimiento

Los Costos de mayor importancia y cuyo estudio justifica una inversión para la administración del mantenimiento son:

Costos de Mano de Obra

En Latinoamérica el promedio de la productividad de la mano de obra se encuentra entre un 25% a un 35%.

Esto debido a las pérdidas de tiempo producidas por Horas Hombre (HH):

HH en espera de materiales,

HH en espera de detención de los equipos,

HH en espera de equipamiento rentado a terceros,

HH en espera de que otras áreas, terminen sus actividades,

HH perdidas en "apagar incendios".

Costos de Repuestos y Materiales para los equipos

En muchas de las compañías, pueden llegar a generarse niveles de inventario de un 30% mayor a los necesarios, cifra que puede reducirse con el uso de un Sistema de Administración del Mantenimiento eficiente, a un 10% ó 15% manteniendo niveles de servicio del 95%. Con administraciones inteligentes del inventario y por consiguiente de las compras de la compañía, se podría también llegar a reducir un 19% los costos de material, por mejores descuentos a cambio de proyecciones de compras estables en el tiempo.

Costos de Paradas del equipamiento no planificadas

La detención de una planta, o el caso de los museos interactivos el cierre total o parcial de salas, para realizar mantenimiento, significa descontento del cliente o visitante, lo cual puede desmotivar la idea de una próxima visita o una buena recomendación que impacta finalmente en pérdidas de clientes y una mala imagen difícil de eliminar con el tiempo. Por tal motivo, mientras menor sea el tiempo de estas paradas o cierres de salas, mayores serán las oportunidades de cumplir el objetivo de estos museos.

Una ejecución eficaz de un programa de Mantenimiento Preventivo podría significar disminuir estos eventos en un promedio de 20%.⁷

⁷ Cifras proporcionadas por el Ingeniero Alfredo Sabioncello Viviano, Account Manager de MAXIMO, software de administración del mantenimiento.

4.2 Alternativas de solución

Para atender y dar solución a la problemática del mantenimiento en los Museos Interactivos, mencionada en el capítulo anterior, se presentan una serie de alternativas, lo importante, de acuerdo a lo que menciona el Ing. Jesús Ávila, presidente de la Asociación Mexicana de Mantenimiento, es “ver al mantenimiento como una inversión y no un gasto para las empresas, actividad sin la cual no hay calidad”.⁸

A continuación se enumeran algunos de los tipos de gestión de mantenimiento de mayor importancia y más adelante se hace un mayor análisis de cada uno de estos.

Exclusivamente Mantenimiento correctivo

Proveedor externo de mantenimiento

Mantenimiento Basado en Riesgo. (MBR)

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (MCC)

Optimización Integral de Mantenimiento. (OIM)

Mantenimiento Productivo Total. (MPT)

Ahora se analiza cada una de estas alternativas para finalmente concluir con la opción propuesta.

4.2.1 Exclusivamente Mantenimiento Correctivo

Esta alternativa sugiere solamente dar mantenimiento correctivo; como se mencionó anteriormente, el mantenimiento correctivo es cuando se repara una falla que ha ocurrido y normalmente la reparación de ésta es urgente. Cabe mencionar que esto va a suceder hasta que los elementos presenten la falla y dejen el equipo fuera de servicio con las consecuencias ya mencionadas.

⁸ II foro de mantenimiento e industria de datastream

Este mantenimiento se puede llevar a cabo de las siguientes formas y esto dependerá de las políticas y estándares de calidad de cada empresa.

Cuando la reparación de la falla requiere de refacciones.

Hay fallas que se presentan en los elementos de los equipos que para repararlas es necesario reemplazar piezas.

Si el Museo de Ciencia Interactivo cuenta con inventario de refacciones.- Hay museos que de acuerdo a la experiencia y conocimiento de los equipos, adquieren con anticipación elementos que saben se necesitarán en algún momento dado para que la reparación se pueda realizar de inmediato ayudando al tiempo de reparación de manera que el equipo esté nuevamente en servicio a la brevedad posible.

Cuando el Museo de Ciencia Interactivo no cuenta con inventario de refacciones.- En algunas ocasiones se desconoce qué elemento es el que va a fallar y por lo tanto no se tienen refacciones; también hay museos que por las características de su administración, deciden no tener inventario alguno, esto nos lleva a un mayor tiempo en la reparación de la descompostura debido a que habrá necesidad de solicitar la compra al departamento correspondiente y esperar la llegada de las refacciones y muy probablemente hasta la programación y ejecución del mantenimiento, haciendo que el equipo no cumpla con su objetivo dentro del museo por un tiempo, afectando la imagen del museo ante el visitante como ya se mencionó.

Cuando la reparación de la falla no requiere de refacciones.

Se pueden presentar fallas cuyo mantenimiento correctivo precise básicamente de ajustar piezas, es decir, el equipo puede quedar fuera de servicio y en el momento en el que estén trabajando los mantenedores en este equipo se van a percatar que no es necesario cambiar todo el elemento, que con un ajuste, el equipo va a volver a funcionar y seguirá cumpliendo con su objetivo dentro del museo.

El mantenimiento correctivo siempre va a estar presente, lo que generará ventajas o desventajas es la forma en que se ataque este tipo de fallas, la rapidez en la respuesta y el personal con el que se cuente. Para

aquellas fallas predecibles o periódicas, hay otros tipos de mantenimiento más recomendables sin embargo hay museos que eligen sólo dar mantenimiento correctivo, con las consecuencias que esto conlleva.

Este tipo de mantenimiento suele ser más tardado y más costoso por las refacciones que se compran sin planeación y en cantidades exactas, al ser éstas mínimas, no es posible aprovechar descuentos por volumen, la urgencia es otro factor que encarece el material, cabe mencionar que la mayoría de los Museos Interactivos compran en base a presupuestos y estos pueden ser excedidos por no poder negociar de manera oportuna las adquisiciones.

Además de lo mencionado en el párrafo anterior, es necesario resaltar otro factor de riesgo al sólo realizar mantenimiento correctivo, es tener un mayor deterioro de los equipos, pues una falla sencilla de prevenir, se puede convertir en un daño mayor en el equipo al dejarla suceder, complicando su corrección y dejando el equipo fuera de servicio por un periodo más largo.

4.2.2 Proveedor externo de mantenimiento

El uso de recursos exteriores o subcontratos (outsourcing o tercerización) es una estrategia de administración que consiste en la transferencia a terceros de ciertos procesos complementarios que no forman parte del giro principal del negocio. Esto es, acudiendo a una agencia de servicio externa para operar una función que anteriormente se realizaba dentro de la compañía, sin que esta tenga responsabilidad en la administración o manejo de la prestación del servicio, la cual actúa con plena autonomía e independencia para atender a diversos usuarios.

La contratación de servicios especializados ha sido siempre fundamental en la función de ingeniería de planta. En las décadas recientes, el mantenimiento por contrato —contratación externa de la mayoría o la totalidad de los servicios de mantenimiento en la planta— ganó algo de preferencia en ciertas situaciones.

Pero esa tendencia pareció acelerarse a finales de los años ochenta y los noventa, cuando las empresas se lanzaron frenéticamente al proveedor externo para reducir sus nóminas y enfocarse en lo que eran competitivas. Razones para subcontratar y para no subcontratar.

Hay varias razones por las que una compañía elige contratar diversas actividades o funciones fuera de nómina. Obviamente, mientras se puedan obtener más ventajas, más aconsejable será recurrir a esta práctica.

Razones para subcontratar:

Alcanzar la efectividad enfocándose en lo que la empresa hace mejor. La gerencia puede dedicar tiempo y atención a los quehaceres medulares. El contratista asume la responsabilidad de las operaciones y de la administración de cada día.

Mejorar el rendimiento organizacional a través de una mayor productividad, mejor calidad, entregas más confiables y a tiempo, ciclos de tiempo más rápidos, mejoramiento de la utilización de los recursos, mayor disponibilidad y mayor rendimiento.

Transferir el costo de los empleados (incluyendo los beneficios que por ley se les otorga) y los gastos gerenciales al proveedor.

Convertir los costos fijos en costos variables.

Reducir inversiones en equipo, inventarios, personal, entre otros, para utilizar esos recursos para otros propósitos.

Recibir ideas innovadores para mejorar el negocio, los productos, los servicios, entre otros.

Mejorar la credibilidad y la imagen corporativa a través de la asociación de proveedores grandes.

Manejo más fácil de las funciones difíciles o que están fuera de control

Disposición de personal altamente capacitado

Razones para no subcontratar:

Mantener los puestos de trabajo para evitar que la lealtad de los

empleados que siguen en la empresa baje, manteniendo el compromiso con la comunidad.

Baja de la moral de los empleados en general (no solo para los que fueron tercerizados).

Perder el control sobre el proveedor.

Depender de los proveedores.

Perder la confidencialidad.

Temor a que los contratistas se expandan dentro de la empresa.

Ventajas y desventajas de la subcontratación.

Ventajas:

Permite a la empresa responder con rapidez a los cambios del entorno.

Especialización por tareas en función de los servicios prestados.

La responsabilidad de las empresas contratantes de servicios al establecer controles de calidad adecuados a través de criterios y sistemas de evaluación establecidos conjuntamente con los prestadores de estos servicios.

Es inevitable un nuevo enfoque del sistema de costos para poder evaluar claramente la disminución de los costos en los procesos tercerizados.

Un mayor entrenamiento y desarrollo profesional para los empleados dentro de las empresas prestadoras de servicios, así como, transferencias de tecnología para los funcionarios de las empresas contratantes y / o para las empresas contratistas.

Una disminución del desperdicio.

La revalorización de los talentos humanos.

La agilidad en las decisiones se refuerza con la tercerización.

Aprovechamiento de los espacios físicos y revalorización de los recursos instalados (maquinarias, equipos, entre otros) para optimizar el uso.

Desventajas:

Pérdida de habilidades críticas para el cumplimiento del objetivo del negocio o desarrollo de habilidades que incorrectamente pueden ser catalogadas como esenciales.

Pérdida del control sobre la calidad de los servicios contratados.

En caso de no realizar unos análisis del mercado de las compañías prestadoras de servicios, la tercerización se puede convertir en el camino directo al fracaso.

Si es que la decisión de tercerizar no está bien fundamentada dentro de la empresa, la sola idea de aplicarla podría ser causante de un caos generalizado en todos los niveles de la organización.

Los errores no pueden ser admitidos al momento de escoger un área a tercerizar.

No todos los empleados que perdieron su puesto dentro de la organización podrán ser absorbidos por las empresas prestadoras de servicios.

El costo ahorrado con el uso del Outsourcing puede que no sea el deseado.

Alto costo en el cambio del proveedor en caso de que el seleccionado no resulte satisfactorio.

Compartir los riesgos. Reasignar recursos. El outsourcing permite dirigir los recursos hacia las aplicaciones que produzcan la mayor ganancia.

Reducir o controlar los costos de operación. Diversos sistemas económicos pueden permitir a los contratistas suministrar con menor costo un nivel de productividad igual o mejor. La estructura de costos más baja de un proveedor externo es una de las ventajas más atractivas del outsourcing en el corto plazo.

Liberar fondos de capital. El outsourcing puede permitir que el capital se redirija a tareas medulares.

Tomar el control de actividades o funciones problemáticas.

Evitar grandes compromisos laborales. La subcontratación puede ofrecer una considerable flexibilidad al establecer los niveles necesarios de personal.

Convertir costos fijos en costos variables.

Evitar la obsolescencia.

Riesgos de la contratación de un Proveedor externo de mantenimiento

Los riesgos involucrados en el proceso de Outsourcing pasan de ser riesgos operacionales a riesgos estratégicos.

Los riesgos operacionales afectan más la eficacia de la empresa

Los riesgos estratégicos afectan la dirección de la misma, su cultura, la información compartida, entre otras.

Los principales riesgos de Outsourcing son:

La negociación de un contrato inadecuado.

Selección inadecuada del contratista.

Puede quedar la empresa a mitad de camino si falla el contratista.

Incrementa el nivel de dependencia de entes externos.

Bajo control sobre el personal del contratista.

Incremento en el costo de la negociación y monitoreo del contrato

Al delegar un servicio a un proveedor externo las empresas están permitiendo que éste se de cuenta de cómo sacarle partida al mismo y se quede con las ganancias.

Uno de los riesgos más importantes del Outsourcing es que el proveedor seleccionado no tenga las capacidades para cumplir con los objetivos y estándares que la empresa requiere.

4.2.3 Mantenimiento Basado en Riesgo. (MBR)

Generalidades

El Mantenimiento Basado En Riesgo (MBR) o Mantenimiento Centrado en el Negocio (BCM) o Mantenimiento estratégico, es otra técnica de gestión del mantenimiento importante a analizar.

Actualmente los ejecutivos tienen su atención principalmente en la calidad de los productos y servicios, y asumen que los costos están bajo control.

Durante los últimos años, los máximos ejecutivos ponen su atención principalmente en la calidad de los productos y los servicios, frecuentemente asumiendo que los costos estaban bajo control.

La búsqueda exaltada de ventajas competitivas llevó a la conclusión de que el costo de mantenimiento no está bajo control, y es un factor importante en el incremento del desempeño global de los equipos.

Grupos de consultoría y organizaciones profesionales, opinan que para el desempeño de la producción en términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar a vuelta de 2% o menos del valor del activo.

Descripción

El mantenimiento se destaca como la única función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes, costo, plazo y calidad de productos y servicios, definida como la función pivotante.

El mejoramiento continuo de las prácticas de mantenimiento, así como la reducción de sus costos, son resultados de la utilización del ciclo de la Calidad Total como base en el proceso de gestión.

Cuando se ven afectados los procesos se requieren acciones que permitan corregir sus distorsiones, de las cuales se destacan:

- Eliminar o reducir el error humano.
- Reducir el trabajo y sus costos, que tienden a elevar el precio a sus productos.
- Minimizar el consumo de energía.

- Reducir el tamaño de stocks intermedios.
- Atender regulaciones relativas a preservación del medio ambiente y seguridad.
- Cumplir los reglamentos ambientales.
- Alcanzar y/o mantener un resultado deseado.

Se alcanzaron mejoras significativas en los costos de mantenimiento y disponibilidad de los equipos, a través de:

- Absorción de algunas actividades de mantenimiento por los grupos de operación de los equipos.
- Educación y capacitación de los involucrados en la actividad de mantenimiento.
- Establecimiento de las prioridades adecuadas en los servicios.
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios.
- Análisis adecuado de informes y aplicación de soluciones simples y estratégicas.

La gestión dinámica del mantenimiento involucra administración de las interfaces con otras áreas.

Características.

Estimular las habilidades de mantenimiento por departamento en la planificación y control de mantenimiento.

Realizar trabajo de mantenimiento, de acuerdo a planes documentados y estandarizados, labores programadas y órdenes de servicio.

Realizar mantenimiento preventivo, según el programa (no posponer trabajos)

Documentar y analizar el histórico de mantenimiento y roturas con el objetivo de asegurar que los índices de falla sean optimizados y los costos totales minimizados.

Una vez que el mantenimiento es una quiebra de paradigma, pasa a enfocar las acciones bajo el aspecto sistémico y no más por equipo individual, el primer paso es determinar cuál es el equipo que está deteniendo el proceso, o sea, cuál es el "cuello de botella" del sistema productivo. Es de gran importancia la priorización y definición de estrategias de intervención para evitar el riesgo de estar haciendo un excelente mantenimiento preventivo en el equipo equivocado.

El análisis que aquí se indica se puede aplicar a componentes o piezas, siendo una utilización correcta para evaluar que partes de un equipo o instalación deben merecer mayor atención de los especialistas y que partes recibirán solo mantenimiento preventivo o correctivo.

4.2.4 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (MCC)

Generalidades

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, conocido por sus siglas en español como MCC y en inglés como RCM (Reliability Centered Maintenance), fue desarrollado durante 1960 y 1970, con el objetivo de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.

El MCC fue desarrollado por la industria aeronáutica, a solicitud del Gobierno de Estados Unidos, debido a la alta tasa de accidentes aéreos en los años 60's, sus creadores Stanley Nowlan y Howard Heap de la empresa United Airlines, trabajaron en una nueva filosofía del mantenimiento que logró una importante reducción en el número de accidentes por despegue. En 1978, Nowlan y Heap publicaron un reporte que ha servido desde entonces como base para varios modelos de MCC, de tipo militar, y para aquellas actividades no relacionadas con la aviación.

Al extenderse el interés y el uso del MCC, surgió la necesidad de formular estrategias para su aplicación en industrias diferentes a la aviación, varias de ellas fueron formuladas por John Moubray y sus asociados, bajo la asesoría de Nowlan. Sus actividades han llegado a casi todos los campos del esfuerzo humano organizado, abarcando más de 42 países,

manteniendo su enfoque original en la seguridad y confiabilidad del equipo. Por ejemplo, incorporaron temas ambientales, clasificaron la funcionalidad del equipo, desarrollaron reglas más precisas para seleccionar las labores del mantenimiento e intervalos para las labores y también incorporaron directamente criterios de riesgo cuantitativo a un grupo de intervalos para labores en busca de fallas. La versión mejorada del RCM se conoce actualmente como el RCM2.

Descripción

En el MCC el objetivo principal de mantenimiento es tener los equipos trabajando en condiciones suficientes para realizar su función mas que los equipos mismos. Esto implica que se deben conocer las condiciones en que se realiza esta función y las condiciones que la interrumpen (fallas).

El MCC como herramienta estructurada de análisis a partir de la información de los equipos y la experiencia de los usuarios, trata de determinar qué tareas de mantenimiento son las más efectivas, así mejorando la fiabilidad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad y disponibilidad, previniendo sus fallos y minimizar el costo de mantenimiento de manera que cada peso gastado en mantenimiento se gasta donde más beneficio va a generar, optimizando también los niveles de inventario de repuestos.

En procesos MCC, con equipos cuyas fallas tienen un impacto insignificante en la seguridad y los costos de la operación, una de las opciones es eliminar los mantenimientos programados y sólo hacer uso del mantenimiento correctivo.

Para el caso de sistemas de mantenimiento existentes, cuando se aplica MCC en ellos, se puede reducir el mantenimiento rutinario un 40% o 70%. Y cuando se desarrolla un nuevo sistema de mantenimiento tipo MCC, la carga de trabajo programada será menor comparada con mantenimientos convencionales.

Metodología de implantación

Incluso las mejores técnicas de administración del mantenimiento, pueden resultar un fracaso si se elige una mala estrategia para su implantación, es por esto que es importante tener en cuenta las recomendaciones de especialistas en la materia, como son:

Grupo de trabajo

El proyecto de implantación, se realiza por equipos de trabajo multifuncionales, es decir, con operadores, técnicos, ingeniería, seguridad y ambiente, así como especialistas cuando sean requeridos, y debe incluir una persona de la función de mantenimiento y de operación y un facilitador especialista en MCC.

Funciones del grupo de trabajo.

El grupo de proyecto define y clasifica los objetivos y el alcance del análisis, requerimientos y políticas enfocadas a realizar actividades de mejoramiento continuo en las operaciones de la empresa. Estas pueden ser agrupadas en dos frentes de trabajo.

- Actividades reactivas: Análisis Causa Raíz (ACR), solución de problemas.
- Actividades proactivas: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).
Con el análisis funcional y análisis de criticidad de equipos.

Tareas principales del análisis MCC.

Los principales elementos del análisis MCC se resumen en los siguientes pasos:

1. Estudios y preparación.
2. Definición y selección de sistemas.
3. Análisis funcional de la falla.
4. Selección de ítems críticos.
5. Tratamiento de los ítems no críticos.
6. Colección y análisis de los datos.
7. Análisis de los modos de fallo y sus efectos.

8. Selección de las tareas de mantenimiento.
9. Determinación de los intervalos de mantenimiento.
10. Análisis y comparación de las estrategias de mantenimiento.
11. Implantación de recomendaciones.
12. Seguimiento de resultados.

Ventajas

Mayor seguridad y protección de entorno debido al mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.

Mejores rendimientos operativos debido a un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.

Mediante la referencia a los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.

Mayor Control de los costos de mantenimiento debido a un menor mantenimiento rutinario innecesario.

Mejor compra de los servicios de mantenimiento, motivada por el énfasis sobre las consecuencias de las fallas y por ende pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento.

Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento "a condición".

Mayor motivación de las personas, especialmente al personal que esta interviniendo en el proceso de revisión.

Mejor trabajo de grupo motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones.

4.2.5 Optimización Integral de Mantenimiento. (OIM)

Generalidades

Con la necesidad de integrar el mantenimiento a las estrategias de los

negocios, mediante el aseguramiento de la confiabilidad de los activos, para lograr la competitividad que exige el mercado en la presente década, surgió la técnica de administración de mantenimiento llamada Optimización Integral de Mantenimiento (OIM), la cual está orientada a los negocios, a través de la definición de objetivos en las áreas de mantenimiento que al realizarse, cubran las estrategias generales del negocio, incluidas en la misión y visión de la empresa.

Metodología de Implantación

El desarrollo de un OIM involucra cuatro etapas:

- Establecimiento de estrategias.
- Aporte de herramientas a recursos humanos.
- Recursos materiales.
- Definición de sistemas y procedimientos.

Estrategias

- Se comienza definiendo la estrategia global de la empresa, con sus objetivos e indicadores tanto generales como los de cada área funcional.
- Levantamiento del inventario de equipos, creación de la ficha técnica de los mismos la cual debe contemplar el código y su prioridad basada en lo crítico de sus funciones, para esto se pueden utilizar las herramientas de MCC.
- Evaluación de las consecuencias de las fallas para determinar las estrategias de mantenimiento.

Recursos de los Humanos.

- Definición de los perfiles de puesto para llevar a cabo las estrategias establecidas, detallando las competencias y aptitudes.
- Definición de procedimientos de selección de personal y el plan de capacitación continua para cubrir el perfil del puesto.
- Creación de sistemas de evaluación de desempeño, sistemas de

motivación, reconocimiento y recompensa, con el fin de que el personal se identifique con la empresa y logre el desarrollo propio y por ende de la empresa.

Recursos Materiales.

- Definición de los recursos materiales como máquinas, herramientas, refacciones e insumos necesarios para llevar a cabo las actividades definidas en el área.
- Clasificación de las refacciones y materiales necesarios acuerdo a su criticidad, reemplazabilidad, accesibilidad, tiempo de reposición, costo de reposición y variabilidad de la demanda ; con esta información se puede definir los adecuados modelos de reposición y con ellos las políticas de gestión de stocks a desarrollar.
- Abastecimiento adecuado de materiales, optimizando plazos de entrega, inventarios y calidad de los mismos. Una herramienta útil en este aspecto es el RCC (Repuestos Centrados en la Confiabilidad), la cual optimiza los repuestos estratégicos o de bajo índice de rotación.

Sistemas y procedimientos .

- Redactar el procedimiento para el manejo de inventarios, registro e historial del equipo.
- Desarrollo del plan de mantenimiento programado
- Creación de los procedimientos de planificación y programación del mantenimiento.
- Control de los indicadores de la gestión del mantenimiento.
- Definición de los procedimientos para el análisis técnico y económico de las fallas.

4.2.6 Mantenimiento Productivo Total. (MPT)

Generalidades

Mantenimiento Productivo Total (MPT o TPM, por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance) está formado por muchas actividades ordenadas y una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una empresa industrial o de servicios.

Está considerada como una estrategia, por que fomenta capacidades competitivas en una organización que eliminan deficiencias en la manera de operar de las empresas.

Reduciendo los costos, mejorando los tiempos de respuesta y la confiabilidad de suministros, incrementando el conocimiento de las personas y permitiendo alta moral en el trabajo.

Es el sistema Japonés de mantenimiento para industrias de distribución y proceso desarrollado desde 1971 por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) (<http://www.jipm.or.jp/>) basándose en el concepto de “mantenimiento preventivo” creado en USA.

Contribuye a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, y conservación del “conocimiento” industrial.

Además de que deben de participar las áreas productivas, se debe buscar la efectividad en la empresa, con el compromiso de todas las personas de todos los departamentos de una empresa.

La obtención de las “cero pérdidas” se debe lograr a través de la promoción de trabajo en equipo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

El MPT es un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes

- Cero averías
- Cero defectos
- Cero pérdidas

Existen tres objetivos que una organización pudiera buscar al implantar el MPT y estos son:

Objetivos estratégicos

- Ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa.

Objetivos operativos

- Tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la confiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad instalada.

Objetivos organizacionales

- Busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí.

Descripción

Éste modelo sugiere utilizar 4 pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

Pilar 1.- Mejoras enfocadas, siendo esto un proceso de mejora continua y para su implementación es necesario:

Seleccionar el tema de estudio.

Crear la estructura para el proyecto.

Identificar la situación actual y formular objetivos.

Realizar el diagnóstico del problema.

Formular un plan de acción.

Implantar mejoras.

Evaluar los resultados.

Pilar 2.- Mantenimiento autónomo, se necesita:

Una visión tradicional de la división del trabajo en plantas industriales.

Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos.

Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante.

Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo.

Empleo de controles visuales.

Pilar 3.- Mantenimiento progresivo o planificado, consta de las siguientes etapas:

Identificar el punto de partida del estado de los equipos.

Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo.

Mejorar el sistema de información para la gestión del mantenimiento.

Mejorar el sistema de mantenimiento periódico.

Desarrollo de un sistema de mantenimiento predictivo.

Desarrollar procesos para la mejora del sistema de mantenimiento.

Pilar 4.- Mantenimiento de Calidad, que está compuesto de las siguientes etapas:

Identificación de la situación actual del equipo.

Investigación de la forma como se generan los defectos.

Identificación y análisis de las condiciones 3M (Materiales, Máquina y Mano de obra).

Estudiar las acciones correctivas para eliminar “fugas”.

Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.

Realizar acciones Kobetsu Kaizen (Kaizen es mejora progresiva y paulatina... donde los equipos de trabajo cuentan con los recursos necesarios y disponibles de inmediato: tendencia hacia la acción y creatividad, antes de gastar dinero.) o de mejora de las condiciones 3M.

Definir las condiciones y estándares de las 3M.

Reforzar el método de inspección.

Valorar los estándares utilizados.

Características

Las características del MPT más significativas son:

Participación amplia de todas las personas de la organización, se orienta a la mejora de actividades de la Dirección de Operaciones de mantenimiento.

Hacer del lugar de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde laborar sea realmente grato.

Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.

Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.

Acciones de mantenimiento en las etapas del ciclo de vida del equipo.

Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

Metodología para implantar

Nakahima sugiere los siguientes 12 pasos para implantar el MPT

- 1.- Anunciar la decisión de la alta dirección de introducir el MPT
- 2.- Lanzar una campaña educativa para introducir el MPT
- 3.- Crear organizaciones para promover el MPT
- 4.- Establecer políticas básicas de MPT
- 5.- Formular un plan maestro para el desarrollo del MPT
- 6.- Mantener el impulso del MPT
- 7.- Mejorar la eficacia de cada equipo
- 8.- Desarrollar un programa autónomo de mantenimiento
- 9.- Desarrollar un programa de mantenimiento programado para el departamento de Mantenimiento
- 10.- Llevar a cabo una capacitación APRA mejorar las destrezas en operaciones y mantenimiento
- 11.- Desarrollar un programa eficaz de administración.
- 12.- Perfeccionar la implantación del MPT y elevar sus niveles.

4.3 Estudio de Factibilidad y Análisis de alternativas

4.3.1 Estudio de Factibilidad (EF)

Todos los Estudios de Factibilidad son conceptualmente iguales y tienen que responder a cuatro preguntas principalmente:

- *¿Por qué hago el proyecto?*
- *¿Por qué este proyecto y no otro?*
- *¿En qué consiste el proyecto y cómo lo hago?*
- *¿Con qué medios vivirá el proyecto?*

La diferencia entre los Estudios de Factibilidad de proyectos de los diferentes sectores de la economía reside en las diferentes técnicas usuales para responder esas preguntas básicas.

4.3.2 Objetivo del Estudio de Factibilidad

Cuando se va a asignar recursos para la realización de un nuevo proyecto es necesario contar con un documento que defina en qué consiste el proyecto; qué demandas va a servir; qué instalaciones o construcciones se van a realizar; cuál será el monto de la inversión; quién va a aportar los recursos de capital; de dónde se van a sacar los materiales o insumos; qué parte de la organización va a operar el proyecto; cómo se va a realizar la recuperación del capital, bien sea el capital propio o el capital crediticio y finalmente, cómo se justifica el proyecto, lo que también se denomina justificación económica.

El Estudio de Factibilidad debe tener en cuenta las condiciones existentes de modo que el proyecto quede coordinado con estas realidades; pero, más aún, es necesario realizar una proyección hacia adelante, de posibles futuras necesidades, para visualizar una forma probable de satisfacerlas de modo que el proyecto tenga validez en el futuro. Las instalaciones para satisfacer las necesidades futuras se establecen en forma provisional y sujetas a futuros estudios de factibilidad y constituyen el plan futuro de instalaciones, pudiéndose decir que el proyecto, constituyen la primera etapa del Plan.

Así visto, el Estudio de Factibilidad, permite a los dueños, a los que prestan el dinero y a las autoridades, aprobar la asignación inmediata de recursos al proyecto con la tranquilidad de que este proyecto tiene validez hoy día, que se coordine con el pasado y sigue teniendo validez en el futuro, dentro de lo que se puede prever que ocurrirá.

4.3.3 Grado de precisión del Estudio de Factibilidad

El grado de precisión del Estudio de Factibilidad debe ser tanto mayor cuanto más próxima esté la fecha en que se ubica la información que se consigna en el estudio, sin que por ello se altere los aspectos conceptuales de la misma. El error admisible en un momento dado, en un Estudio de Factibilidad es tanto mayor cuanto menos sensible sea el proyecto a dicho error. En cuanto al estimado de inversión del proyecto o primera etapa del plan, éste podría tener un error no mayor de 10% y 15%, por cuanto un error de importancia puede ocasionar dificultades financieras al propietario. Lo mismo puede decirse de los costos de operación del proyecto.

En ciertos estudios, existe la posibilidad de que el proyecto se justifique dentro de un plan, que es comparado con un plan alternativo. En otros casos, puede ser que sea suficiente comparar el proyecto con otro proyecto alternativo. Para el proyecto alternativo, generalmente, basta que, tanto su costo de operación como su costo de inversión sean estimados en base a información estadística global de proyectos similares en otras partes, ya que el objeto de esta comparación es descartar aquello que no se está proponiendo. Por ejemplo, si se sabe que la información estadística puede tener un error de 20% y se llega a la conclusión de que las alternativas analizadas contra el proyecto cuestan 40% más, no hay razón de seguir profundizando en el costo de las alternativas.

Los errores pierden fuerza conforme se vayan produciendo más hacia el futuro, ya que su valor presente quedará deprimido por la tasa de actualización correspondiente, en relación con las inversiones del proyecto, cuyo coeficiente de actualización es la unidad.

4.3.4 Presentación del Estudio de Factibilidad

El Estudio de Factibilidad se presenta como parte del informe de factibilidad del proyecto, para permitir su aprobación y la inmediata asignación de fondos.

Una premisa fundamental del Estudio de Factibilidad es la intención de acción inmediata.

La presentación es un esfuerzo por trasladar la concepción de aquél que hizo

el estudio hacia los que van a utilizarlo como instrumento de aprobación del proyecto y de la asignación de fondos.

El Informe contendrá, en primer lugar, un resumen que pueda tener entre cinco y dieciocho páginas, en el que se transmite al lector el concepto genérico del proyecto. En este resumen se consignarán las principales conclusiones de cada uno de los puntos desarrollados, resaltando la información importante y estableciendo cuáles son los parámetros que regulan el proyecto algunos de los puntos importantes a reportar son:

"Costos",

Es decir cuál es la inversión en el proyecto, cuáles son los costos de operación del proyecto para diferentes factores, cuáles son los gastos generales de la organización, cuál es la estructura de la inversión del proyecto.

También es conveniente establecer los costos de las alternativas al proyecto o al plan, para la posterior justificación económica, así como los costos del plan proyectado al futuro para poder preparar el análisis financiero.

"Análisis Financiero"

El objeto del análisis financiero es establecer qué recursos se requiere para la inversión inicial, para las inversiones del plan y para la operación; además cuál será la procedencia de los recursos (tarifa, aportes, créditos, subsidios) y cómo se recuperará la inversión de riesgo y crediticia. El análisis financiero tiene dos partes:

- a) El pronóstico de la cuenta de las ganancias y pérdidas y de la rentabilidad. Es un ejercicio que consiste en determinar todos los ingresos atribuibles al proyecto mediante la aplicación de una tarifa adecuada, de los cuales se deducen todos los gastos de operación para tener las utilidades operativas. A éstas se le deducirán los impuestos y la depreciación para tener la utilidad antes de intereses. Esta utilidad antes de intereses se puede comparar con la inversión inmovilizada obteniéndose una tasa de rentabilidad sobre

la inversión inmovilizada o, si se le deduce los intereses, entonces se encuentra la utilidad, que se puede comparar con el capital de riesgo obteniéndose la rentabilidad sobre el capital propio.

- b) El análisis de flujo de caja o de origen y de disposición de fondos en el cual se cuenta como ingresos de caja: las utilidades operativas más los préstamos y los aumentos de capital de riesgo. Se cuenta como salida de caja los desembolsos por nuevas inversiones, el servicio de la deuda y el pago de dividendos.
- Los índices de rentabilidad, de la relación deuda-capital de riesgo, o de recuperación de la inversión son índices para pronosticar el comportamiento financiero.

"Justificación Económica".

El análisis económico en cualquier proyecto, consiste en responder por qué se hace el proyecto y por qué este proyecto y no otro. En el caso de los proyectos de en MCI, no se trata de probar, como en el estudio de factibilidad de otras empresas si es conveniente o no propagar la ciencia. La propagación de la ciencia por si misma es muy importante. Lo único que hay que responder entonces es por qué este proyecto y no otro. En este análisis económico se presenta el proyecto y se le compara con el proyecto alternativo inmediatamente más favorable. La relación Beneficio-Costo, bien sea por los costos anuales en un año selecto equivalente o por la actualización de la proyección de costos, es usada como índice. También es posible usar como índice la tasa de retorno interno de la inversión, que es la tasa a la cual se igualan los costos del plan propuesto y la alternativa obvia.

"Otros Beneficios",

Se podría hacer una enumeración de todos los beneficios no comparables en forma congruente con los costos del mantenimiento o el plan propuesto

4.3.5 Análisis de Alternativas

Una pregunta común realizada a los mantenedores es cuál de estas técnicas

de gestión es la mejor; lo que se recomienda es una combinación de éstas, tomar lo mejor de cada una de acuerdo al tipo de empresa a la que se le vaya a aplicar el mantenimiento, según el tipo y nivel de producción o de servicio que éstas generen y el medio o entorno en el que se encuentren.

Cada una de estas alternativas es la mejor en un tipo en especial de industria o empresa, de acuerdo a las características expuestas, es notorio un enfoque hacia las plantas industriales, debido principalmente a esto, para el caso de los MCI no es conveniente tratar de aplicar una técnica específica, sino la combinación de las herramientas y características más adecuadas para la administración efectiva del mantenimiento; a continuación se van a analizar las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas expuestas anteriormente para los MCI y aquellas características o elementos necesarios para sistematizar los procesos y controles de las áreas de mantenimiento y por supuesto del mismo MCI. De manera que sirva de base para proponer un modelo de gestión orientado a los MCI y la metodología para implantarlo.

4.3.6 Evaluación de Alternativas

Cuadro comparativo de cumplimiento de requerimientos.

Elementos de Sistematización del Mantenimiento		MC exclusivo	Prov Externo	MCC	OIM	MBR	MPT
Plan estratégico del Museo							
Misión				✓			✓
Visión				✓			✓
Valores				✓			✓
Involucramiento del Alta Dirección				✓			✓
Recursos Humanos							
Motivación				✓	✓		✓
Reconocimiento					✓		✓
Capacitación					✓		✓
Dirección					✓		✓
Retroalimentación					✓		✓
Trabajo en equipo				✓	✓		✓
Definición de la Sistematización del mantenimiento							
Objetivos del área de mantenimiento					✓		
Levantamiento de información de los equipos							
Toma de inventario de equipos			✓	✓	✓		✓
Ficha técnica de equipos				✓	✓	✓	✓
Manuales							
Planos							
Bitácora de equipos			✓	✓	✓	✓	✓
Análisis de los equipos y Determinación del tipo de mantto.							
Recomendaciones de diseño			✓				
Experiencia de los mantenedores			✓	✓	✓	✓	✓
Clasificación de equipos				✓	✓	✓	
Procesos del mantenimiento							
Ciclo de control del mantenimiento				✓	✓		✓
Planeación y programación del mantto			✓	✓	✓	✓	✓
Control de los materiales de mantenimiento	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Indicadores de la productividad del mantto.				✓	✓		✓
Modelos de Inspección						✓	
Órdenes de trabajo			✓	✓	✓	✓	✓
Conservación de registros			✓		✓	✓	✓
Estructura del control del mantenimiento			✓	✓	✓		✓
Retroalimentación de información y acción correctiva			✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 4.1 Elementos de Sistematización del Mantenimiento.

5. Sistematización del Mantenimiento

5.1 Mantenimiento en los MCI

En este capítulo se presenta un caso práctico de la sistematización del Mantenimiento en un Museo de Ciencias Interactivo.

Aquí se muestra el análisis realizado sobre el área de mantenimiento en el Museo de Ciencias Interactivo "El Rehilete" ubicado en Pachuca Hidalgo.

En la figura 5.1 se muestra una hoja con el formato que fue usado para la documentación de dicha aplicación.

ANEXO#				
TÍTULO DEL DOCUMENTO				
Museo de Ciencias Interactivo "X"				
Clase documento		Fecha	/ /	Pág. de
Cuerpo del Documento				
Elaboró	Revisó	Aprobó		

Figura 5.1 Muestra de hojas para documentación de la aplicación.

En cada segmento de este capítulo se hace referencia a un Número de Anexo de este mismo documento, en el cual se muestra la información necesaria para

poder replicar este mismo trabajo en alguna otra institución, si así se desea.

A continuación mostramos las herramientas y técnicas usadas para controlar los elementos críticos en la administración del proyecto de “Sistematización del Mantenimiento en los Museos de Ciencia Interactivos (MCI)” y estos son:

5.2 Definición de la sistematización del mantenimiento

5.2.1 Objetivos del área de mantenimiento

La definición de los objetivos del área de mantenimiento deberían ser alineados a la Planeación Estratégica del MCI, de manera que estén perfectamente sincronizados con estos conceptos, es importante considerar como parte de los objetivos los indicadores, basados en los niveles de servicio que debe de mantener ésta área para con sus usuarios.

Indicadores

Las características de unos indicadores aceptables son:

Permiten establecer los niveles de servicio.

Medir el nivel de alcance de los objetivos y la productividad en general.

Debe ser numérico.

Ejemplos

Como ejemplos de objetivos que se pueden considerar se sugieren:

Cumplir con la planeación preventiva y predictiva del mantenimiento establecido en un 85%.

Mantener el costo total del mantenimiento por debajo del X% del ingreso o presupuesto del museo.

- (Se debe determinar este "X%" dependiendo de la distribución de presupuesto del MCI)

Responder a una solicitud de mantenimiento correctivo en plazo máximo de 2 hrs. y resolver en un lapso máximo de 4 días.

Reducir en un 5% mensual el número de mantenimiento correctivos como consecuencia de haber aplicado la planeación de mantenimientos.

Estrategia de implementación

- Las características importantes de un objetivo bien estructurado son:
- Deben de ser en positivo y presente.
- Deben de tener elementos de medición (indicadores).
- Deben de ser alcanzables.
- Deben de motivar al personal a su logro.
- Deben de tener evidencias para evaluar si se están alcanzando o no.

5.2.2 Levantamiento de información de los equipos

La utilidad del levantamiento de información de los equipos del museo radica en tener correctamente documentados y controlados los equipos o exhibiciones con las que cuenta el museo; particularmente para el caso del área de mantenimiento, esta información dará lugar al inventario y registro de equipos, planos de distribución de equipos y la documentación técnica de los equipos que consta de la ficha administrativa por equipo, el manual y la bitácora por equipo.

Inventario y registro de equipos.

El inventario es una relación donde se registran la totalidad de los equipos o exhibiciones con los que cuenta el MCI, es una lista por salas, donde se asigna un número de identificación a cada equipo, nombre del equipo, la descripción de cada uno.

Estrategia de implantación

- El inventario de equipos debe hacerse mediante un programa ordenado por secciones o salas del museo y donde se especifique la persona responsable de realizarlo.
- En el momento del recorrido por el museo para el levantamiento del inventario, se deberá contar con un formato previamente elaborado con la información a recabar.

Planos de distribución de equipos

El plano de distribución de equipos puede ser desde un croquis de planta donde se esquematice los equipos y su ubicación en cada sala, hasta el diagrama formal perfectamente dibujado.

Estrategia de implementación

- Hacer un dibujo simple de planta para ubicar los equipos,
- Cada equipo puede esquematizarse para dar una idea clara de que equipo es.
- Si se tienen los elementos pueden hacerse planos formales a escala con herramientas profesionales de dibujo. (ver siguiente formato)

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de
<p>(Realizar croquis o dibujo de la ubicación de equipos por sala)</p>				
Elaboró		Revisó		Aprobó

Figura 5.3 Hoja para plano de distribución de equipos.

Ficha Administrativa por equipo

Cada equipo deberá contar con una tarjeta, cuyo propósito será mantener un registro de su información general, lugar y situación actual en la que se encuentra. Dicha tarjeta será actualizada cada vez que el equipo sufra modificaciones en sus componentes o ubicación.

Estrategia de implantación

- La información contenida en las fichas técnicas puede ser:
- Fecha de elaboración: es la fecha en que se toma el inventario
- Número de identificación del inventario: Éste es un identificador único del equipo.
- -Nombre del equipo: Nombre con el que es conocido.
- -Numero de serie: Es el número de identificación asignado por el fabricante del equipo.
- -Modelo: También es asignado por el fabricante.
- -Ubicación. El lugar donde se encuentra físicamente el equipo.
- -Fabricado por: Compañía o fabricante del equipo.
- -Comprado a: Nombre de la empresa donde se adquirió el equipo.
- -Fecha de adquisición del equipo: Fecha en la que fue adquirido.
- -Factura de compra: Es el número de factura de cuando se compro.
- -Manuales: (si / no)
- -Costo de origen: Costo del equipo ya estando en el MCI, el conocer el costo de un equipo, permite determinar la conveniencia de una reparación.
- -Función. Breve descripción de la función que realiza.
- -Modificaciones: Algunos equipos presentan algún tipo de modificación la cual puede ser mencionada dentro de la ficha.
- -Resguardo: Persona que tiene la responsabilidad del equipo,

Comúnmente el resguardo es de un grupo de equipos, dependiendo de cómo esté conformado el MCI, puede ser el responsable de sala, área o grupo.

- Se sugiere la siguiente Ficha Administrativa:

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
FICHA ADMINISTRATIVA POR EQUIPO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de
Fecha de elaboración:	/ /	Número Identificación del Inventario:		
Nombre del equipo:				
Número de Serie:		Modelo:		
Ubicación:				
Fabricado por:		Comprado a:		
Fecha de adquisición:		Factura de compra:		
Manuales:	SI () NO ()	Costo de origen:		
Función:				
Modificaciones:				
Resguardo:				
Observaciones:				
Elaboró		Revisó		Aprobó

Figura 5.4 Hoja para ficha administrativa por equipo.

Manual de servicio

Es necesario para tener un panorama general de la constitución del equipo, éste debe considerar desde instrucciones de uso, especificaciones, planos de dimensiones, desglose de piezas y sus materiales, diagramas de los sistemas, problemas que puedan ser solucionados, hasta instrucciones de mantenimiento y sus frecuencias.

Este manual deben de ser proveídos por el fabricante o diseñador, de lo contrario se sugiere sea elaborado por el área de mantenimiento del MCI.

Estrategias de implantación

- Tomando en cuenta el conocimiento y experiencia del personal del museo, se podrá elaborar el manual de cada equipo.

El manual de servicio puede contener lo siguiente:

- **Nombre del equipo y número de identificación del inventario.** Deben coincidir estrictamente con los de la ficha Administrativa,
- **Contenido.** Es el índice que debe ayudar a encontrar rápidamente lo que queremos saber de cada equipo.
- **1.- Foto o Esquema.** En esta hoja se puede poner una fotografía del equipo y en su defecto un esquema del mismo.
- **2.- Experiencia interactiva.** Descriptivo de lo que el usuario va a conocer al interactuar con el equipo.
- **3.- Partes.** Aquí se detallarán en un dibujo que represente las partes del equipo.
- **4.- Nombre de partes y características técnicas.** Se ofrece una explicación sencilla de la parte, de especificaciones y dimensiones.
- **5.- Ficha técnica.** Información técnica del equipo, programa de mantenimiento, información de seguridad.
- **6.- Localización de fallas.** Se presentan las fallas más frecuentes y solución.
- **7.- Repuestos y referencias de materiales.** Recomendaciones de

materiales a usar en el mantenimiento para mantener compatibilidad.

- **8.- Especificaciones Técnicas.** En la página de especificaciones del equipo se presentan los sistemas eléctricos o mecánicos del equipo por ejemplo:
 - Consumo de corriente (máxima, mínima).
 - Potencia (máxima, mínima).
 - Dimensiones (largo, ancho y peso).
 - Calor (máximo, mínimo)
 - Corrosividad (grado)
 - Flujo de líquidos (máximo, mínimo)
 - Observaciones necesarias
- **9.- Planos y dimensiones del equipo.** Estos contienen las dimensiones, tanto de la parte superior, inferior, costados, interiores y exteriores donde se puedan apreciar por ejemplo:
 - Número de agujeros para tornillos y con que se acoplan, Se especificará la procedencia y/o hacia donde se dirigen los diferentes acoplamientos mecánicos y/o eléctricos.
 - Por medio de un dibujo isométrico representar la forma instalación y uso.
- **10.- Diagramas unifilares de componentes electrónicos y cableados eléctricos.** Los equipos que cuenten con este tipo de componentes deben contar con diagramas que representen función, conexión, tipo de elemento y sus características.
 - Estos diagramas deben contar con simbología, precauciones que se debe tener con el manejo de éstos componentes.
 - Pueden estar separados en electrónicos y de potencia.

- **11.- Procedimientos de desensamble.** Son instrucciones que se siguen para desensamblar el equipo o alguno de sus componentes. Estas pueden ser acompañadas por dibujos o fotografías, indicando el lugar en que se encuentran los componentes a remover y herramientas a utilizar.
- (Ver siguiente formato)

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
MANUAL DE SERVICIO			
Museo de Ciencia Interactivo "X"			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. de
Como Índice propuesto del manual tenemos:			
1.- Foto o Esquema.			
2.- Experiencia interactiva			
3.- Partes.			
4.- Nombre de partes y características técnicas.			
5.- Ficha técnica.			
6.- Localización de fallas.			
7.- Repuestos y referencias de materiales.			
8.- Especificaciones Técnicas			
9.- Planos y dimensiones del equipo			
10.- Diagramas unifilares de componentes electrónicos y cableados eléctricos.			
11.- Procedimientos de desensamble.			
Elaboró	Revisó	Aprobó	

Figura 5.5 Hoja para Manual de Servicio.

Bitácora por equipo

La bitácora corresponde a un histórico de cada equipo, en este tipo de documento se registra el detalle de lo que se le ha hecho a un equipo como las tareas de reparación o mantenimiento realizadas, esta historia sirve para tomar decisiones estratégicas, como mejoras en el diseño, cambio en el tipo de mantenimiento o frecuencia del mantenimiento, y con toda la información estadística es posible determinar la probabilidad de falla, por lo cual se puede determinar la programación de mantenimientos preventivos.

Estrategia de implantación

- Las bitácoras de los equipos deben contener:
- Inspecciones, reparaciones, servicio y ajustes realizados.
- Descomposturas y fallas con sus causas y acciones correctivas llevadas a cabo.
- Refacciones utilizadas
- Trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición de desgaste o rotura, erosión, corrosión, etc.
- Mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
- Fecha y hora de falla
- Tiempo empleado en la reparación.
- (Ver siguiente formato)

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
BITÁCORA POR EQUIPO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de
Nombre del Equipo:		Número Identificación del Inventario:		
En caso de falla				
Defecto del equipo				
Acción correctiva				
Refacciones / materiales utilizados				
Observaciones				
Condición general del equipo				
Observaciones				
Tiempo consumido				
En caso de inspección				
Inspección / Medición				
Niveles fuera de especificaciones				
Resultados de pruebas e inspecciones				
Acciones preventivas				
Tiempo consumido				
Traslados				
Ubicación origen				
Ubicación final				
Elaboró	Revisó	Aprobó		

Figura 5.6 Hoja para Bitácora de Equipo.

5.2.3 Análisis para determinar el tipo de mantenimiento en los equipos de los MCI

Ya que se tiene la relación y documentación de los equipos, se aplican criterios para determinar la clasificación los equipos por su importancia y con esta información establecer tipos de mantenimiento a dar en cada caso.

Clasificación cualitativa

Cuando se quiere establecer un programa de actividades en el área y saber que tipo de mantenimiento se va a aplicar para cada equipo en los MCI es necesario apoyarse en la documentación técnica y el desempeño de cada equipo.

Para una implantación inmediata en la que no se cuenta con registros de operación u ordenes de trabajo, se puede determinar el tipo de mantenimiento a partir de una clasificación, iniciando el mantenimiento con una periodicidad a cada equipo de acuerdo a la clasificación en la que se encuentren. Ajustando los trabajos de mantenimiento preventivo conforme se van presentando los mantenimientos correctivos, para de ésta forma disminuir la incidencia de correctivos respecto a los preventivos.

En la clasificación se pueden considerar diferentes puntos y asignarles una calificación por criterio, las cuales serán definidas por cada MCI de acuerdo a sus necesidades, tanto criterios como calificaciones.

Basándonos en la Clasificación de Máquinas propuesta en el capítulo 1 y haciendo una aplicación directa a los MCI, entre los puntos que se pueden evaluar se sugieren los siguientes:

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
CLASIFICACIÓN CUALITATIVA				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:				Número Identificación del Inventario:			
No.	Criterio	Calif. = 3	Calif. = 2	Calif. = 1	Calificación		
1	Importancia del equipo en la exposición.	Muy importante	Importante	Secundario			
2	Tipo de equipo	Interactivo	Demostrativo	Contemplativo			
3	Tipo de Funcionamiento	Constante	Intermitente	Esporadico			
4	Nivel de interactividad	Alto	Medio	Bajo			
5	Demanda del Equipo	Muy visitado	Visitado	Poco visitado			
6	Tipos de elementos que interviene en el equipo: Mecánico eléctrico, Electrónico.	3 elementos	2 elementos	1 elemento			
7	% de elementos del equipo no susceptibles a Mantenimiento	10%	20%	70%			
				TOTAL			

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.7 Hoja para Clasificación Cualitativa.

En base a esta prioridad se pueden clasificar los equipos de acuerdo a los valores que se presenten en la suma total de Calificación y aplicando la ley de Pareto que establece que los equipos más significativos

constituyen una pequeña porción del número total de artículos de dicho grupo. Considerando del 0% al 20% para equipos representativos Clasificación A, del 20% al 40% para los Clasificación B y del 40% al 100% para los Clasificación C.

En base a lo mencionado en el capítulo I, (en clasificación del mantenimiento) la clasificación para los MCI quedaría de la siguiente manera:

Los equipos con índices comprendidos entre 19 y 21 son los de mayor prioridad y se pueden denominar como equipos (Clasificación A), que son equipos cuyo mal funcionamiento afecta de forma significativa las exposiciones en los museos, por lo tanto es necesario asegurar que operen correctamente, esto se logra aplicando servicios preventivos (mantenimiento preventivo y predictivo) y atendiendo de manera inmediata cualquier falla (mantenimiento correctivo). Los equipos de (Clasificación B) tienen índices entre 16 y 18, son los equipos que participan en la exposición pero su mal funcionamiento no afecta el desarrollo de la misma. Estos equipos deben ser considerados dentro del programa de mantenimiento preventivo, en caso de presentar fallas éstas se pueden atender a la brevedad posible sin postergar sus reparaciones por más de una semana dando prioridad a los equipos de (Clasificación A). Por último los equipos (Clasificación C) tienen un índice entre 7 y 15. Estos equipos pueden presentar fallas o defectos sin que afecten al resto de la exposición, la reparación de estas fallas se puede postergar pero no debe ser omitido.

Clasificación por el método “GUT”.

Cuando se presenta un defecto en los elementos o fallas en los equipo además de apoyarse en la clasificación para determinar el tipo de intervención que se debe aplicar, se pueden considerar otros factores como el nivel de urgencia para ser atendida la falla, el riesgo que puede representar, y las consecuencias que tendría de no atenderse. Una herramienta que ayuda a determinar los niveles de prioridad basados en los factores antes mencionados y que permite aplicarlo a actividades que pueden ser programadas es el método GUT que a continuación se describe.

“Método GUT” donde G significa “Gravedad” del problema es decir si la naturaleza del problema puede perjudicar el equipo o instalación o aún, colocar en riesgo vidas humanas o al medio ambiente. La letra U representa la “Urgencia” es decir si el problema afecta la exposición y por lo tanto la imagen del museo y la letra T simboliza la “Tendencia”, esto es, cómo el problema puede desarrollarse o degenerar con el tiempo.

La forma de determinar las prioridades es diseñar una plantilla don de se colocan los equipos a ser evaluados y los factores G, U, T a los cuales se les asigna un grado de 1 a 5 para cada uno. Estos los determina el personal que realiza la evaluación. Los valores se multiplican y su resultado se coloca en otra columna (GUT), los resultados de las columnas (GUT) para cada equipo se suman.

El resultado de la suma de las columnas “GUT” de cada equipo definirá que equipo tiene mayor prioridad.

Es conveniente seguir esta forma de trabajar por lo menos tres meses periodo en el cual se recopila la información necesaria para poder emplear otras herramientas (índices de evaluación) que permitan analizar el desempeño de los equipos y así definir las tareas a realizar.

- (Ver siguiente formato)

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO "G U T"				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Equipo Id. Inventario	#1 _____				#2 _____				#3 _____			
Personal de evaluación	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT
Prioridad	1° Σ				2° Σ				3° Σ			

G = Gravedad Calificación de 1 a 5

U = Urgencia Calificación de 1 a 5

T = Tendencia Calificación de 1 a 5

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.8 Hoja para Clasificación "G. U. T".

5.2.4 Indicadores de evaluación de equipos

Cuando se tienen los datos de operación, la ficha técnica y el historial de los equipos se pueden emplear indicadores que auxilian en la evaluación de criterios de intervención para los diferentes equipos.

Algunas de los indicadores que podemos medir son:

A.-	Tiempo medio para la reparación
B.-	Tiempo medio para la falla
C.-	Tiempo medio para intervenciones preventivas
D.-	Disponibilidad de equipos
E.-	Porcentajes de disponibilidad
F.-	Tasa de falla
G.-	Tasa de reparación

Tabla 5.1 Indicadores.

A.- Tiempo medio para la reparación:

Relación entre el tiempo total de trabajo correctivo en un equipo con falla y el número total de fallas detectadas en el equipo con relación al tiempo de operación.

$$TMpR = \frac{\sum HTMC}{NTCM}$$

Donde: TMpR = Tiempo Medio para la Reparación

HTMC = Horas de trabajo en Mantenimiento Correctivo

NTCM = Número de Trabajos Correctivos de Mantenimiento Detectados con relación al tiempo de operación.

Este índice debe ser usado, para equipos o elementos en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

B.- Tiempo medio para la falla:

Es la relación entre el tiempo total de operación del equipo no reparable y el número de fallas detectadas en el equipo, en un periodo de tiempo observado.

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTCM}$$

Donde: TMPF = Tiempo Medio Para la Falla

HROP = Horas de operación

NTCM = Número de Fallas Detectadas

Este índice debe ser usado para equipos o componentes que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

C.- Tiempo Medio Para Intervenciones Preventivas:

Es la relación entre el tiempo total de trabajos preventivos en un equipo, y el número total de trabajos preventivos en un periodo de tiempo.

$$TPMP = \frac{\sum HRMP}{NTMP}$$

Donde: TPMP = Tiempo promedio para mantenimiento Preventivo.

HRMP = Horas de Mantenimiento preventivo en un equipo

NTMP = Número Total de Mantenimientos Preventivos en un periodo de tiempo.

D.- Disponibilidad de Equipos:

Es la relación entre la diferencia del número de horas de un periodo considerado (horario del museo) con el número de intervenciones por personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo o predictivo y mantenimiento correctivo) para cada equipo y el número total de horas del periodo considerado (horario del museo). Este representa el porcentaje del tiempo que quedo disponible.

$$\text{DISP} = \frac{\sum (\text{HM} - \text{HTMN})}{\sum \text{HM}} \times 100$$

Donde: DISP = Disponibilidad.

HM = Horas de trabajo de la equipo.

HTMN = Horas Trabajadas en mantenimiento del equipo.

La disponibilidad de los equipos es fácil de analizar si los resultados de estos cálculos se ponen en tablas y así establecer un límite mínimo aceptable de sus valores.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS			
Museo de Ciencia Interactivo "X"			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. De

DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO														
EQUIPO	Pro Ant.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pro Act.

Gráfica:

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.9 Hoja para Indicadores de Evaluación de Equipo.

En la tabla se pueden representar los valores promedio para cada equipo. Estos promedios pueden ser graficados y pueden servir para un análisis de cantidad de fallas.

E.- Porcentajes de Disponibilidad:

Tiempo Promedio Entre Preventivos. Es la relación entre el tiempo de operación en función al número total de intervenciones preventivas en un periodo.

$$TPEP = \frac{HROP}{\sum NTMP}$$

Donde: TPEP = Tiempo Promedio entre Preventivos

HORP = Horas de Operación.

NTMP = Número Total de Mantenimientos Preventivo.

F.- Tasa de Falla:

Relación entre el número de fallas y el total de tiempo operando.

$$TdF = \frac{NTMC}{\sum HROP}$$

Donde: TdF = Tasa de Falla

NTMC = Número total de mantenimientos correctivos.

HROP = Horas en Operación.

G.- Tasa de reparación:

Es el porcentaje representado por el total de mantenimientos previstos menos el total de trabajos realizados en un periodo de tiempo y el total de mantenimientos previstos en ese periodo.

$$NCFM = \frac{NMPR - NME}{NMPR} \times 100$$

Donde: NCFM = Tasa de Reparación.

NMPR = Número de Mantenimientos Previstos.

NME = Número de Mantenimientos Efectuados en un periodo de tiempo.

En función de estos indicadores se puede analizar la ocurrencia de las fallas, además de saber cuales son las necesidades de mantenimiento de cada

equipo buscando eliminar los defectos y fallas, tomando medidas para prevenirlas o minimizarlas. Comparando diferentes periodos se puede ver si hay o no mejoras con las medidas tomadas. Para facilitar el análisis es recomendable el uso de diagramas en los que podemos graficar frecuencia de fallas por equipo, tipo de actividad, disponibilidad y tiempos totales de mantenimiento.

5.2.5 Procesos del mantenimiento

El proceso de mantenimiento lo evaluaremos bajo las siguientes perspectivas:

1.-	Diagrama del Ciclo del control de mantenimiento
2.-	Planeación y programación del mantenimiento
3.-	Seguridad y medio ambiente
4.-	Modelos de Inspección
5.-	Órdenes de trabajo

Tabla 5.2 Procesos de Mantenimiento.

1.- Diagrama del Ciclo del control del mantenimiento

Las actividades del mantenimiento se encuentran mutuamente relacionadas e interactúan con actividades de otras áreas, obteniendo como resultado equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento; a continuación se presenta una muestra del diagrama de flujo del proceso de mantenimiento en tres modalidades: Preventivo, Predictivo y Correctivo. Este diagrama es una forma práctica y útil para familiarizar a los participantes del proceso con el flujo del mismo y para ubicar sus funciones de manera esquemática.

Estrategia de implantación

- Esta actividad debe ser desarrollada por personas con conocimiento de sistemas
- Los diagramas deben de representar el flujo de la información, a este tipo de diagramas también son conocidos como diagramas de bloque.

Muestra de diagramas

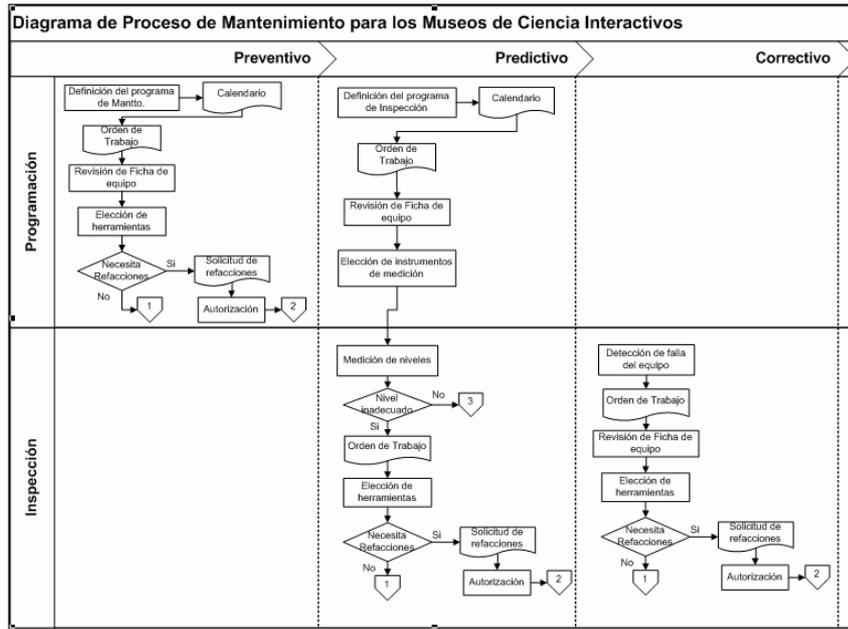


Figura 5.10 Diagrama de Procesos de Mantenimiento.

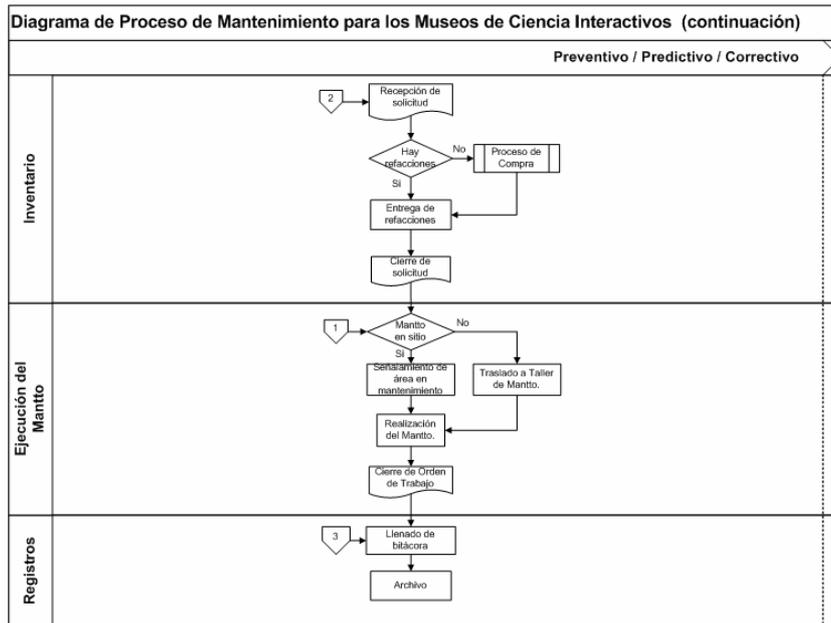


Figura 5.11 Diagrama de Procesos de Mantenimiento (continúa).

2.- Planeación y programación del mantenimiento

Planeación

- En la planeación se determina qué elementos son necesarios para hacer el mantenimiento, antes de su ejecución. En este proceso se encuentran todas las funciones relacionadas con la preparación del programa de mantenimientos preventivos e inspecciones. Determinando la lista de materiales, la requisición de compras, revisión de manuales entre otros, es decir, toda la información necesaria antes de programar y liberar una orden de trabajo.
- Se sugiere para el caso particular del plan de mantenimiento en los MCI, que sea a mediano plazo, es decir, cubriendo un año, debido a la dependencia en la mayoría de ellos de presupuestos anuales y a la rotación e innovación de equipos.

Estrategia de implantación

Las funciones de la planeación del programa de mantenimiento son:

- Desarrollar un plan de trabajo (secuencia de actividades, establecimiento de métodos y procedimientos).
- Determinar el tamaño de las cuadrillas para el trabajo y los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- Planear el presupuesto de las compras de refacciones y materiales.
- Verificar si son necesarios equipos y herramientas especiales.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades (de emergencia, urgente, de rutina y programado).
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.

La planeación del mantenimiento debe estar coordinada con los diferentes departamentos, como el almacén, museografía, ingeniería, y otros.

Programación

- Es el ordenamiento de los trabajos a realizar, acoplando los planes de trabajo con los recursos humanos y materiales, y las necesidades del museo.
- Los programas se usarán desde la definición en los mantenimientos preventivos y predictivos, y en la ejecución para el control y monitoreo de los trabajos que se realicen.
- La programación de los mantenimientos se puede auxiliar con herramientas como diagrama de Gantt y de Ruta Crítica donde se controlan los recursos y presupuestos disponibles.

Estrategia de implantación

Capacidad del área de mantenimiento. El análisis y evaluación de la capacidad del área de mantenimiento, determinará el aprovechamiento adecuado de los recursos para satisfacer la carga de trabajo de mantenimiento, a fin de alcanzar los objetivos y metas es necesario:

- Determinar la carga total de órdenes de trabajo a atender.
- Estimar las refacciones y materiales requeridos para satisfacer las órdenes.
- Determinar el equipo y las herramientas necesarios para todos los tipos de trabajo de mantenimiento.
- Determinar el número de trabajadores y las habilidades de cada especialidad. Se debe tener especial atención a los equipos que requieren múltiples habilidades.

Establecimiento de prioridades para las órdenes de trabajo a atender:

- Teniendo en cuenta que las ordenes de trabajos programados deben ser cumplidas de igual manera.
- Y De acuerdo a la clasificación de equipos que haya decidido utilizar el MCI se asignarán las prioridades de atención a las órdenes de trabajo abiertas.

Prioridad Normal: El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas.

Urgente: El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas

Emergencia: el trabajo debe iniciar de inmediato

Programado: Según está programado

Aplazable: El trabajo debe llevarse a cabo cuando se cuente con los recursos necesarios.

3.- Seguridad y medio ambiente

Los equipos de los MCI deben ser seguros, cada una de las máquinas, aparatos e instalaciones tienen que contar con sistemas de seguridad, protecciones activas y pasivas en condiciones correctas.

De esta forma se garantiza que las personas que operen o reparen los equipos estén seguras de no sufrir ningún accidente que afecte su salud o integridad física.

Debido a que los equipos pueden ser muy variados en sus elementos es mejor nombrar cuales de estos pueden provocar accidentes:

Electricidad, ruido, iluminación, gases y líquidos peligrosos, fuentes de calor etc. Para todos ellos se deben tener las medidas necesarias para analizar todos los riesgos de accidente y descubrir los problemas de seguridad que representen, con el fin de obtener equipos interactivos confiables en el momento que son manipulados por el público.

Cuando un elemento, equipo o instalación va a recibir mantenimiento, el personal debe contar con las herramientas, equipo y conocimiento de las medidas de seguridad necesarios para realizar su trabajo sin correr riesgos. Debe usar por ejemplo: guantes, gafas, caretas, zapatos de seguridad etc. Además de tomar las medidas necesarias para evitar accidentes por ejemplo: desconectar equipos para dar mantenimiento.

Tanto las salas de exhibición como el área de trabajo de mantenimiento deben contar con señalamientos de seguridad, advertencia, salvamento, prohibición y obligación.

4.- Modelos de Inspección

Esta actividad se realiza con el propósito de verificar que el equipo o sus componentes funcionen adecuadamente dando el servicio satisfactoriamente. En caso de detectar lo contrario, esta inspección provocará la orden de trabajo y la ejecución de un mantenimiento preventivo.

Estas inspecciones se llevarán a cabo mediante un formato previamente elaborado; existen dos tipos de inspección:

1.- La inspección Visual

- Este procedimiento consiste en observar el equipo en operación, para determinar los paros potenciales.
- Los inspectores, que pueden ser los mantenedores, o encargados de sala u operadores, recopilan información, observando indicadores como el desgaste de rodamientos, lecturas de calibradores, vibraciones, restos de aceite, tornillería desajustada, elementos plásticos dañados, funcionamiento irregular.

2. Inspección de equipos fuera de servicio.

- Ésta se realiza cuando el equipo no está en funcionamiento por haber ocurrido una falla o por cualquier otro motivo, pudiendo aprovechar la situación para realizar una inspección general de las condiciones de éste.

Las inspecciones pueden conducir a:

Reparaciones pequeñas de fallas potenciales que puedan conducir a un daño mayor y por consiguiente un inminente paro del equipo.

Recopilación de datos para la planeación de mantenimientos.

Auditoria de un departamento de mantenimiento.

Prepararse antes de los trabajos de mantenimiento.

Las inspecciones pueden ser programadas o aleatorias.

Estrategia de implantación

Para programar la frecuencia de inspección se deben tener en cuenta:

- El exceso de inspecciones resultar más caro que las interrupciones.
- La frecuencia se llega a determinar por tres vías: el análisis técnico, la experiencia y la intuición.
- Tomar en cuenta la antigüedad del equipo, el estado del equipo, la intensidad de uso, recomendaciones del fabricante, susceptibilidad que ofrece el equipo al desgaste, averías y desajuste, índice de importancia que le designen al equipo, índice de confiabilidad que le designen al equipo.

Formato para Inspección

- A continuación se presenta un formato propuesto para utilizarse durante la ejecución de la inspección.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
FORMATO DE INSPECCIÓN				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Componentes	Equipo		Número de Inventario	Buena condición	Requiere limpieza	Requiere lubricación	Examinar el calor	Suelto	Requiere reparación gral.	Requiere reemplazo	Ver comentarios adicionales	Requiere pintura	Inspección en Marcha M	Inspección Fuera de ser. F
	Número de Inventario													
	Aspecto general													
	Bueno	Regular	Malo											
Mecánico														
Eléctrico														
Otros														
Observaciones														
Corrección	Mantenimiento a realizar													
	Prioridad													

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.12 Hoja para Formato de Inspección.

5.- Órdenes de trabajo

Todo trabajo de mantenimiento debe originarse en un documento. Un sistema eficaz de órdenes de trabajo es el primer paso para la planeación y el control de mantenimiento.

La orden de trabajo puede ser utilizada para:

- Solicitar por escrito el trabajo que se va a realizar.
- Asignar el mejor método para el trabajo.
- Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
- Mantener, planear y controlar el trabajo de mantenimiento.
- Control y programas de mejora continua en el mantenimiento general.
- Registro histórico de los equipos
- Notificación de trabajo completado.
- La administración de este sistema es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación.
- Las de órdenes de trabajo pueden surgir de tres fuentes: por mantenimientos programados, por inspecciones y por fallas inesperadas.
- Se deben considerar dos puntos para el diseño de las órdenes de trabajo:
 - **1.** Hacer énfasis en la claridad y facilidad del uso de las formas ya que así se puede ahorrar tiempo y material, en las labores de mantenimiento.
 - **2.** Para facilitar una planeación y programación eficaces, se debe incluir toda la información necesaria como son:

- La secuencia para el procesamiento de órdenes de trabajo es la siguiente:
- Las solicitudes de órdenes de trabajo pueden ser iniciadas por cualquier persona de la organización, la cual puede comunicarse en el formato correspondiente (en papel o correo electrónico) o de forma verbal, o por teléfono, en estos casos debe elaborarse el formato y entregarse al departamento de coordinación del mantenimiento.
- La coordinación de mantenimiento o planificador examina y complementa la orden de trabajo que deberá contener información requerida para la programación, ejecución y control, integrándose a las de órdenes abiertas.
- Para el seguimiento de las órdenes, se recomienda llevar un control sencillo que contenga: Número de orden, fecha de solicitud, solicitante, mantenedor y fecha de término.
- El encargado o supervisor asigna el trabajo al técnico apropiado entregándole la orden de trabajo.
- El mantenedor revisa las características del mantenimiento y basado en éstas, determina las refacciones y herramientas necesarias, las cuales solicita al almacén mediante la requisición correspondiente.
- Almacén entrega el material requerido previa autorización del supervisor, el mantenedor firma de recibido en conformidad y almacén cierra la requisición en el momento de entregar las refacciones y recibir la herramienta.
- El mantenedor efectúa el trabajo requerido y complementa con la información necesaria acerca del trabajo que realmente se llevó a cabo (como tiempo real, material real utilizado, y otros).
- El encargado o supervisor verifica la información y revisa tanto la calidad del trabajo terminado como el cumplimiento de la orden, este proceso se puede efectuar al 100% de las órdenes o

aleatoriamente, según se decida y anota la información verificada en la forma enviándola al archivo, previo registro en bitácora.

- Los pasos anteriores pueden ser manuales o automatizados.

5.2.6 Herramientas para el control

Control de los Materiales de Mantenimiento

Componentes del Almacén de Mantenimiento

En un almacén de mantenimiento de los MCI se encontrarán refacciones en general y herramientas especializadas o delicadas, el manejo tanto de refacciones como de herramientas deberá controlarse mediante requisiciones.

Las piezas y materiales para los mantenimientos preventivos siempre deberán estar disponibles; mientras que las refacciones para mantenimientos correctivos en generales y mantenimiento no rutinario deberán sólo ser controlables, cuidando de esta forma el costo del inventario y la inversión en refacciones.

Cálculo del nivel de inventario de refacciones.

Para el cálculo del nivel de inventario de refacciones para mantenimientos correctivos, se sugiere tomar en cuenta la clasificación de los equipos mencionada anteriormente, de esta manera, para aquellos equipos A y B será conveniente clasificar sus refacciones también bajo la clasificación A,B,C donde A se refiere a aquellas partes altamente críticas y esenciales para la operación del equipo, B serán las piezas que tendrán un efecto de ligero a moderado en la operación del equipo, si no están disponibles y C piezas que no son absolutamente esenciales para la operación del equipo.

Para los equipos cuya clasificación resultó ser C sus refacciones se considerarán también como clase C. Esta clasificación de las refacciones, indicará su nivel de inventario óptimo.

Niveles de inventario

Refacciones Clasificación A (nivel de confianza)

- Para determinar el nivel de inventario conveniente para aquellas refacciones "Clasificación A", se puede seguir un enfoque analítico que consiste en identificar la Tasa de Fallas de equipos y piezas o además utilizar un sistema basado en los niveles de confianza que determine el museo de acuerdo a sus estándares, el cual se define de la siguiente forma:
- El número de piezas necesarias (N) para un equipo o componente determinado puede estimarse utilizando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{t}{T} \sqrt{\frac{t}{T} * Z}$$

- En donde
- t = Operación, en horas

$$\bar{T} = \frac{1}{\lambda}$$

- λ , lambda representa las fallas por hora
- Para un nivel de confianza de 95% $Z=1.65$ y para un nivel de confianza de 99% $Z=2.33$
- Mientras mayor sea el nivel de confianza se incrementarán el número de piezas, por lo tanto el valor o costo del inventario, por lo que es recomendable que al determinar el nivel de confianza, éste sea basado además, en el costo de los materiales para mantener un costo adecuado y admisible del inventario de refacciones.

Refacciones Clasificación B (punto de reorden)

- Para determinar el nivel de inventario conveniente para aquellas refacciones "Clasificación B", se puede seguir un enfoque basado en la demanda que consiste en:

- Ver siguiente diagrama del Sistema de Inventarios Q/R

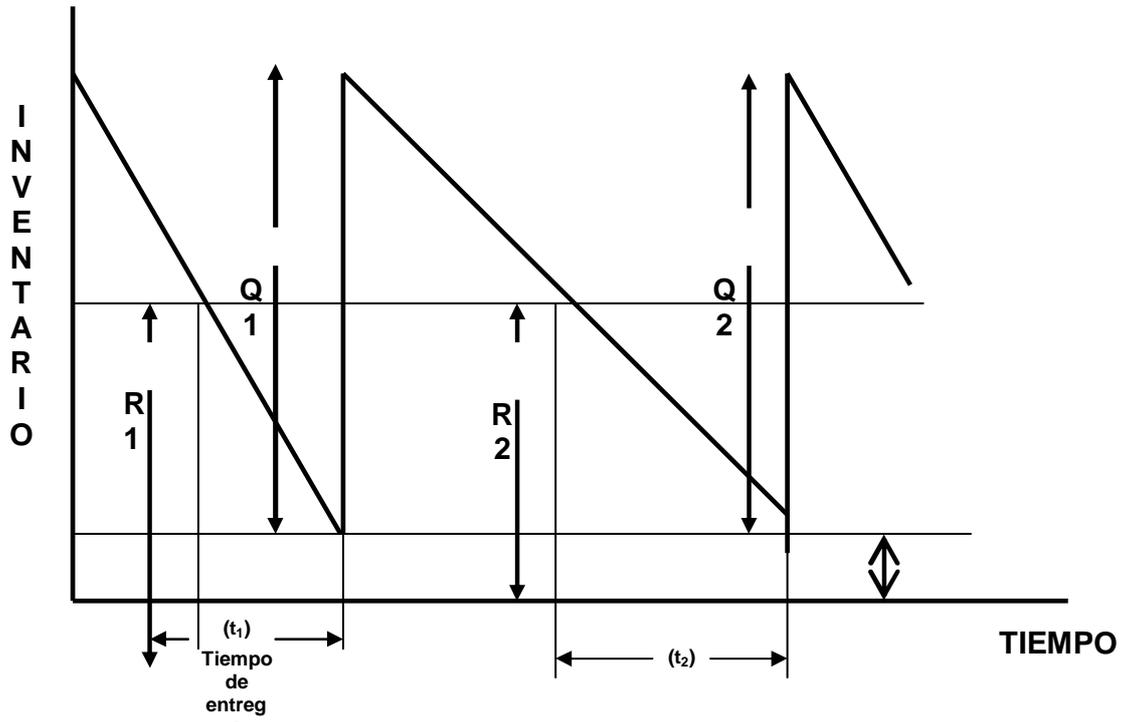


Figura 5.14 Diagrama de Sistema de Inventarios.

- En donde la demanda es conocida y es constante, el inventario se va agotando uniformemente hasta que alcanza un nivel de reorden (nivel R_1) entonces se coloca un pedido por una cantidad Q_1 , la cual llegará después de un tiempo fijo y conocido, que generalmente se denomina tiempo de entrega. Este comportamiento de la demanda se repite y entonces en el nivel R_2 se ordena la cantidad Q_2 , de aquí que $R_1=R_2$ y $Q_1=Q_2$.
- Este tipo de sistema es muy adecuado para la mayoría de los artículos clasificación B y todos los artículos de clasificación C del inventario.

Refacciones Clasificación C (punto de reorden o compra en caso de fallo)

- Para determinar el nivel de inventario conveniente para aquellas refacciones "Clasificación C", se puede seguir el enfoque basado en la demanda o compra en caso de fallo.
- El basado en la demanda es igual que el caso anterior

Control de inventarios

- Se hace uso de los registros continuos de inventarios, en los cuales se agregan las recepciones y disminuyen las salidas; con lo que se puede establecer la tasa de demanda de los artículos.

Análisis ABC

- Basado en la ley de Pareto, (descritos anteriormente) se determina que los artículos de mayor riesgo y costo, representan un porcentaje muy bajo del universo de refacciones.
- Si bien cada almacén tiene distintos tipos de curvas ABC, lo importante es recordar:
- Para los artículos A; las revisiones continuas de los niveles de existencia y una marcada atención para la exactitud de los registros nos lleva a un estricto sistema de control, al mismo tiempo que se evitarán sobre inventario y un mayor costo del mismo.
- Para los artículos B; se lleva un control administrativo intermedio
- Para los artículos C; se utiliza un control menos rígido y podría ser suficiente una menor exactitud en los registros; se podría utilizar una revisión periódica para tratar en conjunto las órdenes surtidas de un mismo proveedor.
- Los sistemas informáticos actualmente permiten hacer uso de niveles uniformes de control para todos los artículos, además de que con esto el establecimiento y análisis de prioridades resulta muy útiles en la mejor toma de decisiones.

5.3 Puntos a tratar

<p>Plan estratégico</p> <p>Misión Visión y Valores</p>
<p>Definición del proyecto</p> <p>Análisis de la situación actual</p> <p>Alcance del proyecto</p> <p>Organigrama del Proyecto</p> <p>Lista de Actividades</p> <p>Seguimiento del proyecto</p>
<p>Definición de la Sistematización del mantenimiento</p> <p>Objetivos del área de mantenimiento</p> <p>Indicadores</p> <p>Levantamiento de información de los equipos</p> <p>Inventario y registro de los equipos</p> <p>Plano de distribución</p> <p>Ficha administrativa por equipo</p> <p>Manual de servicio</p> <p>Bitácora por equipo</p> <p>Análisis para determinar el tipo de mantenimiento en los equipos</p> <p>Clasificación cualitativa</p> <p>Clasificación por el metodo GUT</p> <p>Indicadores de evaluación de equipos</p> <p>Procesos del mantenimiento</p> <p>Diagrama de procesos de mantenimiento</p> <p>Modelos de inspección (Formato de Inspección)</p> <p>Orden de trabajo</p> <p>Herramientas para el control</p> <p>Componentes del almacén de mantenimiento</p> <p>Cálculo del nivel de inventario de refacciones</p> <p>Niveles de Inventario</p> <p>Procedimiento para el control del almacén de mantenimiento</p> <p>Requisición de refacciones</p> <p>Indicadores de productividad</p> <p>Costos de mantenimiento</p> <p>Eficacia del mantenimiento</p>

Tabla 5.3 Puntos a Tratar (Contenido).

5.4 Notas a considerar:

En este planteamiento fuimos siguiendo la metodología propuesta en el documento y a continuación mostramos el resultado de dicha investigación realizada.

Se ha dejado en los formatos sugeridos y podría extraerse de este trabajo y convertirse en una aplicación de la propuesta.

Plan estratégico

PLAN ESTRATÉGICO				
MISIÓN, VISIÓN Y VALORES				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. 1 de

Misión

Es ofrecer a los niños y las familias ambiente de convivencia y comunicación de la ciencia, la tecnología y el arte para que contribuyan al crecimiento y desarrollo intelectual, emocional e interpersonal. Utilizando el juego como principal herramienta para la experimentación y el descubrimiento y la participación activa.

Filosofía del museo (Visión y Valores)

1. **Mejoramiento e innovación continua.**
2. **Calidad en todas nuestras actividades.**
3. **Eficiencia en la administración de recursos.**
4. **Trabajo en equipo.**
5. **Actitud de servicio.**
6. **Desarrollo continuo del personal.**
7. **Liderazgo basado en el contacto estrecho con el personal y los visitantes.**
8. **Comunicación efectiva.**
9. **Conocimiento profundo de las expectativas y necesidades de los visitantes.**
10. **Salvaguardar la seguridad de los visitantes, del personal y de los bienes institucionales.**
11. **Vinculación de los contenidos con la problemática que enfrenta el país.**
12. **Atención especial y permanente a los niños en circunstancias especiales.**

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.16 Hoja para Misión Visión y Valores.

5.5 Definición del Proyecto

5.5.1 Análisis de la situación actual del museo

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. 2 de

Identificación de la necesidad de mejorar el sistema de gestión del mantenimiento.

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Se cuenta con un sistema de gestión definido claramente?	(SI) (NO)
¿Se aplica adecuadamente dicho sistema de gestión?	(SI) (NO)
¿Existen indicadores de desempeño en el área de mantenimiento?	(SI) (NO)
¿Los indicadores son los adecuados?	(SI) (NO)
¿Los indicadores se llevan cabalmente?	(SI) (NO)
¿Se tienen disponibles para los visitantes arriba del 95% de los equipos constantemente?	(SI) (NO)
¿Los usuarios están satisfechos con el servicio otorgado por el área de Mantenimiento?	(SI) (NO)
¿El presupuesto que se asigna al área es el adecuado?	(SI) (NO)
¿El presupuesto alcanza para todo lo que es necesario hacer?	(SI) (NO)
¿Se tiene el número de personas adecuadas en el área de mantenimiento?	(SI) (NO)

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.17 Hoja para Análisis de la Situación Actual.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Revisión del objetivo del área de mantenimiento.

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Hay un objetivo definido del área de mantenimiento?	(SI) (NO)
En caso afirmativo, ¿está alineado al Plan Estratégico del MCI?	(SI) (NO)
¿El o los objetivos son medibles por medio de indicadores de desempeño?	(SI) (NO)
¿Se está llegando al nivel adecuado de dichos indicadores?	(SI) (NO)

Evaluación del Plan de mantenimiento

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Se tiene un plan de mantenimiento que incluya, mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, por lo menos?	(SI) (NO)
En caso de existir ¿se cumple dicho plan de mantenimiento?	(SI) (NO)
Durante el último año, ¿Ha bajado el mantenimiento correctivo?	(SI) (NO)

Total 2 respuestas con SI y 15 respuestas con NO

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.18 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (continúa).

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Revisión del sistema de mantenimiento actual:

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Cuáles son las limitantes actuales en el área de mantenimiento?	Ver nota al pie de página
¿Cuáles son los errores mas frecuentes en los procesos de mantenimiento en la actualidad?	
¿Cómo convertimos estos errores en áreas de oportunidad y los resolvemos desde su raíz?	
¿Cuáles son los factores críticos del museo en cuanto a la gestión actual del mantenimiento?	
¿Corresponden estos factores críticos sólo a un grupo de equipos o a la generalidad?	
¿En que tiempo debe estar desarrollado e implementado un nuevo sistema de gestión?	
¿Cuál es el presupuesto con el que se cuenta?	
¿La implantación del proyecto se debe realizar a todo el MIC o sólo a algunas salas o a equipos específicos?	

NOTA:

Al tener varias hojas con respuestas al cuestionario, dado que su contenido se encuentran en los resúmenes, y con el fin de evitar duplicidad de información, se opto por poner sólo los resúmenes y no los cuestionarios, para efectos prácticos del trabajo.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.19 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (continúa).

5.5.2 Análisis de la situación actual del museo (resumen)

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO (RESUMEN)				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

Objetivo del proceso

Atender oportunamente las fallas que se presenten en los equipos para mantenerlos en operación.

Funciones del personal de Mantenimiento

<p>Datos del área:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El personal de mantenimiento está compuesto por diez personas, las cuales se turnan para atender el fin de semana, este rol de turnos queda con 3 personas el fin de semana. • Las refacciones se compran contemplando el presupuesto anual asignado y se repone el inventario consumido. • Las salas con mayor desgaste son aquellas en las que existe un mayor número de equipos interactivos, así mismo, este tipo de equipos son los más demandados por los visitantes, éstas salas son las que abordan temas de física, energía, ingeniería y matemáticas. • Las salas con mayor número de reportes de fallas son las que cuentan con equipos multimedia, siendo las fallas más frecuentes aquellas relativas al software, a éstas les siguen las salas que cuentan con equipos interactivos. • El nivel de servicio de los equipos de las salas interactivas, se estima en un 74%. • El único tipo de mantenimiento que se lleva a cabo es correctivo. • Si el equipo debe repararse fuera, lo traslada al taller de mantenimiento. • El mantenedor procede a reparar el equipo. • Al término, regresa al almacén las refacciones no utilizadas.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.20 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (resumen).

DEFINICIÓN DEL PROYECTO			
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO (RESUMEN)			
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. De

Descripción del Proceso

<ul style="list-style-type: none"> • Los encargados y asistentes de las salas realizan rondas durante el día para verificar la operatividad de los equipos y la ausencia de riesgos para los visitantes. • En el caso de localizar fallas, el encargado de sala reporta mediante radio al área de mantenimiento. • El supervisor de mantenimiento asigna al o los mantenedores que atenderán la reparación. De acuerdo a la urgencia de los reportes recibidos previamente. • El mantenedor revisa el equipo y solicita al almacén las refacciones necesarias. Acude al almacén llena un formato en el cual anota su nombre, el tipo de material que se le entrega, cantidad y para qué área del museo es. En caso de que el almacén no cuente con el material solicitado, se informa al supervisor para que se lleve a cabo la requisición de dicho material o refacción. Dejando el equipo fuera de servicio hasta que se cuente con lo necesario para repararlo. • Recibe de almacén las refacciones y determina si el equipo puede repararse dentro de la sala de exhibición o fuera.
--

Políticas

No existen políticas formales.

Formatos utilizados

Formato de salida de material.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.21 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (resumen) .

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO (RESUMEN)				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

Factores Críticos y Áreas de oportunidad

<ul style="list-style-type: none"> • El museo no tiene un horario de cierre al público, específico para realizar mantenimientos de rutina. • Los días en que los equipos tienen más uso, hay menos personal de mantenimiento. • Actualmente no hay planes de capacitación a los mantenedores del museo. • Cuando llega un equipo nuevo no se capacita al área para su mantenimiento, y en la mayoría de las ocasiones carece de documentación o ésta es insuficiente. • Faltan programas de evaluación de desempeño del mantenimiento realizado a los equipos. • No se tiene un organigrama claro dentro del área de mantenimiento. • Se trabaja sin ningún tipo de procedimiento ni esquema de trabajo preestablecido. • Cuentan con gente poco capacitada y desmotivada. • Se realiza únicamente mantenimiento correctivo a los equipos. • No se tiene un área destinada específicamente para dar el mantenimiento y también carecen de herramienta especializada. • Cuando los mantenedores llegan a hacer rondines las fallas o desperfectos encontrados no se registran en ningún lugar.
--

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.22 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (resumen).

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO (RESUMEN)				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

- Carecen de documentación técnica de los equipos ya que no cuentan con ficha técnica, registros, órdenes de trabajo ni bitácoras, la información se pasa de forma verbal y solamente así se tienen históricos de las fallas.
- El tiempo que pasan los equipos fuera de servicio es prolongado debido a que carecen de planes preventivos o cuentan con niveles de refacciones inadecuados. Deben esperar a que la refacción llegue para programar la reparación del equipo.
-
- Es necesario avisar al visitante qué equipos se encuentran fuera de funcionamiento.

Los factores críticos que se han observado es que:

No se tiene un almacén de refacciones

No se tiene mantenimiento preventivo ni predictivo, sólo se da mantenimiento correctivo.

Los equipos están mucho tiempo fuera de servicio cuando se descomponen.

Hay frustración y descontento entre los visitantes al ver equipos fuera de servicio.

Se da en la mayoría de salas y equipos

Se tiene un plazo de 6 meses para la implementación de un nuevo sistema de gestión del mantenimiento.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.23 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (resumen).

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MUSEO (RESUMEN)				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

Para el caso práctico que se analizó, No hay un presupuesto definido aún

Los errores mas frecuentes en el proceso de mantenimiento en la actualidad son:

No hay bitácoras ni registros donde se pueda analizar la periodicidad de las fallas

La manera de convertir estos errores en áreas de oportunidad y resolverlos desde su origen es:

La implementación de un nuevo sistema de gestión que dará oportunidad de resolver todos los problemas detectados hasta el momento.

La implantación del proyecto del caso práctico, se realizara a algunas salas de exhibición:

Se iniciará con un muestreo de 7 equipos y se continúa con el resto de salas y equipos, si así se determina en el trayecto del análisis.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.24 Hoja para Análisis de la Situación Actual. (Resumen).

5.5.3 Alcance del proyecto

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ALCANCE DEL PROYECTO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Se partió de una muestra de un equipo del museo MCI y de este se siguió la metodología propuesta al mayor detalle posible.

Para el caso específico del proyecto de Tesis se han desarrollado los formatos propuestos en la tesis tomando como muestra del museo (el Van de Graaff), éste es uno de los equipos de mayor importancia en un museo de ciencias como en el Rehilete ubicado en Pachuca Hidalgo.

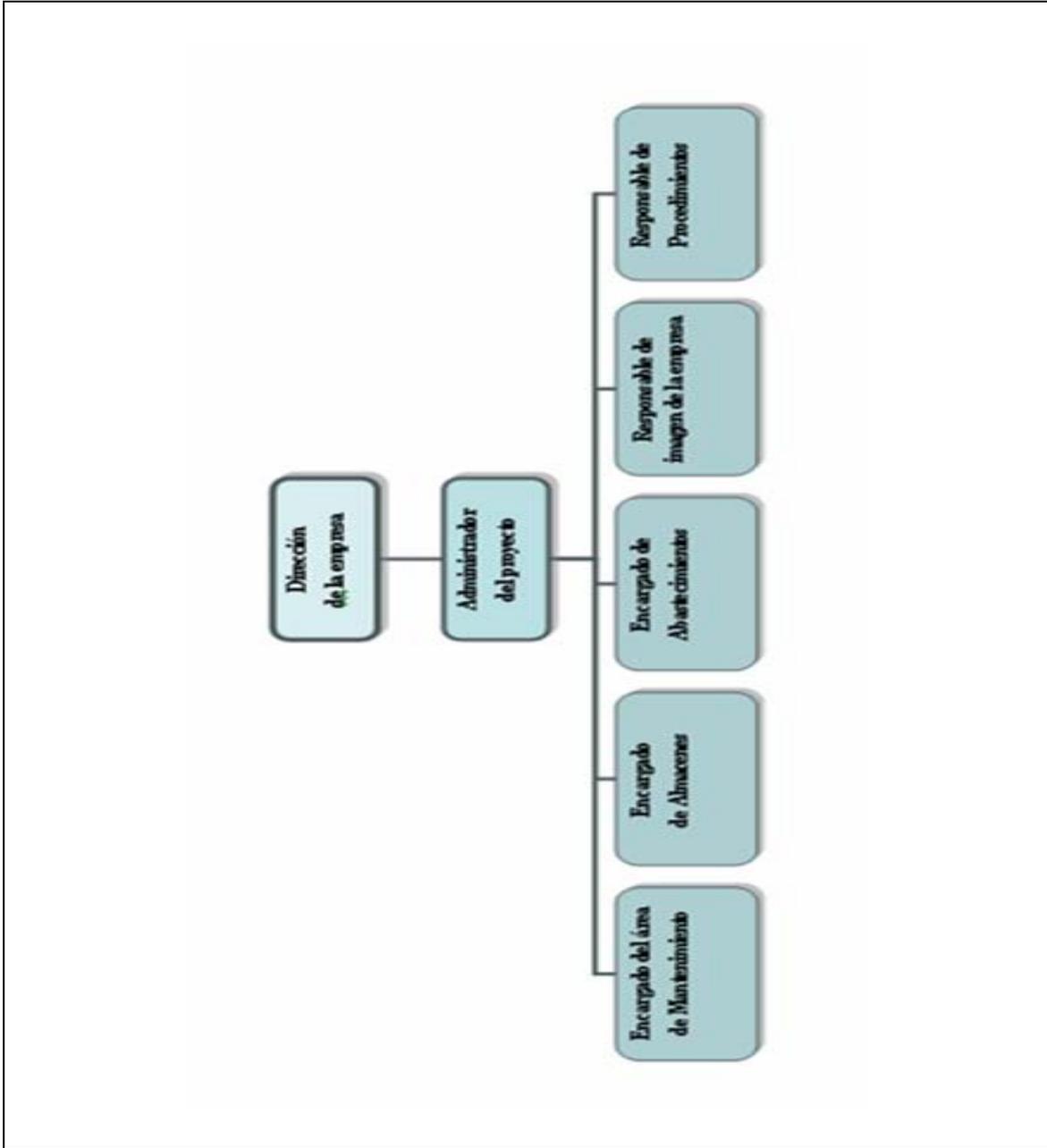
Los formatos que se han elaborado corresponden a un ejercicio de cómo se puede hacer la aplicación práctica de la tesis propuesta.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.25 Hoja para Alcance del proyecto.

5.5.4 Organigrama del proyecto

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ORGANIGRAMA DEL PROYECTO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de



Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.26 Organigrama del proyecto.

5.5.5 Lista de actividades

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
LISTA DE ACTIVIDADES				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

No.	Nombre de tarea
0	Sistematización de la Gestión del Mantenimiento
1	Definición del proyecto
1.1	Alcance del proyecto
1.2	Equipo de trabajo
1.3	Calendarización de actividades
1.4	Definir seguimiento del proyecto
2	Análisis de la Situación Actual del Museo
2.1	Perfil del Museo
2.2	Análisis de procesos y políticas
3	Plan estratégico del Museo
3.1	Misión
3.2	Visión
3.3	Valores
3.4	Difusión del resultado del plan estratégico
4	Definición de la Sistematización de la Gestión del mantenimiento
4.1	Objetivos del área de mantenimiento
4.1.1	Indicadores
4.2	Levantamiento de información de los equipos
4.2.1	Toma de inventario de equipos
4.2.2	Plano de distribución
4.2.3	Ficha administrativa por equipo
4.2.4	Manuale de Servicio
4.2.5	Bitácora de equipos
4.3	Análisis de los equipos y Determinación del tipo de mantto.
4.3.1	Clasificación Cualitativa
4.3.2	Clasificación por el Metodo GUT
4.4	Indicadores de evaluación de equipos
4.5	Procesos del mantenimiento
4.5.1	Diagrama de procesos de mantenimiento
4.5.2	Planeación y programación del mantenimiento
4.5.3	Seguridad y medio ambiente
4.5.4	Modelo de inspección
4.5.5	Orden de trabajo
4.6	Herramientas poara el control
4.6.1	Componentes del almacén del mantenimiento
4.6.2	Calculo del nivel de inventario de refacciones
4.6.3	Niveles de inventario
4.6.4	Procedimiento para el control del almacén de mantenimiento
5	Preparación de implantación
5.1	Preparación de la implantación
5.2	Informe final
6	Implantación
6.1	Implantación

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.27 Lista de Actividades Parte 1.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO			
LISTA DE ACTIVIDADES			
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”			
Clave documento		Fecha	/ /
			Pág. de

Diagrama de Gantt	No.	Nombre de tarea
	7	<input type="checkbox"/> Evaluación de la implantación
	7.1	Toma de resultados
	7.2	Reporte de resultados
	8	<input type="checkbox"/> Administración del mantenimiento
	8.1	<input type="checkbox"/> Indicadores de productividad
	8.1.1	Mantenimiento predictivo realizado
	8.1.2	Mantenimiento preventivo realizado
	8.1.3	Mantenimiento correctivo realizado
	8.2	<input type="checkbox"/> Eficacia del mantenimiento
	8.2.1	Equipos disponibles
	8.2.2	Evaluación del mantenimiento predictivo
	8.2.3	Número de fallas en el museo
	8.2.4	Tiempo fuera de servicio
	8.2.5	Horas hombre en mantenimiento correctivo.
	8.3	<input type="checkbox"/> Costos del mantenimiento
	8.3.1	Fuerza laboral
	8.3.2	Mano de obra
	8.3.3	Costo hora mantenimiento
	8.3.4	Costo supervisión.
8.3.5	Costo real de mantenimiento	
8.3.6	Costo preventivo contra correctivo.	
8.3.7	Tasa de rotación de inventario	
8.3.8	Costo de refacciones	
9	<input type="checkbox"/> Preparación del Arranque	
9.1	Plan de la capacitación	
9.2	Capacitación	
9.3	Documentación de procedimientos y políticas	
10	<input type="checkbox"/> Arranque	
10.1	Cuenta regresiva (tener listo el proyecto)	
11	<input type="checkbox"/> Evaluación de la implantación	
11.1	Toma de resultados	
11.2	Reporte de resultados	

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.28 Lista de Actividades Parte 2.

5.5.6 Seguimiento del Proyecto

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
SEGUIMIENTO DEL PROYECTO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Se podrá hacer con cualquier herramienta del control de los proyectos, puede ser con alguna de las que se encuentran en el mercado de software

Es importante evaluar si las actividades son las que se proponen en la lista de actividades o es necesario quitar o aumentar

Como siguiente paso será asignar duración a cada actividad tomando en cuenta que algunas actividades son muy cortas como el levantar el inventario de equipos y que otras pueden ser tan complicadas que se deban de ejecutar entre varias personas y se llevarán mucho tiempo como ejemplo de esto tenemos los manuales técnicos de cada equipo.

Posteriormente se deberá establecer las dependencias entre actividades

Cuando se tiene actividades, duración y dependencias se podrá estimar tiempos de desarrollo

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.29 Seguimiento del Proyecto.

5.6 Preparación de la sistematización.

5.6.1 Indicadores de evaluación de equipos

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (OBJETIVOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO)				
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencias Interactivo " X "				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:	Van der Graaff	Número Identificación del Inventario:	9999
--------------------	----------------	---------------------------------------	------

INDICADOR	NIVEL ACTUAL	NIVEL META	DELTA
	%	%	%
Tiempo medio para la reparación (hrs/mantenimientos).	4	10	6
Tiempo medio para la falla de peines (hrs/fallas detectadas)	19	39	20
Tiempo medio para intervenciones preventivas (hrs/mantenimientos)	2	4	2
Disponibilidad de equipos	10	10	10
Porcentajes de disponibilidad	10	10	10
Tasa de fallas	10	10	10
Tasa de reparación.	10	10	10

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.30 Indicadores de Evaluación de Equipos.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (OBJETIVOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO)				
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:		Número Identificación del Inventario:	
--------------------	--	---------------------------------------	--

INDICADOR	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO META	DELTA
	%	%	%
Tiempo medio para la reparación.			
Tiempo medio para la falla			
Tiempo medio para intervenciones preventivas			
Disponibilidad de equipos			
Porcentajes de disponibilidad			
Tasa de fallas			
Tasa de reparación.			

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.31 Indicadores de Evaluación de Equipos (continuación).

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (OBJETIVOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO)				
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencias Interactivo “ X ”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:		Número Identificación del Inventario:	
--------------------	--	---------------------------------------	--

INDICADOR	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO META	DELTA
	%	%	%
Tiempo medio para la reparación.			
Tiempo medio para la falla			
Tiempo medio para intervenciones preventivas			
Disponibilidad de equipos			
Porcentajes de disponibilidad			
Tasa de fallas			
Tasa de reparación.			

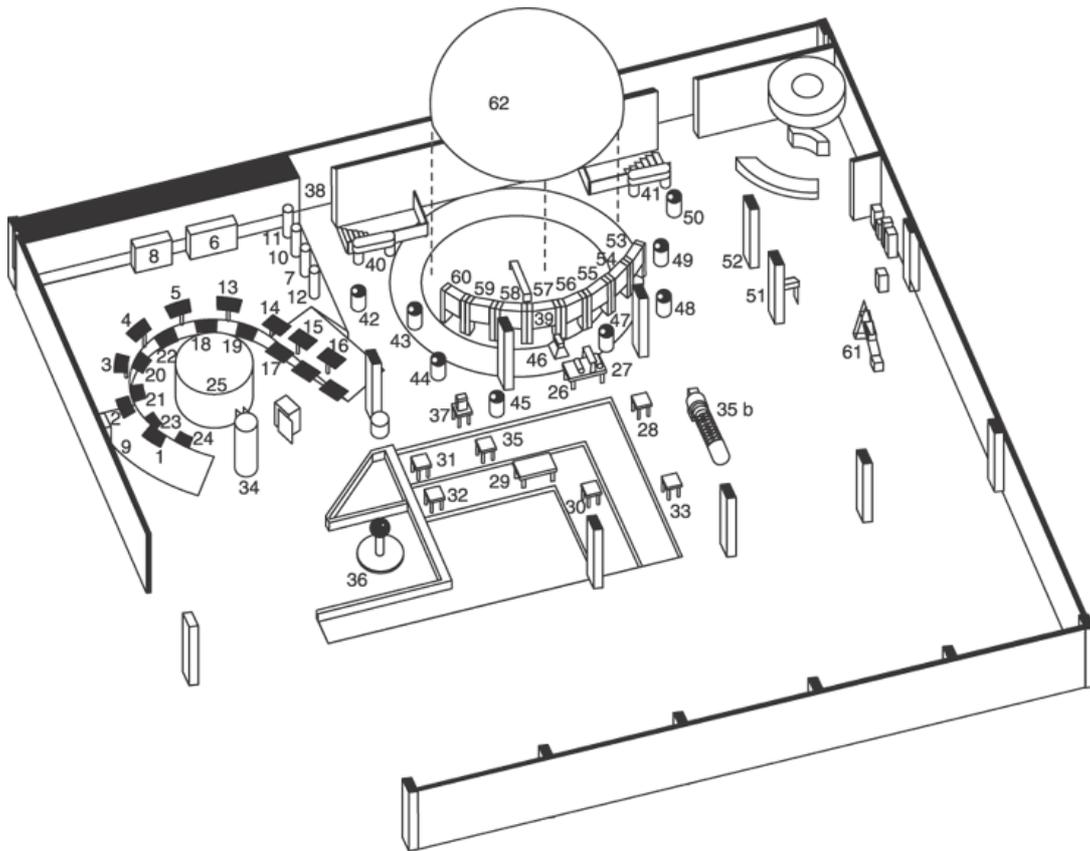
Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.32 Indicadores de Evaluación de Equipos (continuación).

5.6.3 Plano de distribución de equipos

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)			
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS			
Museo de Ciencias Interactivo "Universum"			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. de

(Ejemplo del Museo Universum; fuente: Universum@unam.edu.mx)



Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.34 Plano de Distribución de Equipos.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)				
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencias Interactivo "Universum"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de
01.	<u>Circuito eléctrico,- RC-RL</u>	33.	<u>Pila electroquímica ácido</u>	
02.	<u>1ra. Ley de Kirchhoff</u>	34.	<u>Escalera de chispas</u>	
03.	<u>2da. Ley de Kirchhoff</u>	35.	<u>Barritas repulsoras</u>	
04.	<u>Circuito eléctrico: apagador escalera</u>	35b.	<u>Dinamitron</u>	
05.	<u>Circuito eléctrico: encuentra el voltaje</u>	36.	<u>Van de Graaff (grande)</u>	
06.	<u>Aros de aluminio</u>	37.	<u>Van de Graaff (chico)</u>	
07.	<u>Electroimán de 5 kg.</u>	38.	<u>Cámara obscura</u>	
08.	<u>Radio con caja de Faraday</u>	39.	<u>Curso de óptica</u>	
09.	<u>Antena Dipolo</u>	40.	<u>Banco óptico burdo</u>	
10.	<u>Anillo de Thompsom</u>	41.	<u>Banco óptico fino</u>	
11.	<u>Alambres que se atraen y se repelen</u>	42.	<u>Barra invisible en un liquido</u>	
12.	<u>Efecto piezoeléctrico</u>	43.	<u>Lápiz que se dobla</u>	
13.	<u>Bocinas acopladas</u>	44.	<u>Microscopio</u>	
14.	<u>Transformador de voltaje</u>	45.	<u>Prismáticos</u>	
15.	<u>Transformador de corriente</u>	46.	<u>Imagen real</u>	
16.	<u>Transformador combinado</u>	47.	<u>Lente convergente</u>	
17.	<u>Pila eléctrica</u>	48.	<u>Cámara fotográfica</u>	
18.	<u>Resistencias eléctricas en serie</u>	49.	<u>Partes de una cámara</u>	
19.	<u>Resistencias eléctricas en paralelo</u>	50.	<u>Reflexión total</u>	
20.	<u>Ley de Ohm voltaje cte.</u>	51.	<u>Telescopio de reflexión</u>	
21.	<u>Ley de Ohm corriente cte.</u>	52.	<u>Mural lentes</u>	
22.	<u>Ley de Ohm resistencia cte.</u>	53.	<u>Espejo parabólico unidimensional 1</u>	
23.	<u>Generador eléctrico de inducción</u>	54.	<u>Espejo parabólico unidimensional 2</u>	
24.	<u>Materiales electroestáticos</u>	55.	<u>Espejo parabólico unidimensional 3</u>	
25.	<u>Bobina de Tesla</u>	56.	<u>Reflexión total semicírculo</u>	
26.	<u>Maquina electrostática de toques</u>	57.	<u>Espectro electromagnético</u>	
27.	<u>Máquina electrostática de chispas</u>	58.	<u>Lente convergente 1</u>	
28.	<u>Mesa de toques</u>	59.	<u>Lente convergente 2</u>	
29.	<u>Mesa de imanes</u>	60.	<u>Lente divergente 1</u>	
30.	<u>Caja de agujas imantadas</u>	61.	<u>Telescopio reflector tipo Cassegrain</u>	
31.	<u>Pila electroquímica papa</u>	62.	<u>Laserium</u>	
32.	<u>Pila electroquímica barras</u>			

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.35 Plano de Distribución de Equipos.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

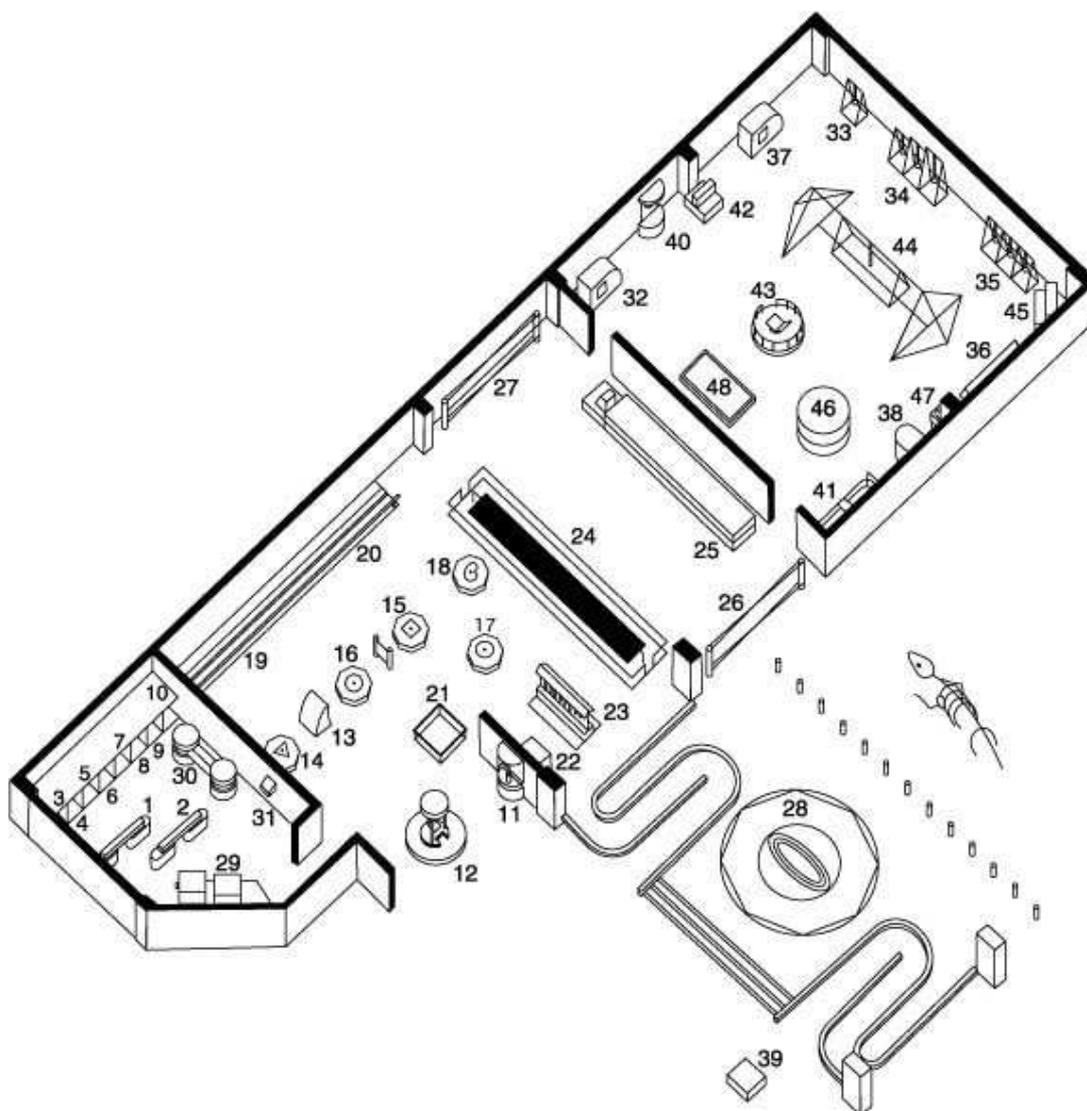
Museo de Ciencias Interactivo "Universum"

Clave documento

Fecha

/ /

Pág. de



Elaboró

Revisó

Aprobó

Figura 5.36 Plano de Distribución de Equipos.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)				
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencias Interactivo “Universum”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

- | | |
|---|---|
| 01. <u>Superposición con barritas deslizantes 1</u> | 25. <u>Aparato de olas</u> |
| 02. <u>Superposición con barritas deslizantes 2</u> | 26. <u>Excitación en alambre longitud variable</u> |
| 03. <u>Tanque de ondas 1, difracción con obstáculo circular</u> | 27. <u>Excitación en alambre tensión desigual</u> |
| 04. <u>Tanque de ondas 2, difracción</u> | 28. <u>Eje de Cardán</u> |
| 05. <u>Tanque de ondas 3, difracción principio de Huygens Fresnel</u> | 29. <u>Espectrodifractómetro de Rayos X</u> |
| 06. <u>Tanque de ondas 4, interferencia</u> | 30. <u>Excitación en alambre tensión desigual (chico)</u> |
| 07. <u>Tanque de ondas 5, convergencia de una lente</u> | 31. <u>Ondas con sombra</u> |
| 08. <u>Tanque de ondas 6, refracción</u> | 32. <u>Introducción al movimiento</u> |
| 09. <u>Tanque de ondas 7, reflexión en una elipse</u> | 33. <u>Ley del péndulo</u> |
| 10. <u>Tanque de ondas 8, reflexión en una parábola</u> | 34. <u>Péndulo de longitud variable</u> |
| 11. <u>Oscilador armónico</u> | 35. <u>Péndulos de masa variable</u> |
| 12. <u>Oscilación armónico niño</u> | 36. <u>Péndulos acoplados</u> |
| 13. <u>Galería ondas</u> | 37. <u>Puente Tacoma</u> |
| 14. <u>Placa Chladni triangular</u> | 38. <u>Acoplamiento péndulos invertidos</u> |
| 15. <u>Placa Chladni cuadrada</u> | 39. <u>Giróscopo de precisión controlada</u> |
| 16. <u>Placa Chladni hexagonal</u> | 40. <u>Cronómetro astronómico</u> |
| 17. <u>Placa Chladni circular</u> | 41. <u>Péndulo doble grande</u> |
| 18. <u>Placa Chladni paleta de pintor</u> | 42. <u>Péndulo doble chico</u> |
| 19. <u>Ondas transversales</u> | 43. <u>Silla giratoria</u> |
| 20. <u>Ondas bidimensionales</u> | 44. <u>Figuras de Lissajous</u> |
| 21. <u>Ondas bidimensionales</u> | 45. <u>Tiro parabólico</u> |
| 22. <u>Gelatina de resortes</u> | 46. <u>Regulador de bolas</u> |
| 23. <u>Carillón</u> | 47. <u>Bocina con anillos de fleje</u> |
| 24. <u>Ondas manuales</u> | 48. <u>Billar</u> |

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.37 Plano de Distribución de Equipos.

5.6.4 Ficha Administrativa por Equipo

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)				
FICHA ADMINISTRATIVA POR EQUIPO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Fecha de elaboración:	___/___/___	Número Identificación del Inventario:	
Nombre del equipo:			
Número de Serie:		Modelo:	
Ubicación:			
Fabricado por:		Comprado a:	
Fecha de adquisición:		Factura de compra:	
Manuales:	SI () NO ()	Costo de origen:	
Función:			
Modificaciones:			
Resguardo:			

Observaciones:

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.38 Ficha Administrativa.

5.6.5 Manual de Servicio

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

MUSEO DE CIENCIAS INTERACTIVO

MANUAL DE SERVICIO	
GENERADOR DE VAN DE GRAAFF	NUMERO DE SERIE 0000
NUMERO DE INVENTARIO 9999	
CONTENIDO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. PARTES..... 2. NOMBRE DE PARTES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS..... 3. FICHA TÉCNICA..... 4. LOCALIZACIÓN DE FALLAS..... 5. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO..... 6. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO..... 7. REPUESTOS Y REFERENCIAS DE MATERIALES..... 	

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.39 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de



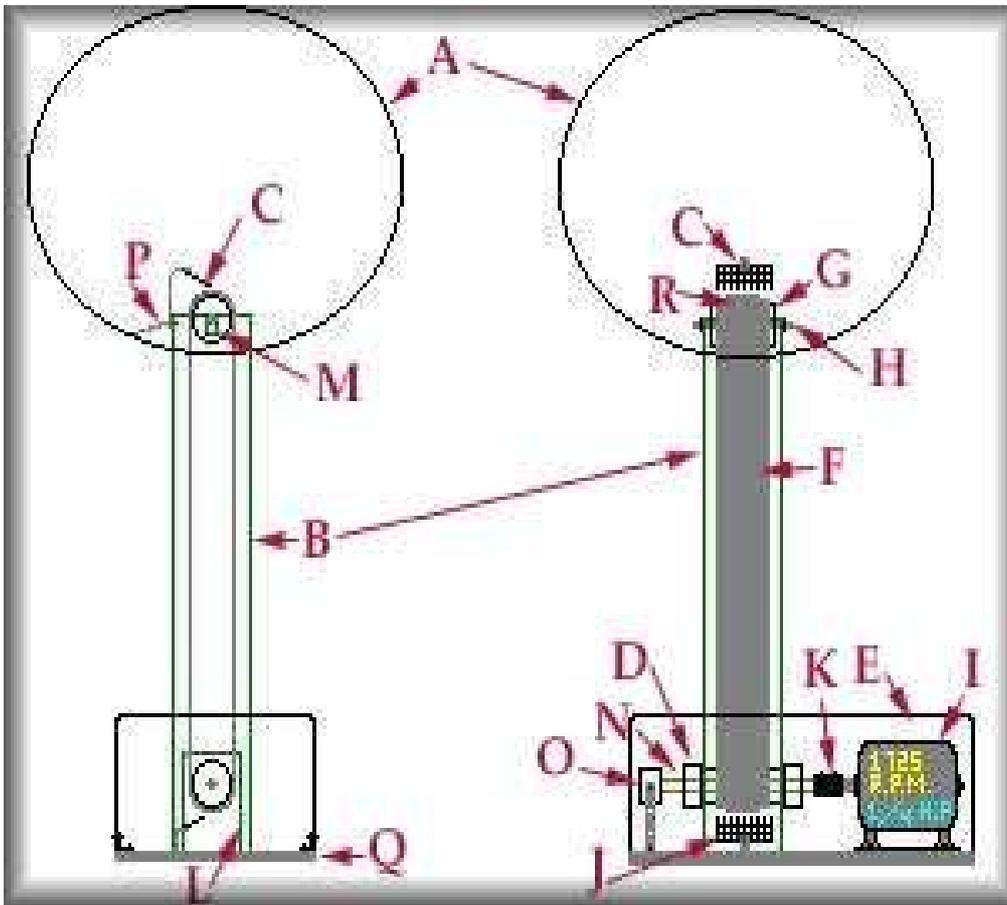
Generador Van De Graaff

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.40 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
MANUAL DE SERVICIO			
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. de

1	PARTES
---	--------



Generador de Van De Graff (Partes)

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.41 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

2	NOMBRE DE PARTES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
---	---

Van De Graaff (GVDG) Figura 2	Especificaciones y dimensiones
----------------------------------	--------------------------------

A	Domo	Acero inox. 1 m de diámetro
B	Soporte de domo	Tubo de acrílico 700 mm de longitud con dos tapas de metal en los extremos atravesadas por un eje
C	Peine superior	Fina malla de aproximadamente 210 hilos de cable a un espacio de 1mm entre ellos.
D	Rodillo inferior	Tubo de aluminio 300 mm de longitud con dos tapas de metal en los extremos atravesadas por un eje
E	Cubierta de motor	Lamina conectada a tierra
F	Banda	Látex 1.5 mm de espesor y 300 de ancho
G	Rodillo superior	Tubo de PVC 150 mm de diámetro
H	Eje de rodillo superior	Ajustable para ajuste de tensión de la banda
I	Motor	¼ HP 1725 RPM 115 C.A. 4.4 Amp.
J	Peine inferior	Fina malla de aproximadamente 210 hilos de cable a un espacio de 1mm entre ellos
K	Cople	Acoplamiento del eje del motor con el eje del rodillo inferior
L	Hueco	Corte inferior en el soporte del domo para permitir el paso del eje
M	Hueco Pequeño	Pequeño corte en el soporte del domo para el eje ajustable

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.42 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

2	NOMBRE DE PARTES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
---	---

Van De Graaff (GVDG) Figura 2	Especificaciones y dimensiones
--------------------------------------	---------------------------------------

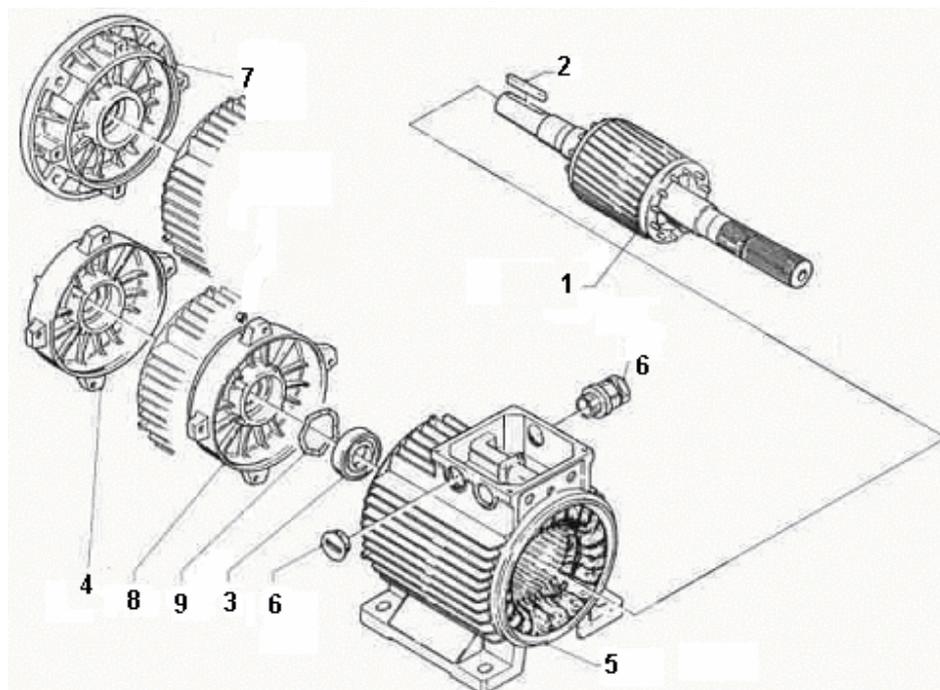
N	Eje del rodillo inferior	Conectado al motor
O	Ensamble del eje conductor de movimiento	Bloque de madera como soporte y ensamble del cojinete del eje inferior
P	Cable conector	Conexión entre el domo y el peine superior de descarga
Q	Base	Madera de 20 mm de espesor con apoyos de 50 mm x 100 mm

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.43 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo "El Rehilete"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Tabla 1 Nombre de partes, especificaciones y dimensiones



Motor (Parte I de la Tabla 1)

NOMBRE DE LAS PIEZAS DEL MOTOR

- 1 Grupo eje rotor
- 2 Chaveta
- 3 Rodamiento de acople
- 4 Escudo de acople
- 5 Carcasa motor
- 6 Prensaestopas
- 7 Escudo brida(B5)
- 8 Escudo brida(B14)
- 9 Retén elástico compensador

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.44 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

3	FICHA TÉCNICA
---	---------------

Operaciones

Verificaciones periódicas

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Inspeccionar las conexiones eléctricas, la conexión a tierra y el aislamiento de los cables.
- Inspeccionar el estado general y limpiar el motor.
- Comprobar las vibraciones y el estado de los anclajes.

Seguridad

- Verificar que la máquina esté parada manualmente antes de manipular.
- Siempre desconecte el cable eléctrico antes del mantenimiento del motor.
- Nunca opere el generador cuando existan problemas en la corriente eléctrica. Desconecte su máquina hasta que la electricidad se normalice.
- No usar líquidos inflamables para limpieza.
- Mantenga partes metálicas lejos unas de otras y lejos de la “conexión a tierra”. Incluyendo cables aislados.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.45 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

3	FICHA TÉCNICA
---	---------------

Operaciones _____

Revisión General

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Periódicamente mantener limpia libre de grasa y polvo tanto la banda, rodillos y domo del generador.

Periódicamente inspeccione el desgaste de los carbones del motor.

Lubricar y engrasar los cojinetes y rodamientos.

Comprobar y ajustar la alineación del grupo motor-generador.

Verificar el estado de los acoplamientos del motor y generador.

Seguridad

- Verificar **que la máquina esté parada manualmente antes de manipular.**
- Siempre desconecte **el cable eléctrico antes del mantenimiento del motor.**
- Nunca **opere el generador cuando existan problemas en la corriente eléctrica. Desconecte su maquina hasta que la electricidad se normalice.**
- No usar **líquidos inflamables para limpieza.**

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.46 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

4	LOCALIZACIÓN DE FALLAS
---	------------------------

- Los Generadores Van De Graaff (GVD) normalmente fallan debido a una combinación de suciedad y humedad.
- Pueden fallar si la humedad es demasiado alta. El aire húmedo causa una ligera humedad en las bandas volviéndose menos conductivas.
- El GVD también puede fallar si los rodillos, bandas y columna están sucios aún cuando el ambiente es seco.
- Si la humedad no es el problema y se puede escuchar el motor funcionando verificar que la banda y rodillos estén en movimiento.
- Si el motor no funciona revisar conexiones.
- Verificar que los peines se encuentren correctamente conectados
- Las puntas de los peines no deben arrastrar sobre la banda y deben estar conectadas apropiadamente.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.47 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

5	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO
---	---------------------------------

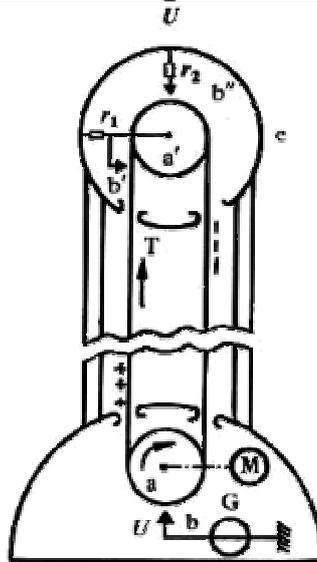
- Las puntas de los peines deben estar a ± 6 mm sobre la superficie de la banda.
- El peine superior debe estar conectado al hueco del domo.
- El peine inferior debe estar conectado a la terminal de la fuente de poder.
- Para ajustar los peines poner el generador en corto circuito con un amperímetro, después poner en posición el peine para obtener corriente máxima (comúnmente de 5 ma A 20 Ma).
- Verificar el estado de los acoplamientos del motor.
- Mantener alejado, por lo menos a 50 mm de la banda y rodillos, cualquier metal puntiagudo.
- Reemplazo de los carbones del motor. El tamaño de los carbones cuando son nuevos es aproximadamente 3/4(19mm) cuando el tamaño es 1/4(6.35mm) o mas pequeño la sustitución es necesaria. Para reemplazar los carbones desconecte su maquina y destornille las tapas. El contorno de los carbones tiene que hacer juego con la armadura del motor

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.48 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo "El Rehilete"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

6	DIAGRAMA
---	----------



Descripción del funcionamiento del GVDG

Los dos rodillos cilíndricos están hechos de metal. Una fuente de corriente continua G de 5 a 10 KV carga el peine inferior (ionizador de carga B) con una tensión (corriente) negativa. El peine inferior esta ionizado por el campo E_{ba} quien se establece entre él y el rodillo puesto a tierra.

Las cargas positivas son transportadas por la banda transportadora aislante hacia lo alto del aparato Doble carga: El segundo rodillo (a', en la esfera) es llevada a un potencial superior a aquel del electrodo esférico, con la ayuda de una resistencia (r1) quien "levanta" el peine ionizador b' a este electrodo. El peine ionizador de "debit" b'', que se encuentra sensiblemente al mismo potencial que el electrodo esférico, recarga la correa con la electricidad de signo opuesto.

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.49 Manual de servicio.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
MANUAL DE SERVICIO				
Museo de Ciencias Interactivo “El Rehilete”				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

7	REPUESTOS Y REFERENCIAS DE MATERIALES
---	---------------------------------------

- Evite usar madera, tela, papel u otros materiales del fibrosos como las estructuras aislantes.
- Para cualquier reparación hacerlo con plásticos y caucho.
- Evitar usar cables muy delgados y desnudos.
- Se recomienda aislar los cables colocándolos dentro de tubos utilizados en acuarios
- Algunos tipos de caucho negro no son conductivos. Los recomendados son los de color gris o color café.
- Se puede utilizar una banda de caucho siempre y cuando un rodillo sea de polietileno y el otro de metal. (En la mejor medida evite el caucho Negro).
- Materiales con propiedades de perder o ganar electrones

Los Más positivos

(en este extremo pierden electrones)

Asbesto, pelo de conejo, vidrio, cabello, nylon, lana, seda, papel, algodón, goma dura, goma sintética, poliéster, plastoform, orlon, saran, poliuretano, polietileno, polipropileno, Cloruro de Polivinilo (tubo PVC), teflón, goma de silicona

Los Más negativos (en este extremo roban electrones)

Carbones:

1 par de carbones para motores de 110 Voltios

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.50 Manual de servicio.

5.6.6 Bitácora por equipo

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN)				
BITÁCORA POR EQUIPO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:		Número Identificación del Inventario:	
--------------------	--	---------------------------------------	--

En caso de falla

Defecto del equipo	
Acción correctiva	
Refacciones / materiales utilizados	
Observaciones	
Condición general del equipo	
Observaciones	
Tiempo consumido	

En caso de inspección

Inspección / Medición	
Niveles fuera de especificaciones	
Resultados de pruebas E inspecciones	
Acciones preventivas	
Tiempo consumido	

Traslados

Ubicación origen	
Ubicación final	

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.51 Bitácora por Equipo.

5.7 Proceso de la sistematización

5.7.1 Clasificación cualitativa

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL TIPO DE MANTO.)				
CLASIFICACIÓN CUALITATIVA				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Nombre del Equipo:					Número Identificación del Inventario:	
No.	Criterio	Calif. = 3	Calif. = 2	Calif. = 1	Calificación	

1	Importancia del equipo en la exposición.	Muy importante	Importante	Secundario	
2	Tipo de equipo	Interactivo	Demostrativo	Contemplativo	
3	Tipo de Funcionamiento	Constante	Intermitente	Esporádico	
4	Nivel de interactividad	Alto	Medio	Bajo	
5	Demanda del Equipo	Muy visitado	Visitado	Poco visitado	
6	Tipos de elementos que interviene en el equipo: Mecánico eléctrico, Electrónico.	3 elementos	2 elementos	1 elemento	
7	% de elementos del equipo no susceptibles a Mantenimiento	10%	20%	70%	
				TOTAL	

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.52 Clasificación Cualitativa.

5.7.2 Clasificación por el método GUT

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL TIPO DE MANTO.)				
CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO "G U T"				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Equipo Id. Inventario	#1 _____				#2 _____				#3 _____			
Personal de evaluación	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT
Prioridad	1° Σ				2° Σ				3° Σ			

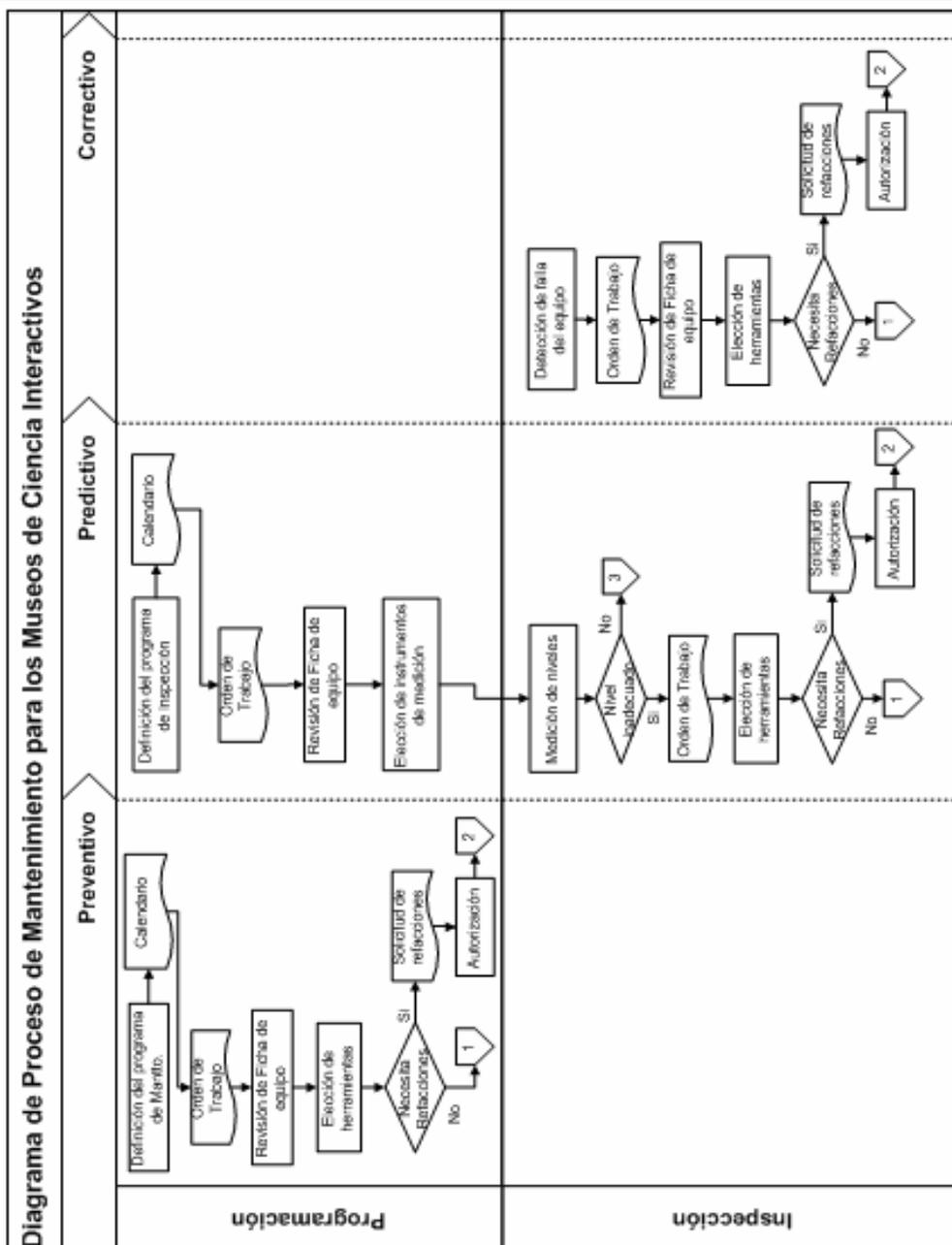
G = Gravedad Calificación de 1 a 5
U = Urgencia Calificación de 1 a 5
T = Tendencia Calificación de 1 a 5

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.53 Clasificación por el método "G. U. T?".

5.7.3 Diagrama del ciclo de control del mantenimiento

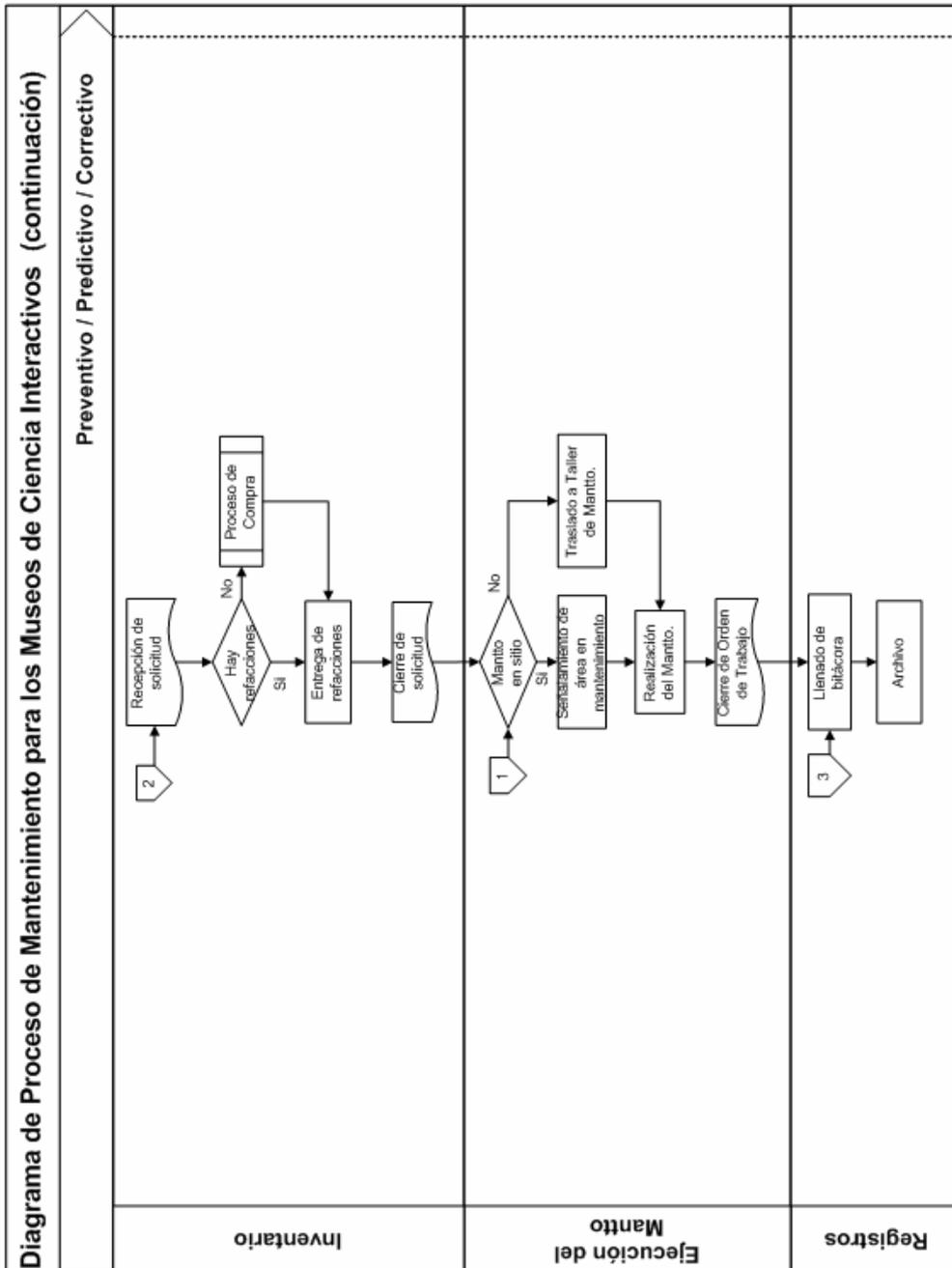
DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL TIPO DE MANTO.)			
DIAGRAMA DEL CICLO DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO			
Museo de Ciencia Interactivo "X"			
Clave documento		Fecha	/ / Pág. de



Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.54 Diagrama del Ciclo de Control del Mantenimiento.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL TIPO DE MANTO.)				
DIAGRAMA DEL CICLO DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de



Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.55 Diagrama del Ciclo de Control del Mantenimiento.

5.7.4 Indicadores de evaluación de equipos

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO														
EQUIPO	Pro Ant .	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pro Act.

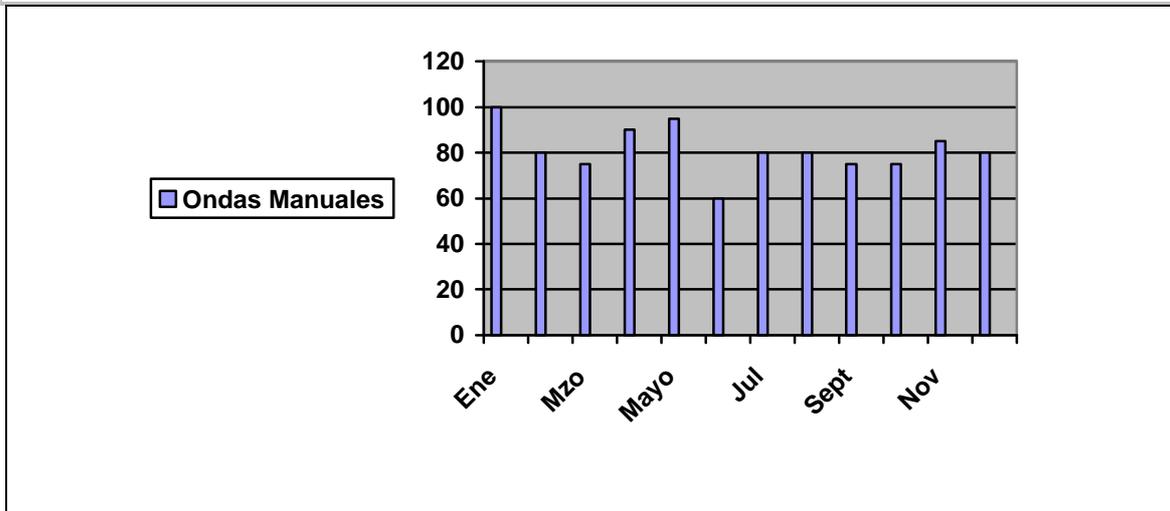
Gráfica:

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.56 Indicadores de Evaluación de Equipos.

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. De

DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO														
EQUIPO	Pro Ant	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pro Act.
Ondas manuales		100	80	75	90	95	60	80	80	75	75	85	80	81
Van de Graff		100	70	75	90	95	60	80	70	75	90	90	80	81
Pila Ácido		100	90	95	100	80	90	50	75	80	85	85	90	85
Silla giratoria		100	90	75	90	95	60	80	50	90	100	100	100	86
Aparato de olas		100	100	80	100	80	100	75	90	95	60	80	100	80
Ley del Péndulo		100	70	75	90	95	60	80	90	80	50	100	90	82
Péndulos de Newton		100	90	90	90	80	80	80	75	90	95	60	80	90



Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.57 Indicadores de Evaluación de Equipos.

5.7.5 Formato de Inspección

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (PROCESOS DEL MANTENIMIENTO)				
FORMATO DE INSPECCIÓN				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Componentes	Equipo	Número de Inventario		Buena condición	Requiere limpieza	Requiere lubricación	Examinar el calor	Suelto	Requiere reparación gral	Requiere reemplazo	Ver comentarios adicionales	Requiere pintura	Inspección en Marcha M	Inspección Fuera de serv. F
	Número de Inventario													
	Aspecto general													
	Bueno	Regular	Malo											
Mecánico														
Eléctrico														
Corrección	Observaciones													
	Mantenimiento a realizar													
	Prioridad													
Elaboró		Revisó			Aprobó									

Figura 5.58 Formato de Inspección.

5.7.6 Orden de trabajo

DEFINICIÓN DE LA SISTEMATIZACIÓN... (PROCESOS DEL MANTENIMIENTO)				
ORDEN DE TRABAJO				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

No. Orden		Solicitante					
Nombre equipo							
Número de Inventario		Turno					
Ubicación		Asignado a					
Prioridad	Emergencia <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Programada <input type="checkbox"/>						
El trabajo debe completarse sin interrupción Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>							
Fecha inicio		Fecha término					
Descripción general del trabajo							
Mano de obra		Materiales					
Tiempo		Partes		Precio			
Est.	Real	Descripción detallada del trabajo		Desc.	Núm.	Unidad	Total

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.59 Orden de trabajo.

5.7.7 Tabla de indicadores de la productividad

ANEXO #6 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
TABLA DE INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Gpo.	INDICADOR	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO META	DELTA
		%	%	%
	INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD			
	Mantenimiento preventivo realizado			
	Mantenimiento predictivo realizado			
	Mantenimiento correctivo realizado			
	EFICACIA DEL MANTENIMIENTO			
	Equipos Disponibles			
	Evaluación del mantenimiento predictivo			
	Numero de fallas en el museo			
	Tiempo fuera de servicio			
	Horas hombre en mantenimiento correctivo			
	COSTOS DEL MANTENIMIENTO			
	Fuerza laboral			
	Mano de obra			
	Costo de hora de mantenimiento			
	Costo supervisión			
	Costo real mantenimiento			
	Costo preventivo contra correctivo			
	Tasa de rotación inventario			
	Costo de refacciones			

INSTRUCCIONES:

- Medir los indicadores actuales y registrar en Nivel de Servicio Actual
- Establecer para cada indicador el nivel de servicio meta
- Calcular el Delta % = Nivel de servicio meta - Nivel de servicio actual
- El indicador que primero a resolver será el de mayor diferencial

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura 5.61 Tabla de Indicadores de Productividad.

Conclusión

Este trabajo obedece a la necesidad de los Museos de Ciencias Interactivos de contar con sistemas efectivos de mantenimiento, para que los equipos presten el nivel de servicio adecuado para divulgar la ciencia.

(Argumentos) No se ha encontrado una propuesta anterior a la presentada en este documento para la gestión del mantenimiento enfocada a los equipos de los MCI, la mayoría de los sistemas que están difundidos se enfocan a la industria de la transformación e industrias que por su alta complejidad en sus maquinarias y equipos requieren sistemas especializados y por ende complejos. Actualmente en un gran porcentaje se lleva a cabo mantenimiento del tipo correctivo con sus mencionadas consecuencias: mal nivel de servicio, costos altos, riesgos no atendidos a tiempo.

(Propuesta y descripción del método) El propósito es facilitar la implantación de un nuevo sistema de mantenimiento para los MCI que hayan decidido arrancar el proyecto, otorgando los lineamientos a seguir, determinando el tipo de mantenimiento más conveniente a cada clase de equipo, estableciendo los procesos y políticas pertinentes, dando seguimiento en todo momento a las tareas programadas para el buen término del mismo.

(Consecuencia de la aportación) El visitante podrá practicar o interactuar con la ciencia a través de equipos funcionalmente confiables, y consecuentemente el museo alcanzará un alto prestigio y confiabilidad, cumpliendo con la misión esencial del museo.

Al mejorar la calidad en el desempeño de cada equipo y monitorear la productividad del mantenimiento, se obtendrán datos específicos que al ser analizados, se pueden tomar decisiones estratégicas con el consecuente ahorro optimizando los inventarios, contar con personal calificado y suficiente, mejorar la capacidad del mantenimiento.

(Lo relevante) Se le proporcionan técnicas específicas para elegir el nivel de

confiabilidad deseado en los equipos, su clasificación para determinar el tipo de mantenimiento adecuado y la jerarquía apropiada para el tratamiento de las fallas.

(Investigaciones futuras sugeridas) Se dejó abierto el criterio de la forma en que puede ser aplicada esta metodología ya sea aumentando o disminuyendo conceptos dependiendo del alcance deseado por el museo. Se puede aumentar en temas que involucran estrategias globales de empresa y de gestión de los recursos humanos y como base hacia sistemas de calidad.

Bibliografía

- Título: Diccionario APICS
 Año 1999
- Autor Luz María Ibarra
 Título Aprende Fácilmente con tus Imágenes Sonidos y Sensaciones
 Editorial Garnik ediciones
 Año 1999
 País México
- Autor Instituto Latinoamericano de planeación Económica y social
 Título Guía para la presentación de Proyectos
 Editorial Siglo XXI
 Año 1989
 País México
- Autor NASSIR SAPAG CHAIN
 Título Criterios de evaluación de proyectos
 Editorial Mc Graw Hill de Management
 Año 1993
 País Madrid España
- Autor NORMAN R., HOWES
 Título Modern Project Management
 Editorial Amacom
 Año 2001
 País USA
- Autor ENRIQUE DOUNCE VILLANUVA
 Título La productividad en el mantenimiento industrial
 Editorial Cia. Editorial Continental
 Año 1998
 País México
- Autor MASAJI TAJARI
 Título TPM Implementation a japanese approah
 Editorial McGraw-Hill
 Año 1992
 País USA
- Autor SALIHO DUFFUA, A RAOUF, JOHN DIXON CAMPBELL
 Título Sistemas de mantenimiento, planeación y control
 Editorial Limusa Wyley
 Año 2002
 País México

Autor CUATROCASAS L
Titulo TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de productividad
Editorial Gestión 2000 S.A.
Año 2000
País Barcelona

Autor BOUCLY FRANCIS
Titulo Gestión del manenimiento
Editorial AENOR
Año 1992
País España

Autor MAURUS
Titulo El valor de las relaciones humanas
Editorial Ediciones Paulinas
Año 1985
País México

Autor MIGUEL ÁNGEL CORNEJO
Titulo Excelencia directiva para lograr la productividad
Editorial GRAD
Año 1987
País México

Autor GUILLERMINA BAENA, SERGIO MONTERO OLIVARES
Titulo Tesis en 30 días
Editorial Editores Mexicanos unidos
Año 2001
País México

Autor CORDOVA
Titulo La tesis, el trabajo de tesis
Editorial Limusa
Año 2002
País México

Autor GEORGINA ARELLANO VAZQUEZ, MARIA DEL CARMEN CLORD GALVAN
Titulo El caso de universum de UNAM

Anexos

Estrategias de implementación (el cómo) para la Sistematización del Mantenimiento en los MCI

En los Anexos se presentan las herramientas y técnicas necesarias como estrategias para la implementación de la sistematización del mantenimiento en los Museos de Ciencias Interactivos (MCI), y estos son:

Organización del Proyecto. Estructura organizacional y la adecuada gestión de los recursos humanos estratégicos y necesarios para la implantación del Sistema de Gestión.

Planeación y control del proyecto. Suministra herramientas y técnicas para la planeación de las actividades, asignación de los recursos a cada actividad, replanificando para resolver sobrecargas de trabajo desarrollando el presupuesto del proyecto, monitoreando el progreso de la implantación, resolviendo conflictos a tiempo y, asegurándose que el proyecto se complete en el tiempo y dentro del presupuesto proyectado.

Etapas del Proyecto

Etapa I	Definición del proyecto	Anexo 1
Etapa II	Definición de la Sistematización del mantenimiento	Anexo 2
Etapa III	Preparación de Implantación	Anexo 3
Etapa IV	Implantación	Anexo 4
Etapa V	Evaluación de la implantación	Anexo 5
Etapa VI	Administración del Mantenimiento	Anexo 6

Tabla A0.1 Etapas del Proyecto.

Anexo 1.- Definición del proyecto

Análisis de la Situación Actual del Museo

Identificación de la necesidad de mejorar el sistema de gestión del mantenimiento.

Aquí se podrá evaluar información general de un sistema de gestión de mantenimiento.

Revisión del objetivo del área de mantenimiento.

Es necesario verificar el o los objetivos del área de mantenimiento.

Evaluación del Plan de mantenimiento

También es importante evaluar el plan de mantenimiento y su efectividad.

Revisión de la gestión de mantenimiento actual.

El análisis de la situación actual se desarrolla en varios pasos y contestando las preguntas de los formatos que a continuación se muestran se podrá determinar la conveniencia o no de implementar un sistema de gestión para el área de mantenimiento:

Si al contestar honestamente las preguntas de esos formatos se identifica que hay más de tres que no se cumplen, vale la pena pensar en la revisión y/o la implementación de un sistema de gestión adecuado.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Identificación de la necesidad de mejorar el sistema de gestión del mantenimiento.

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Se cuenta con un sistema de gestión definido claramente?	(SI) (NO)
¿Se aplica adecuadamente dicho sistema de gestión?	(SI) (NO)
¿Existen indicadores de desempeño en el área de mantenimiento?	(SI) (NO)
¿Los indicadores son los adecuados?	(SI) (NO)
¿Los indicadores se llevan cabalmente?	(SI) (NO)
¿Se tienen disponibles para los visitantes arriba del 95% de los equipos constantemente?	(SI) (NO)
¿Los usuarios están satisfechos con el servicio otorgado por el área de Mantenimiento?	(SI) (NO)
¿El presupuesto que se asigna al área es el adecuado?	(SI) (NO)
¿El presupuesto alcanza para todo lo que es necesario hacer?	(SI) (NO)
¿Se tiene el número de personas adecuadas en el área de mantenimiento?	(SI) (NO)

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura A1.1 Análisis de la Situación Actual.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Revisión del objetivo del área de mantenimiento.

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Hay un objetivo definido del área de mantenimiento?	(SI) (NO)
En caso afirmativo, ¿está alineado al Plan Estratégico del MCI?	(SI) (NO)
¿El o los objetivos son medibles por medio de indicadores de desempeño?	(SI) (NO)
¿Se está llegando al nivel adecuado de dichos indicadores?	(SI) (NO)

Evaluación del Plan de mantenimiento

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Se tiene un plan de mantenimiento que incluya, mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, por lo menos?	(SI) (NO)
En caso de existir ¿se cumple dicho plan de mantenimiento?	(SI) (NO)
Durante el último año, ¿Cuánto ha bajado el mantenimiento correctivo?	(SI) (NO)

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura A1.2 Análisis de la Situación Actual.

(Para consultar cómo definir el Plan estratégico ver el Apéndice 1)

Una vez que se ha revisado la situación actual, se pueden definir los objetivos del proyecto, necesidades de presupuesto en costos y tiempo, así como los requerimientos del museo, lo cual deberá plasmarse en un documento al que se llamará documento de la Definición del proyecto, la finalidad de éste será dar una visión clara y concreta al personal que estará involucrado en el proyecto, y servirá para no desviarse del objetivo a lo largo del proceso de implantación.

Estrategia de Implantación

Para concluir con la definición de la situación actual se pueden plantear y responder principalmente a las preguntas del formato que se muestra adelante.

Este análisis se deberá llevar a cabo mediante entrevistas con los encargados o ejecutores de los procesos del mantenimiento;

De cada reunión realizada deberá levantarse una minuta donde se detalle: fecha, participantes, nombre del proceso, objetivo, funciones detalladas y personal que las realiza, políticas y normas, factores críticos, errores mas comunes que se detectan, áreas de oportunidad y al calce las firmas de los participantes.

Esta minuta puede estar reforzada por el diagrama de flujo actual que esquematice la operación.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO				
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL				
Museo de Ciencia Interactivo "X"				
Clave documento		Fecha	/ /	Pág. de

Revisión de la gestión de mantenimiento actual:

PREGUNTAS	RESPUESTA
¿Cuáles son las limitantes actuales en el área de mantenimiento?	
¿Cuáles son los errores mas frecuentes en los procesos de mantenimiento en la actualidad?	
¿Cómo convertimos estos errores en áreas de oportunidad y los resolvemos desde su raíz?	
¿Cuáles son los factores críticos del museo en cuanto a la gestión actual del mantenimiento?	
¿Corresponden estos factores críticos sólo a un grupo de equipos o a la generalidad?	
¿En que tiempo debe estar desarrollado e implementado un nuevo sistema de gestión?	
¿Cuál es el presupuesto con el que se cuenta?	
¿La implantación del proyecto se debe realizar a todo el MIC o sólo a algunas salas o a equipos específicos?	

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura A1.3 Análisis de la Situación Actual.

Alcance del proyecto

Una vez concluido el análisis de la **situación actual** y después de determinar si el proyecto se llevará a cabo, es muy importante tener la definición del **Alcance del proyecto**, para lo cual es conveniente tomar en cuenta los siguientes puntos:

Las actividades a desarrollar en esta etapa son:**Reunión Inicial:**

- Se sugiere que esta reunión sea coordinada por la Dirección del museo, donde se designe al responsable del proyecto
- En la misma se establecerá el tiempo y los recursos (humanos y materiales) involucrados para dicho proyecto.
- El objetivo de esta reunión es establecer hasta donde se pretende llegar con un proyecto de implantación de un sistema de gestión del mantenimiento en el MCI
- Determinar y dar seguimiento a la revisión del programa de gestión del mantenimiento actual.

Revisión y aprobación del informe:

- El informe del levantamiento de información de la situación actual estará compuesto por las respuestas a los cuestionarios que han sido contestados, las minutas levantadas en las entrevistas, con una introducción a ellas y la conclusión a la que se llega del sistema de gestión actual.
- Este informe debe presentarse a la Dirección del Museo en la fecha previamente establecida, quien lo revisará y aprobará en su caso.

Establecimiento del Alcance

- Con la información obtenida se procede a establecer hasta donde se quiere llegar con un proyecto de esta naturaleza, quiénes participan y con que presupuesto de tiempo y dinero cuentan.
- En este punto se definen los entregables que deben de existir con asignación de responsable y fecha comprometida de entrega.

Equipo de trabajo

El director del museo es quien determina qué puesto será quien tenga a su cargo la dirección o administración del proyecto, la principal característica de

esta persona será tener una gran capacidad de liderazgo y responsabilidad, así como una visión general de las actividades del museo y problemática del área de mantenimiento así como del museo mismo.

El Administrador del proyecto asignará los participantes del equipo, sus roles y responsabilidades, de acuerdo a un organigrama de proyecto propuesto.

La manera de Implantar el equipo de trabajo es:

Para Asignar al Administrador del proyecto es recomendable que se determine personal comprometido y con conocimiento de la problemática de mantenimiento.

Para definir el equipo de trabajo es necesario tomar en cuenta las áreas involucradas.

Un punto importante a considerar es que, si existe duda de si se debe involucrar a alguna persona o no, lo más conveniente es que sea incluida (mas vale que nos sobren participantes a tener carencia de gente participante)

Tomar en cuenta a las personas, reconociendo sus conocimientos, competencias y habilidades.

En el **(Apéndice 2)** se evalúan puntos a considerar sobre los Recursos Humanos en el Museo.

Este punto se debe de concluir con un organigrama y la definición de áreas de responsabilidad de cada uno de los participantes. **(Apéndice 3)**

Calendarización de actividades

Con la definición de los participantes, se detalla el plan de Sistematización del Mantenimiento, una herramienta útil para esto es mediante un diagrama de Gantt, actualmente existen múltiples programas de cómputo para elaborar el calendario de las actividades, el más utilizado es Project™, o puede hacerse en una hoja de cálculo como Excel o en hojas tabulares.

La manera de implementar este punto es:

Usar alguna herramienta o una hoja tabular donde establecer:

- Nombre de la tarea, su duración, dependencia entre cada una de ellas, fechas de inicio y término, responsable asignado.
- Con toda esta información realizar el diagrama de Gantt.

Dejar el documento disponible para consulta de todos los participantes en el proyecto.

- En este documento se irá anotando el porcentaje de avance para su seguimiento y control del presupuesto de tiempos y costo.

Se propone una lista de actividades en el (Apéndice 4)

Seguimiento del proyecto

El Director General será el primero en estar pendiente del seguimiento del proyecto y el Administrador del proyecto, será el responsable de mantener actualizado el avance del proyecto, de manera de poder ir revisando las desviaciones en actividades y en tiempo que pudiera sufrir el proyecto.

También es muy importante tener el proyecto suficientemente segmentado para poder controlar las desviaciones.

Es conveniente tener siempre presente acabar en el tiempo determinado.

Una forma de Implantar este punto es:

Realizar reuniones semanales con el equipo del proyecto completo o por lo menos con los elementos que en la semana hayan tenido que terminar alguna actividad, para revisar compromisos establecidos en reuniones anteriores y los entregables de cada etapa.

En el caso de detectar desviaciones:

- De existir adelanto en actividades es muy conveniente hacer reconocimientos en las reuniones sobre el esfuerzo que esté realizando el equipo que obtenga este tipo de logros.
- En el caso que se detecte alguna actividad con retraso, primeramente se

debe evaluar las causas del retraso, se determinen los impactos que ocasionaría en las tareas subsecuentes y se deben de tome medidas correctivas, como pudiera ser mover y/o reasignar recursos.

- Cuando así lo amerite el proyecto, se deben convocar reuniones extraordinarias para solucionar cualquier imprevisto o problema que surgiera.

Anexo 2.- Preparación de Implantación

Preparación de la implantación

Es el trabajo previo para la ejecución y es en donde se debe dar el visto bueno a la conclusión de las tareas que aseguran que el museo está listo para arrancar con una nueva gestión del mantenimiento.

Las áreas usuarias deben analizar los procesos y datos del nuevo sistema y formular todas aquellas observaciones que pudieran surgir.

Documentación

Es indispensable contar con la siguiente documentación y difundirla a las áreas involucradas.

Especificaciones de los equipos

- Detalle de cada uno de los Equipos mediante la documentación técnica, manuales y planos presentados anteriormente.

Bitácoras de equipos

- Al comenzar la operación del nuevo sistema pueden ya estar incorporados los datos históricos, pero también existe la posibilidad de hacerlo en forma gradual y a partir de la puesta en marcha.

Manual de Procedimientos

- Se recomienda documentar los procesos, procedimientos y políticas definidos durante el proyecto, de manera que se tenga una memoria de cómo llevar a cabo la administración del mantenimiento. Estos manuales deben estar accesibles al personal de mantenimiento e involucrados, para despejar o aclarar cualquier duda que surja en el futuro.
- Es recomendable seguir los estándares de documentación y resguardo existentes, tales como los definidos en la normatividad ISO 9000.

Formatos

- Se debe contar con todos los formatos utilizados a lo largo del proceso,

(como los sugeridos en el anexo 2) éstos deben ser conocidos ampliamente por los usuarios.

Capacitación

Preparar un plan de capacitación, programando cursos que se impartirán a los ejecutores de las actividades de los procesos de gestión del mantenimiento, Se debe invitar a los participantes mediante un comunicado formal, una vez confirmada la asistencia, se realiza un plan utilizando nuevamente un diagrama de Gantt, este plan se entrega a cada asistente.

Informe Ejecutivo Final

El objetivo de este paso es preparar un informe a la Dirección (Máximo Nivel) sobre el estado del nuevo sistema y su condición de entrega final.

Es un informe ejecutivo por escrito en el que se incluyen resultados de las diferentes etapas de preparación del cambio de sistema de gestión del mantenimiento.

Se debe exponer a la Dirección en presencia de los responsables de las áreas involucradas.

Modelo de Informe ejecutivo.

Introducción

- Se hace referencia a los pasos realizados y a decisiones pendientes.

Revisión

- Se hace referencia a la operación del nuevo sistema, los errores detectados y las soluciones implementadas.

Carpeta del Sistema, debe contener:

- Se hace referencia a la documentación técnica de equipos, bitácoras, clasificación de los equipos y su tipo de mantenimiento, procesos y políticas y diagramas de ejecución.

Presupuestos ejercidos: Costos y tiempos.

- Relación de gastos incurridos comparándolos con el presupuesto y la

justificación de diferencias en su caso.

- Análisis de tiempo según el plan original y explicación de desviaciones contra el plan original.

Consideraciones finales.

- Cronograma de tareas. Programa actualizado de la implantación del Sistema de Gestión, donde se muestra claramente las actividades realizadas y las subsecuentes, resaltando la fecha de implantación y su difusión a todas las áreas.
- Propositiones para la entrega del nuevo sistema a los usuarios

Aprobación

- Se requiere aprobación del Informe Final y de lo actuado para seguir adelante con la implantación y de esta manera finalizar el Ciclo del proyecto de implantación de un sistema de gestión de mantenimiento.

Anexo 3.- Implantación

Implantación

Concluido y certificado que el equipo de trabajo cuenta con las herramientas necesarias para desempeñar las nuevas funciones y procesos, así como el entendimiento total de los objetivos a cumplir, se arranca el sistema de gestión del mantenimiento.

El objetivo de esta fase es que el usuario asuma la operación del nuevo sistema y que la efectividad del mismo sea medida y reportada.

En esta etapa, el equipo de implantación deberá apoyar la operación y dar asistencia en cuanto a dudas y seguimiento del mantenimiento de manera estrecha, se sugiere que esta actividad dure una semana.

Una vez puesto en marcha el sistema desarrollado se somete a un proceso de evaluación

Anexo 4.- Evaluación de la Implantación

El objetivo de este paso es mantener el sistema puesto en marcha y evaluarlo periódicamente.

Toma de resultados

Es la herramienta por la cual se mide el logro de los objetivos del proyecto comparando si lo que se planeó realmente se logró.

En caso de existir desviaciones, normalmente son carencias que no permitieron alcanzar lo planeado, entonces se revisan las causas por las que existieron dichas desviaciones y finalmente se obtiene un aprendizaje que nos permitirá hacer correcciones en caso de ser necesarias.

Se debe evaluar el impacto en el museo y las mejoras logradas

Pueden surgir nuevas correcciones - modificaciones motivadas por la evaluación del área de Mantenimiento o nuevos requerimientos de usuarios. Algunos ejemplos son: nuevos equipos, extensión a otras áreas, corrección de errores, detección de desviaciones, verificación de normas impuestas.

Estrategia de implantación

- Tomando los objetivos del proyecto se revisan contra el resultado alcanzado, y se detectan y anotan desviaciones
- Basándose en el plan de actividades se analizan los entregables comprometidos y se revisa cada uno de ellos, identificando y anotando las variaciones detectadas
- De las variaciones detectadas se verifica la posibilidad de corrección de la desviación y se programa ésta en una nueva revisión de este punto.

Reporte de resultados

Para poder comunicar a la Dirección y al equipo de trabajo los resultados

obtenidos se debe de preparar un informe de éstos, se puede hacer en dos niveles.

Informe detallado

Esta debe de ser prácticamente una memoria técnica donde se han ido guardando todos los documentos relativos al proyecto.

En cada capítulo se anexan todos los documentos que den soporte a ese punto

Y en cada caso se hace un pequeño informe resumiendo la información del capítulo completo.

Resumen ejecutivo

Es la extracción de resúmenes del informe detallado.

Aquí normalmente se reflejan las grandes cifras de los medidores o indicadores que se han ido estableciendo, en donde se puede apreciar los logros alcanzados durante este proceso.

Estrategia de implantación

- Para ambos informes el índice será los pasos seguidos durante el proyecto, mismos que fueron definidos al principio de este capítulo.
- En el informe detallado se deben de acumular todos los reportes generados durante el proceso de desarrollo e implantación del proyecto.
- Se debe de ir haciendo resúmenes por capítulo y carátulas de cada tema.

Anexo 5.- Administración del mantenimiento

Entendemos por administración de mantenimiento a los procesos necesarios para medir, comprender, controlar y mejorar la gestión del mantenimiento.

“Si lo puedes medir – lo puedes comprender

Si lo puedes comprender – lo puedes controlar

Si lo puedes controlar – lo puedes mejorar”⁹

Iniciamos con los indicadores o medidores, mismos que son una serie de fórmulas que nos permiten conocer el porcentaje de efectividad del proceso.

Una vez que tenemos registrados los porcentajes de los indicadores entonces podemos agruparlos en períodos de tiempo, la sugerencia va de diario, semanal, o mensual cuando mucho.

Con la serie de registros, podemos graficar el comportamiento de cada uno de estos indicadores y analizarlo, observando el nivel de servicio en el que estamos trabajando.

Al tener identificado el nivel de servicio actual, podemos convertirlo en una meta obteniendo el esperado.

La diferencia entre estos niveles nos dará un delta por ciento, de cada indicador.

Si clasificamos la lista de indicadores en orden descendente en este delta por ciento, podremos decidir a cual de estos indicadores será el primero a enfocar la atención para buscar reducir al mínimo este diferencial.

Control de calidad del mantenimiento

El control de calidad es una acción que se realiza por supervisores en forma constante, utilizando mecanismos simples, sobre la base de objetivos definidos,

⁹ Peat Marwick (New York, N.Y.),

por un lapso de tiempo determinado, basados en patrones de comparación preestablecidos. Ésta será eficaz en la medida en que los resultados sirvan para tomar medidas de corrección y que su aplicación sean económicos.

En todas y cada una de las reparaciones que se den en el MCI es importante seguir el compromiso de calidad con el que se cuenta; y deberán hacer inspecciones aleatorias en las que se revisará la calidad del mantenimiento y que cubra con los compromisos establecidos, que las refacciones sean las adecuadas y se de en el tiempo estimado, esto será una verificación que se aplique a algunos de los equipos a los que se les ha dado mantenimiento.

Medidores de la productividad del mantenimiento

Son los indicadores que nos permitirán conocer el comportamiento de diferentes pasos en el proceso de gestión del mantenimiento, y el análisis de los mismos nos permitirán evaluar las variaciones y áreas de oportunidad de mejora.

Indicadores de productividad

Mantenimiento Predictivo realizado

% de mantenimiento predictivo realizado VS programado

En esta relación se tomarán en cuenta los equipos a los que se realizó el mantenimiento predictivo contra el total de los equipos del MCI, esto debe de ser el total del mantenimiento predictivo que está programado en un

$$\% = \frac{\text{Mantenimiento Predictivo Realizado}}{\text{Mantenimiento Programado}} \times 100$$

periodo establecido.

Mantenimiento Preventivo realizado

% De Mantenimiento Preventivo VS Programado

Esta relación será la de los equipos a los que se les realizó mantenimiento preventivo entre el total de los equipos del MCI , esto debe

de ser el total de los mantenimientos programados en el periodo establecido con el que se esté trabajando.

$$\% = \frac{\text{Mantenimiento Preventivo Realizado}}{\text{Mantenimiento Programado}} \times 100$$

Mantenimiento Correctivo realizado

% De Equipos a los que se realizó correctivo

Del total de los equipos a los que se realizó mantenimiento correctivo se divide entre el total de los equipos del museo en un periodo establecido y esta relación tenderá a ser mínima.

$$\% = \frac{\text{Equipos a los que se realizó Mantenimiento Correctivo}}{\text{Total de equipos del MCI}} \times 100$$

Eficacia del mantenimiento

Equipos disponibles

Este será solamente el total de los equipos que están fuera de servicio en relación de todos los equipos que se encuentran en el MCI, y partirá del que se encuentra en el momento de implantar el sistema con la tendencia de que este vaya tendiendo a cero y se puede recomendar una tasa de servicio del 95 %

$$\% = \frac{\text{Total de los equipos fuera de servicio}}{\text{Total de los equipos en el MCI}} \times 100$$

Evaluación del mantenimiento predictivo

Es la relación de los trabajos predictivos programados entre la relación de los trabajos terminados, en caso de que se encontrara algún otro tipo de

$$\% = \frac{\text{Trabajos Predictivos Programados}}{\text{Trabajos Predictivos Terminados}}$$

falla u otro punto de oportunidad para el mantenimiento

Número de fallas en el museo

Es la relación de los equipos que quedaron fuera de servicio entre el número de horas de un periodo establecido en el cual los equipos

$$\% = \frac{\text{Equipos fuera de servicio}}{\text{Horas que debieron trabajar}}$$

debieron de estar dando servicio.

Tiempo fuera de servicio

Esta relación se obtiene entre el número de horas en que un equipo estuvo fuera de servicio entre le total de las horas muertas de todos los equipos fuera de servicio. Se calculará por cada equipo fuera de servicio

$$\% = \frac{\text{Número de horas de un equipo fuera de servicio}}{\text{Total de horas muertas en los equipos en el museo}}$$

Horas hombre en mantenimiento correctivo

Es la relación de las horas hombre empleadas en trabajos de emergencia contra las horas totales empleadas en mantenimiento en un intervalo de tiempo dado

$$\text{relación} = \frac{\text{HH empleadas en trabajos de emergencia}}{\text{Horas totales empleadas en mantenimiento}}$$

Costos del mantenimiento

Son los costos que se van a estar midiendo para supervisar la gestión del mantenimiento, ver en que rubro se está gastando de mas y corregir esto; está relacionado con todos los tipos de mantenimiento que se estén aplicando

Fuerza laboral

Componente de fuerza laboral entre el costo del mantenimiento

Es la relación entre el costo de la fuerza laboral total en mantenimiento entre el costo total de mantenimiento directo Mano de obra

$$\% = \frac{\text{Fuerza laboral total en mantenimiento}}{\text{Costo total de mantenimiento directo}} \times 100$$

Proporción De Mano De Obra Contra El Costo De Materiales De Mantenimiento

Es la proporción del costo total de mano de obra de mantenimiento entre el costo total de materiales de mantenimiento

Costo hora mantenimiento

$$\text{Proporción} = \frac{\text{Costo total de mano de obra de mantenimiento}}{\text{Costo total de materiales de mantenimiento}}$$

Costo de hora de mantenimiento

Es el costo total de mantenimiento entre las Horas – Hombre totales

$$\$ = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{HH totales trabajadas}}$$

trabajadas.

Costo supervisión

Costo De Supervisión

Es la relación entre el costo total de supervisión entre el costo total de

$$\% = \frac{\text{Costo total de supervisión}}{\text{Costo total de mantenimiento}} \times 100$$

mantenimiento

Costo real mantenimiento

Costo de mantenimiento VS costo del equipo

Es la relación de los costos de mantenimiento de un equipo fuera de servicio entre el costo total del equipo.

Costo preventivo contra correctivo

Costo de mantenimiento preventivo VS costo de mantenimiento

$$\% = \frac{\text{Costo total de mantenimiento de un equipo}}{\text{Costo total del equipo}} \times 100$$

correctivo

Es la relación entre el costo total del MP entre el costo total de las intervenciones.

Tasa de rotación inventario

$$\text{relación} = \frac{\text{Costo total de MP}}{\text{Costo total de las reparaciones}}$$

Tasa de rotación de inventario por año

Ésta es de las más importantes, es la relación del costo de consumo anual entre la inversión promedio en inventario

Costo de refacciones

$$\text{Tasa} = \frac{\text{Costo de consumo anual}}{\text{Inversión promedio en inventario}}$$

Costo de refacciones respecto al costo del mantenimiento

Es la relación entre salidas y compras totales de almacén entre el costo total de mantenimiento directo.

$$\% = \frac{\text{Salidas y compras totales del almacén}}{\text{Costo total de mantenimiento directo}} \times 100$$

Tabla para la administración del mantenimiento

Esta es una propuesta de tabla con los indicadores que nos van a ayudar a medir la productividad así como el avance en la mejora de estos, hasta alcanzar nuestra meta.

ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
TABLA DE INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD			
Museo de Ciencia Interactivo "X"			
Clave documento	Fecha	/ /	Pág. de

Gpo.	INDICADOR	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL %	NIVEL DE SERVICIO META %	DELTA %
	INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD			
	Mantenimiento preventivo realizado			
	Mantenimiento predictivo realizado			
	Mantenimiento correctivo realizado			
	EFICACIA DEL MANTENIMIENTO			
	Equipos Disponibles			
	Evaluación del mantenimiento predictivo			
	Numero de fallas en el museo			
	Tiempo fuera de servicio			
	Horas hombre en mantenimiento correctivo			
	COSTOS DEL MANTENIMIENTO			
	Fuerza laboral			
	Mano de obra			
	Costo de hora de mantenimiento			
	Costo supervisión			
	Costo real manteni miento			
	Costo preventivo contra correctivo			
	Tasa de rotación inventario			
	Costo de refacciones			
	INSTRUCCIONES:			
	Medir los indicadores actuales y registrar en Nivel de Servicio Actual			
	Establecer para cada indicador el nivel de servicio meta			
	Calcular el Delta % = Nivel de servicio meta - Nivel de servicio actual			
	El indicador que primero a resolver será el de mayor diferencial			

Elaboró	Revisó	Aprobó

Figura A5.1 Tabla de indicadores de la productividad.

Apéndices

En los Apéndices presentamos información complementaria a los Anexos que es importante y necesaria en toda empresa para la implementación de cualquier sistema de gestión.

Apéndices presentados

<u>Plan estratégico</u>	<u>Apéndice 1</u>
<u>Los Recursos Humanos</u>	<u>Apéndice 2</u>
<u>Organigrama de proyecto</u>	<u>Apéndice 3</u>
<u>Lista de actividades</u>	<u>Apéndice 4</u>

Apéndice 1.- Plan estratégico

La planeación estratégica es el proceso continuo de evaluar sistemáticamente la naturaleza del negocio, definiendo sus metas y asignando recursos para alcanzarlas de manera exitosa, definiendo prioridades conforme a un plan institucional.

Para una empresa es indispensable partir de una Planeación estratégica, por medio de la cual podrán establecer el rumbo y la dirección que deben de tomar las personas que trabajen en ella y por consecuencia llevar a la organización en esa dirección, se definen metas, se concentran esfuerzos, se coordinan actividades, se establecen estructuras funcionales, se trabaja con disciplina, para lograr consistencias y tener estabilidad y crecimiento.

F. O. D. A. 's

La planeación estratégica inicia considerando tres preguntas:

¿Dónde esta la empresa hoy?

¿Hacia donde desea ir?

¿Cómo llegará allá?

Una parte de la planeación estratégica es hacer el análisis de FODA's que son:

Fuerzas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.

Fuerzas

Es lo que poseemos y que hacemos y que comparativamente realizamos mejor que la competencia.

Estas cuando se detectan se deben de reconocer y aceptar para usarlas a su favor.

Oportunidades

Eventos que pueden favorecer a la empresa.

Es necesario estar atentos a estas para aprovecharlas.

Debilidades

Carencias que nos causan problemas y que nos impiden crecer

Al reconocerlas se puede evitar, corregir, mejorar y eliminar convirtiéndolas en fuerzas.

Amenazas

Cambios en el entorno que nos pueden afectar.

Si están identificadas se puede prever el cómo reaccionar en caso de que se presenten.

Misión, Visión y Valores

Otra parte de la planeación estratégica también muy importante es la definición de su Misión, Visión y Valores.

Misión

Es la razón de ser de la empresa, la misión ubica la identidad de éste y la dirección que necesita, determina de manera fácil, clara y simple su quehacer primario y estratégico, así como el fin para el que fue creado. Debe ser entendible por todo el personal; suficientemente corta como para aprenderla y recordarla; expresar el propósito de la organización. La importancia de la misión radica en la uniformidad del trabajo de Directivos, mandos medios y personal operativo, por que todos apuntarán en el mismo sentido.

Para definir una misión podemos plantear principalmente las siguientes preguntas.

- ¿Para qué actividad fue creada la empresa?
- ¿Para quienes se realizan estas actividades?
- ¿Cómo vamos a realizar las actividades?
- ¿Cuál es la razón de existir de la organización?

Visión

Es el escenario en el que esperamos se vea la organización, define el

liderazgo de la alta dirección al dar claridad de lo que se quiere construir en el futuro. Permite a los que colaboran en ella sentirse parte de la organización y partícipes en el logro de las metas y objetivos, dándoles seguridad y certeza en lo que están haciendo al empatar sus objetivos personales con los de la empresa.

Para definir la visión se pueden plantear las siguientes preguntas.

- ¿Qué objetivos queremos lograr del MCI en un tiempo determinado?
- ¿Para cuándo se quieren los objetivos? (tiempo en años)
- ¿Cuáles serán las acciones que apoyarán el logro de los objetivos en relación a los visitantes, personal, sociedad, etc.?
- ¿Contra qué se va a comparar los avances que nos permitan saber si se están acercando a los objetivos?

Valores

Son los principios o normas éticas que regirán la conducta de las personas, establecen la manera en que se debe de trabajar en el día a día, en tanto se camina en dirección de la visión. Como ejemplos podemos mencionar, valores como: Liderazgo; Creatividad; Flexibilidad; Entusiasmo; Motivación; Responsabilidad; Honestidad; Veracidad; etc.

La importancia de los valores es que se convierten en los pilares, motivadores de acciones, que van a sustentar y dar coherencia a la Misión y Visión establecidas.

Para definir los valores se pueden evaluar los siguientes conceptos.

- En el caso de los valores se hace una lista de valores universales éticos profesionales.
- Se evalúa y se verifica si con el cumplimiento de estos valores se apuntala la Misión y Visión del MCI.
- Se toman los que fortalezcan más a la Misión y Visión del MCI

- Se ejemplifica por medio de una generalización dando un cómo y cuando.

Difusión del resultado del plan estratégico.

Es muy importante que todos los colaboradores participen del conocimiento de la planeación estratégica, que les permita conocer la Misión, Visión y Valores que regirán su actividad en adelante.

Para esto el involucramiento, congruencia y compromiso de la alta dirección son primordiales, es más, se puede decir que sin esto prácticamente es inútil cualquier esfuerzo por realizar un cambio, mejora o implantación.

La manera de difundir la Planeación Estratégica es:

En una reunión general, la alta dirección deberá comunicar a todo el personal la decisión tomada en la planeación estratégica.

Se colocarán carteles donde todos puedan ver la Misión, Visión y Valores.

Personalmente el Director preguntará de vez en cuando y de manera aleatoria al personal la misión, visión y valores para asegurar su entendimiento y cumplimiento.

Se pedirá a cada uno elabore una lista de actividades que estén bajo su responsabilidad y al mismo tiempo permanezcan alineadas a la misión, visión y valores institucionales, cada nivel superior deberá revisar los de sus colaboradores para asegurar estén alineados en un mismo sentido iniciando desde el Director General.

Es muy importante mencionar que desde el alta dirección debe estar comprometida con la misión, visión y valores por que si va en contra de ellos será contraproducente debido a que puede ser severamente juzgado por sus colaboradores. (Es necesario predicar con el ejemplo).

Apéndice 2.- Los Recursos Humanos

Se plantean varios puntos a tratar relacionados con Recursos Humanos (de ahora en adelante RH), los cuales deben tomarse en cuenta y desarrollarse al ejecutar los cambios en el sistema de administración del mantenimiento, estos son: Cómo debe de ser la dirección en relación a los RH, de qué manera se puede retroalimentar las acciones de las personas, cómo motivar al personal, Por qué es conveniente dar reconocimientos, la importancia de la capacitación, cómo debe de funcionar el trabajo en equipo.

Liderazgo:

La base fundamental de un buen líder es la capacidad que tiene de usar al máximo los recursos disponibles (humanos, económicos y materiales), es la eficacia que éste tenga para lograr las metas de la organización, y es la capacidad para influir en otras personas

Para que la gente haga lo que deben hacer, bien y a la primera, convenciendo y NO venciendo.

Importancia

En una organización puede existir una planeación adecuada, control y procedimiento de organización y todo esto puede significar fracaso al no contar con un líder apropiado.

Y en el caso contrario, existen organizaciones con una planeación deficiente y malas técnicas de organización y control que sobreviven debido a la presencia de un liderazgo dinámico.

Estrategia de implantación

Además de resolver el problema evidente, invita a que busquen las causas de los problemas para resolver desde su origen.

Anticipándose a los problemas.

Observa la operación y se anticipa a encontrar posibles causas de

problemas (aún sin que se hayan presentado).

Llega a la oficina antes que sus colaboradores.

Establece lineamientos y deja al colaborador que seleccione el mejor camino a seguir.

Ante una desviación aclara el lineamiento (Valor) y convence a su gente para que se corrija la desviación.

Todo asunto que le llega, lo analiza detenidamente y ayuda a simplificarlo

Motivación:

Se han escrito muchas teorías sobre motivación¹⁰, como la de Rensis Likert, en su Teoría de Organización y Gerencia dice: “La manera más efectiva para motivar a la producción, era la que demostraba auténtica preocupación por las necesidades respecto de los empleados, más que por la producción en sí”

La presencia o ausencia de la motivación moverá o paralizará las acciones respectivamente y permitirá lograr o no los objetivos de la empresa.

El líder debe tener gran habilidad para las relaciones humanas y debe tener una gran sensibilidad y prudencia para la observación y valoración de los procesos de grupo.

Estrategia de implantación

Difundiendo la Misión, Visión y Valores (Política de calidad)

Predicando con el ejemplo, esto es, siendo los líderes los primeros en apegarse a la misión, visión y política de calidad.

Preocupándose por las necesidades del colaborador, ayudándole a satisfacerlas.

Separando los problemas de las personas, reprimiendo el problema y respetando a las personas.

¹⁰ Productividad del factor Humano, CP José Antonio Fdz. Aparicio y Lic. Angelina Cazorla Castro, ed. Alerhia

Tratando a las personas con cortesía y educación aún en situaciones problemáticas.

Retroalimentación:

Es el proceso por medio del cual se informará a las personas que colaboran en la empresa de la apreciación positiva o negativa que se tiene en relación a la calidad del trabajo desempeñado.

Cuando es positivo se puede definir como un Reconocimiento y más adelante se evalúa.

Las personas necesitan saber si van bien o mal, eso les da seguridad y confianza.

Es importante dar retroalimentación positiva o Reconocimiento y también negativa cuando lo amerita.

Estrategia de implantación

Para hacer una retroalimentación a manera de reprimenda es importante hacerlo de manera personal individual y en privado y separar el problema de la persona.

Reconocer lo que si se ha hecho bien y adicionar lo que no está bien.

Evaluar el origen de la desviación y Solicitar que se corrija desde sus raíces lo más pronto posible, de manera creativa, evaluar opciones, marcar directriz.

Reconocimiento:

Es el proceso por medio del cual se exalta un buen resultado o un trabajo, otorgando honor a quien honor merece.

Es muy importante ser justo, si existe duda de que se puede cometer una injusticia con alguien al otorgar un reconocimiento, es mejor no darlo o hacerlo extensivo a un grupo de trabajo.

Estrategia de implantación

Es conveniente dar el reconocimiento en público, de manera que, al que se le otorga lo hace sentir honrado, además causa sensación de reto en todo el grupo de trabajo y motiva a otros a trabajar y lograr también un reconocimiento.

Es bueno dar un regalo (aunque sea simbólico)

Capacitación:

En la capacitación además de involucrar la transmisión de conocimientos y adquirir habilidades, debe ser también un cambio de actitud, es ahí donde realmente se pueden lograr cambios en el personal que puedan ser significativos y que le permitan mejorar su nivel y calidad de vida.

En la medida en que las personas estén mejor preparadas, por medio de la capacitación, entonces serán mucho más productivos.

Es mas económico desarrollar en el personal actual (que ya está comprometido con la institución) habilidades específicas y dar oportunidad de crecimiento que traer personal nuevo al que de todas manera deberá ser sujeto de una capacitación.

Estrategia de implantación

Solicitar a cada uno su plan de capacitación anticipadamente.

Asegurar que el personal tome los cursos necesarios para desarrollar mejor sus actividades.

Prever con anticipación las fechas en que no estará el personal para respetar sus cursos.

Considerar el tiempo de capacitación es una inversión que dará frutos con creces.

Trabajo en equipo:

Las relaciones interpersonales son un factor importante para el buen

funcionamiento de un equipo. Se necesita un cierto grado de disponibilidad hacia los demás, aunque no se requiera una relación de amistad o de mucha estimación y aprecio. Basta un mínimo de confianza, respeto y aceptación.

Estrategia de implantación

Definir la organización del equipo.

Definir claramente las metas o misiones del equipo.

Equipo concentrado en la tarea.

Estimular a las personas para que se integren al equipo

Entregar toda la información para que el equipo funcione

Generar condiciones y un clima de trabajo agradable

Definir claramente los tiempos para lograr la tarea

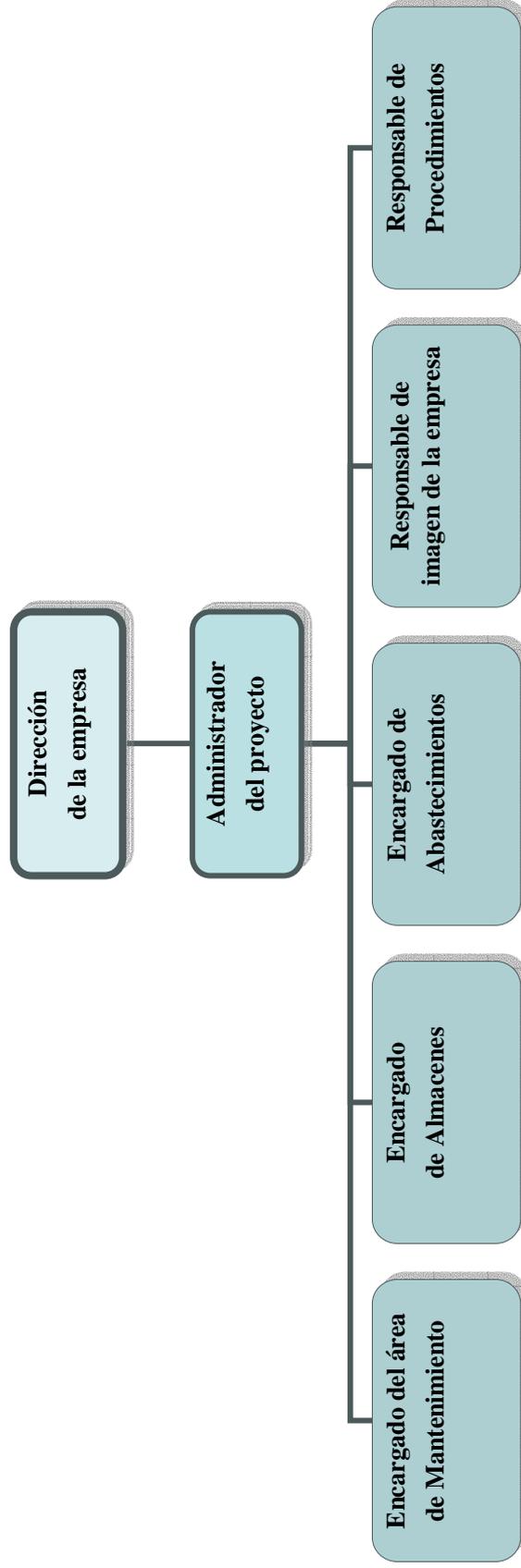
Dirección:

Para lograr que el personal de la empresa participe activamente en los proyectos y se tengan cambios en la cultura organizacional, es muy importante que se inicien los cambios desde el nivel máximo de la organización, “si el Director o nivel máximo de la empresa no cambia y se alinea a la Misión, Visión y Valores, tampoco se operará cambio alguno en el resto de la organización”¹¹ los resultados que se pueden apreciar en una empresa (buenos o malos) siempre son el reflejo de las características del estilo de liderazgo de su Director.

¹¹ Excelencia Directiva para lograr la productividad, Lic. Miguel Ángel Cornejo y Rosado, pag. 121

Apéndice 3.- Organigrama del proyecto

Organigrama propuesto para el proyecto



Apéndice 4.- Lista de Actividades.

No.	Nombre de tarea
0	Sistematización de la Gestión del Mantenimiento
1	Definición del proyecto
1.1	Alcance del proyecto
1.2	Equipo de trabajo
1.3	Calendarización de actividades
1.4	Definir seguimiento del proyecto
2	Análisis de la Situación Actual del Museo
2.1	Perfil del Museo
2.2	Análisis de procesos y políticas
3	Plan estratégico del Museo
3.1	Misión
3.2	Visión
3.3	Valores
3.4	Difusión del resultado del plan estratégico
4	Definición de la Sistematización de la Gestión del mantenimiento
4.1	Objetivos del área de mantenimiento
4.1.1	Indicadores
4.2	Levantamiento de información de los equipos
4.2.1	Toma de inventario de equipos
4.2.2	Plano de distribución
4.2.3	Ficha administrativa por equipo
4.2.4	Manuales de Servicio
4.2.5	Bitácora de equipos
4.3	Análisis de los equipos y Determinación del tipo de mantto.
4.3.1	Clasificación Cualitativa
4.3.2	Clasificación por el Metodo GUT
4.4	Indicadores de evaluación de equipos
4.5	Procesos del mantenimiento
4.5.1	Diagrama de procesos de mantenimiento
4.5.2	Planeación y programación del mantenimiento
4.5.3	Seguridad y medio ambiente
4.5.4	Modelo de inspección
4.5.5	Orden de trabajo
4.6	Herramientas para el control
4.6.1	Componentes del almacén del mantenimiento
4.6.2	Calculo del nivel de inventario de refacciones
4.6.3	Niveles de inventario
4.6.4	Procedimiento para el control del almacén de mantenimiento
5	Preparación de implantación
5.1	Preparación de la implantación
5.2	Informe final
6	Implantación
6.1	Implantación

No.	Nombre de tarea
7	<input type="checkbox"/> Evaluación de la implantación
7.1	Toma de resultados
7.2	Reporte de resultados
8	<input type="checkbox"/> Administración del mantenimiento
8.1	<input type="checkbox"/> Indicadores de productividad
8.1.1	Mantenimiento predictivo realizado
8.1.2	Mantenimiento preventivo realizado
8.1.3	Mantenimiento correctivo realizado
8.2	<input type="checkbox"/> Eficacia del mantenimiento
8.2.1	Equipos disponibles
8.2.2	Evaluación del mantenimiento predictivo
8.2.3	Número de fallas en el museo
8.2.4	Tiempo fuera de servicio
8.2.5	Horas hombre en mantenimiento correctivo.
8.3	<input type="checkbox"/> Costos del mantenimiento
8.3.1	Fuerza laboral
8.3.2	Mano de obra
8.3.3	Costo hora mantenimiento
8.3.4	Costo supervisión.
8.3.5	Costo real de mantenimiento
8.3.6	Costo preventivo contra correctivo.
8.3.7	Tasa de rotación de inventario
8.3.8	Costo de refacciones
9	<input type="checkbox"/> Preparación del Arranque
9.1	Plan de la capacitación
9.2	Capacitación
9.3	Documentación de procedimientos y políticas
10	<input type="checkbox"/> Arranque
10.1	Cuenta regresiva (tener listo el proyecto)
11	<input type="checkbox"/> Evaluación de la implantación
11.1	Toma de resultados
11.2	Reporte de resultados