



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS
ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

Evelyn Rocío Brooks Mérida

Asesorada por el Ing. Hugo Leonel Alvarado De León

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS
ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EVELYN ROCÍO BROOKS MÉRIDA

ASESORADA POR EL ING. HUGO LEONEL ALVARADO DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Enrique Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 10 de mayo de 2007.



Evelyn Rocío Brooks Mérida

Guatemala, 13 de agosto de 2008.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de la Escuela
de Ingeniería Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente

Respetable Ingeniero Gómez:

Por medio de la presente informo a usted, que como asesor del trabajo de graduación de la universitaria **Evelyn Rocio Brooks Mérida**, procedí a revisar el informe titulado: **DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS AREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, el cual encuentro satisfactorio para que proceda al siguiente paso de revisión

En la virtud, lo doy por aprobado, solicitándole darle el tramite correspondiente.

Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Atentamente,


Hugo Leonel Alvarado de León
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5,334
Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
Colegiado activo No. 5,334
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, presentado por la estudiante universitaria **Evelyn Rocio Brooks Mérida**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

David Solares Cabrera

Lic. David Solares Cabrera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Lic. David Solares Cabrera

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS
COLEGIADO No. 2824

Guatemala, julio de 2009.

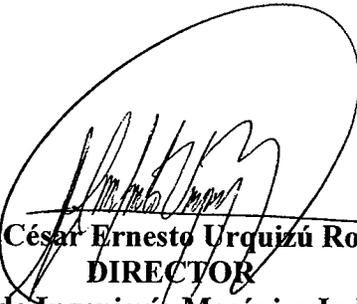
/mgp



REF.DIR.EMI.070.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, presentado por la estudiante universitaria Evelyn Rocío Brooks Mérida, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS Y SERVICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, presentado por la estudiante universitaria **Evelyn Rocío Brooks Mérida**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, marzo de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme alcanzar esta meta.
- Mis padres** Ricardo Brooks Martínez (q.e.p.d.) y Emma Carmina Mérida de Brooks por ser mi inspiración, gracias a ellos soy la persona que soy, que esto sea una mínima recompensa a sus esfuerzos.
- Mi esposo** Roberto Martínez López, por su amor, compañía y apoyo.
- Mi hijo** Ricardo Martínez Brooks, ya que me motiva día a día para ser mejor y alcanzar las metas que tenga en la vida.
- Mis hermanas** Jenifer Carmina Brooks Mérida (q.e.p.d.) y Cindy Paola Brooks Mérida por su apoyo incondicional y compartir este éxito en mi vida.
- Mis abuelos** Mercedes Olimpia Peralta Bocanegra (q.e.p.d.), Edgar Aulio Mérida López y María Antonia Martínez Escobar, por creer en mí y por todas sus enseñanzas de vida.
- Mis suegros** Roberto Martínez y Griselda López, por su apoyo en los momentos más difíciles.
- Mis tíos** Por el apoyo que me han dado todo este tiempo, por los ánimos que siempre me han dado para seguir adelante.

Mis amigos

Por su apoyo y compañía en los momentos buenos y malos y por hacer que el tiempo que hemos compartido sea extraordinario.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por haberme permitido tener el honor de sentirme orgullosa de ser una profesional egresada de esta prestigiosa casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme realizar mi formación académica.

**Escuela de Mecánica
Industrial**

Por haberme brindado los conocimientos necesarios para desarrollarme en el ámbito profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. ANTECEDENTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CON RESPECTO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	1
1.1. Generalidades de la Facultad de Ingeniería de la USAC	3
1.1.1. Organización académica.....	4
1.1.2. Descripción de los edificios de la Facultad de Ingeniería.....	6
1.2. Antecedentes del problema de mantenimiento	10
1.3. Generalidades del mantenimiento preventivo	14
1.3.1. Eficiencia del mantenimiento.....	14
1.4. Actividades del mantenimiento	16
1.5. Inspecciones del mantenimiento preventivo	18
1.5.1. Tipos de inspecciones.....	21
1.5.2. Actividades de las inspecciones.....	22
1.6. Responsabilidades del departamento de mantenimiento y servicios ante la administración y Escuelas	28
2. REGISTROS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	31
2.1. Funciones de los registros	31
2.2. Tipos de registros	33

2.2.1.	Registros de inspección.....	37
2.2.2.	Hojas de verificación	38
2.2.3.	Órdenes de trabajo.....	40
2.2.4.	Solicitud de materiales	41
2.2.5.	Órdenes de compra.....	42
2.2.6.	Informe semanal de actividades	43
2.2.7.	Interrelación de los registros.....	44
2.3.	Importancia de registros para el control del mantenimiento.....	47
3.	DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS	51
3.1.	Determinación del plan global de acción	52
3.1.1.	Procedimiento del mantenimiento preventivo	52
3.1.2.	Áreas incluidas en el programa	54
3.2.	Archivos históricos	56
3.2.1.	Códigos a utilizar en los formatos.....	57
3.3.	Programa y trabajo de mantenimiento preventivo	59
3.3.1.	Programa semanal de inspección y mantenimiento.....	59
3.3.2.	Programa mensual de inspección y mantenimiento	60
3.3.3.	Programa semestral de inspección y mantenimiento.....	61
3.3.4.	Programa anual de inspección y mantenimiento	62
3.3.5.	Programa general de inspección y mantenimiento.....	63
3.4.	Elementos incluidos en las inspecciones.....	66
3.4.1.	Elementos incluidos en inspecciones críticas	66
3.4.2.	Elementos incluidos en inspecciones generales	67

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	73
4.1.	Grupo piloto para realizar la prueba.....	73
4.1.1.	Establecimiento del grupo piloto para la realización de pruebas	74
4.1.2.	Definición del grupo piloto	75
4.2.	Propuestas de registros de inspecciones.....	75
4.2.1.	Áreas para utilizar registros de inspecciones	76
4.2.2.	Elementos a inspeccionar	77
4.2.3.	Formato propuesto para los registros de inspección.....	79
4.3.	Propuestas de hojas de verificación	79
4.3.1.	Áreas para utilizar hojas de verificación	80
4.3.2.	Elementos a inspeccionar	81
4.3.3.	Formato propuesto para las hojas de verificación ...	82
4.4.	Propuestas de orden de trabajo.....	83
4.4.1.	Información contenida en la orden de trabajo	83
4.4.2.	Formato propuesto para orden de trabajo	83
4.5.	Propuestas de informe semanal	84
4.5.1.	Información contenida en el informe semanal	84
4.5.2.	Propuesta de formato informe semanal	85
5.	EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	87
5.1.	Análisis de resultados de mantenimiento.....	87
5.1.1.	Recopilación de datos.....	87
5.1.2.	Rendimiento del trabajo de mantenimiento preventivo	88
5.1.3.	Diagnóstico	89
5.2.	Apreciación del programa de mantenimiento.....	90
5.2.1.	Índices	90

5.2.2. Evaluación de las metas establecidas	92
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103
APÉNDICES	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama causa-efecto.....	13
2.	Diagrama de árbol eficiencia del mantenimiento.....	16
3.	Flujograma actividades del mantenimiento preventivo.....	25
4.	Flujograma inspección formal-general.....	26
5.	Flujograma inspección formal-crítica.....	27
6.	Formato de registros.....	36
7.	Flujograma obtención archivo histórico de mantenimiento.....	47

TABLAS

I.	Descripción códigos de formatos.....	57
II.	Códigos propuestos para los registros.....	58
III.	Programación semanal de inspección y mantenimiento.....	60
IV.	Programación mensual de inspección y mantenimiento.....	61
V.	Programación semestral de inspección y mantenimiento.....	62
VI.	Programación anual de inspección y mantenimiento.....	63
VII.	Programación general de inspección y mantenimiento.....	65

GLOSARIO

Diagrama de proceso de operaciones	Representación de la secuencia de inspecciones y de todas las operaciones, excepto aquellas que tienen que ver con el manejo de material. Comprende la información que se considera necesaria para el análisis, tal como tiempo requerido y lugar de localización.
Eficacia	Alcance de los objetivos o metas.
Eficiencia	Aprovechamiento al máximo del uso de los recursos.
Inspección	Actividad por la que se examinan instalaciones y servicios para verificar el cumplimiento de los requisitos que le sean de aplicación.
Inspección formal	Se realiza orientándola hacia una sección compuesta, con el objetivo de detectar cualquier deterioro del elemento y evitar que se torne en un problema mayor, así como controlar las condiciones que producen pérdidas.

Inspección informal

Inspección que se debe realizar con la mayor frecuencia posible, su objetivo es detectar fallas, ajustes, reparaciones o cambios en elementos esenciales para el desarrollo de actividades diarias.

Mantenimiento

Conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones y equipos.

Mantenimiento preventivo

Programación de inspecciones tanto de limpieza, ajustes, reparación que deben llevarse a cabo de forma periódica en base a un plan establecido con el fin de evitar desperfectos.

Registros

Formato que contiene información importante acerca del estado físico y funcional de determinada área inspeccionada.

RESUMEN

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se enfrenta, cada día, con nuevos retos que superar, entre ellos está el de tener un ambiente agradable para sus estudiantes, catedráticos y trabajadores, así como mantener en buen estado la infraestructura, mobiliario y equipo de la facultad; para lograrlo se debe mejorar, controlar, evaluar y mantener las actividades relacionadas con el mantenimiento y servicios de la Facultad de Ingeniería.

Este estudio se propone implementar un sistema de control en el área de mantenimiento y servicios que será de beneficio para el personal y la población estudiantil actual y futura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos al mantener y mejorar las condiciones de los edificios de ingeniería, además la administración contará con un control sobre las actividades realizadas por los trabajadores encargados de mantenimiento y servicios.

Al realizar este trabajo se llevará a la práctica los conocimientos teóricos adquiridos y se obtiene experiencia implementando un debido control de mantenimiento y servicios, familiarizándose con los procesos administrativos y procesos técnicos involucrados en el Departamento de Mantenimiento y Servicios de la USAC.

Con el análisis de los datos y la información resultante, las autoridades estarán en capacidad de planificar, adelantándose a posibles fallas, cambios, averías; haciendo más eficientes y eficaces los procesos relacionados con mantenimiento y servicio, todo con el objetivo de obtener mejoras palpables y visibles en la Facultad de Ingeniería de la Universidad.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de control para el departamento de Mantenimiento y Servicios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Desarrollar registros en el área de mantenimiento y servicios para contar con archivos históricos actualizados periódicamente.
2. Llevar un control de los trabajos realizados, del tiempo que tardan en ejecutarse y los empleados que los llevan a cabo, por medio de la información contenida en los formatos a desarrollar.
3. Contar con registros que confirmen la revisión de los trabajos realizados para mejorar el control de los materiales utilizados por el Departamento de Mantenimiento y Servicios.
4. Mantener en buen estado los edificios, áreas verdes y de recreación de la Facultad de Ingeniería de la USAC, para evitar mantenimientos correctivos y aumentar la vida útil del mobiliario y equipo.

5. Mejorar y mantener el mantenimiento, orden y limpieza de la Facultad de Ingeniería, para un mejor desempeño de las actividades realizadas por el Departamento de Mantenimiento y Servicios.

6. Evaluar el rendimiento del programa de mantenimiento preventivo implementado.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación, en su primer capítulo, permite conocer los principios y evolución de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, como también los conceptos y actividades que se llevan a cabo en el mantenimiento preventivo, indicando la situación actual, los antecedentes del mantenimiento preventivo dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, además de indicar las responsabilidades del Departamento de Mantenimiento y Servicios de la Facultad de Ingeniería y brindar algunas herramientas con las cuales se apoyan las actividades y funciones del mantenimiento preventivo planificado.

El segundo capítulo determina las funciones, actividades y formatos de los registros con los cuales se apoya el mantenimiento preventivo para poder llevar el control de los trabajos a realizar, ya sean de mantenimiento preventivo, correctivo o por concepto de arreglos, reparaciones o ajustes. Se define cada registro, su función, las áreas, sectores o elementos que incluye y cómo es el proceso e interrelación de todos los registros a utilizar, para dejar constancia de tiempos, actividades y responsables de cada tarea.

En el tercer capítulo se describen los pasos y procesos necesarios para desarrollar el programa de mantenimiento anual, determinando el mobiliario, equipo, áreas, sectores, elementos y edificios que se toman en cuenta en los programas diarios, semanales, mensuales, semestrales y se desarrolla el programa anual que se debe cumplir para el mantenimiento de la Facultad de Ingeniería, basando los trabajos en los registros de inspecciones y verificación

los cuales complementan y apoyan las tareas, actividades y trabajos planificados en los programas de mantenimiento propuesto.

El cuarto capítulo determina el grupo piloto para la utilización de los diferentes formatos de registros, se explica por qué se elige ese determinado grupo piloto y se definen sus características por las cuales se desarrollan en él las diferentes propuestas para los registros de mantenimiento y servicios

Por último, se analizan los resultados de los datos originados por los registros de inspección y mantenimiento entregados por los encargados de cada área, clasificando la información obtenida según el área del Departamento de Mantenimiento y Servicios al cual corresponda o tipo de registro, evaluando los resultados de los trabajadores de las diferentes áreas y determinando la eficiencia por medio del porcentaje de cumplimiento de actividades en comparación con las actividades programadas.

1. ANTECEDENTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CON RESPECTO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La Universidad de San Carlos, fundada en 1676, en su época inicial graduaba teólogos, abogados y, más tarde, médicos. Hacia 1769 se crearon los cursos de Física y Geometría, paso que marcó el inicio de la enseñanza de las Ciencias Exactas en el Reino de Guatemala.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. No obstante, la universidad siguió desarrollándose, se fundó la Escuela Politécnica en 1873, para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales del Ejército. Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la universidad.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto gubernativo, en 1882, se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma universidad, separándose así de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, período en que se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose de ocho a seis años la carrera de Ingeniería.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad

y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. A partir de 1908, la facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la universidad fue reabierta por el gobierno de Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas. Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse tres ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero. En 1920 la facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930. En este año se reestructuraron los estudios estableciéndose la carrera de Ingeniería Civil.

De este hecho arranca la época moderna de esta facultad. Debido a la preocupación existente entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum.

Aquí puede notarse la constante modificación e inestabilidad en cuanto a carreras, nivel académico y por lo mismo las instalaciones en donde se ubica la Universidad de San Carlos, por lo cual al mantenimiento preventivo desde un principio no se le había dado la importancia debida, ya que el edificio era nuevo y que el establecimiento de las bases de la universidad serian la principal preocupación tanto de alumnos, profesores como de las autoridades correspondientes.

1.1. Generalidades de la Facultad de Ingeniería de la USAC

En 1944 sobresale por el reconocimiento de la Autonomía Universitaria y la asignación a la universidad de sus recursos financieros por medio del presupuesto nacional, fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario. Este desarrollo de la facultad, también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil, por lo que fue necesario su traslado a un local más amplio. La Escuela de Ingeniería Química, que funcionaba en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967.

En 1967 también se estableció la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y la combinada de Ingeniería Mecánica Industrial. Por su parte, la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968, la que administra las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970 se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

Al final de la década de 1960, se estudió la reestructuración y modernización del plan de estudios de la facultad. El nuevo plan fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y noviembre de 1970, respectivamente.

En 1999 se remodeló un área del edificio de aulas T-3, para instalar el Laboratorio de Computación de la facultad, para uso de los estudiantes que cursan las etapas de Ciencias de Ingeniería y de Cursos Profesionales.

También se completaron las instalaciones de la red de ingeniería, que comunica internamente (intranet) a las diferentes escuelas, centros, coordinaciones y unidades ejecutoras, y externamente se comunica con Internet.

1.1.1. Organización académica

La Facultad de Ingeniería está organizada en escuelas facultativas, coordinaciones de carrera, centros, departamentos y unidades académicas, administrativas y de servicio. Las escuelas que tiene la Facultad de Ingeniería son las siguientes: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Química, de Ciencias, Técnica y las Coordinaciones de las carreras de Ingeniería Mecánica y de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

A nivel de postgrado están la Escuela de Postgrado y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Además, integran la Facultad de Ingeniería el Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII; el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, CESEM; el Centro de Cálculo; la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, EPS; la Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Apoyo al Profesor, SAESAP. Recientemente se han creado: el Centro de Desarrollo Extracurricular, CEDE, y el Laboratorio de Computación para Estudiantes.

Adicionalmente, conforman la facultad las unidades de apoyo administrativo a la función docente y de investigación que dependen de la Secretaría, así como las unidades de administración general.

En la organización de la Escuela de Ingeniería Civil están los siguientes departamentos:

- Estructuras
- Hidráulica
- Transporte
- Planeamiento
- Construcciones Civiles
- Materiales
- Topografía

Por su parte, la Escuela de Ingeniería Química se organiza con cuatro áreas que son:

- Química
- Físico Química
- Operaciones Unitarias y Complementarias
- Especialización en Ingeniería Química

La Escuela de Ciencias se divide en las coordinaciones de las carreras de las licenciaturas en Matemática Aplicada y en Física Aplicada, los Departamentos de Física y Matemática y en las áreas de Estadística, Química General, Social Humanística y Técnica Complementaria.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial está dividida en tres áreas:

- Administrativa
- Cuantitativos
- Producción

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica tiene en su organización interna tres áreas:

- Electrotecnia
- Potencia
- Electrónica

La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos tiene dos áreas:

- Ingeniería Sanitaria
- Recursos Hidráulicos

1.1.2. Descripción de edificios de la Facultad de Ingeniería

Actualmente, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos se ubica en la ciudad universitaria zona 12. Ocupa los edificios T-1, T-3, T-4, T-5, T-7 S-11 y S-12, en estos edificios se imparten clases y se encuentran las oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería y sus diferentes carreras, como también los diversos laboratorios con los que se cuentan en la facultad.

El edificio T-1 cuenta con tres niveles los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- El primer nivel le pertenece a la Facultad de Arquitectura.
- En el segundo nivel se encuentra el Laboratorio de Neumática, la bodega, coordinación y Departamento de Física, los Laboratorios de Física y el

Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Aquí se encuentran también los servicios sanitarios para damas y para caballeros.

- En el tercer nivel se encuentra la dirección de Escuela de Mecánica Eléctrica, la Escuela de Mecánica Industrial, laboratorios de eléctrica, el Centro de Documentación CIERIS, el Centro de Estudios Superiores en Energía y Minas, Laboratorio de Electrónica, laboratorios de ingeniería eléctrica y tres salones de clase.

Este edificio cuenta con área de parqueo y una pequeña área de descanso.

El edificio T-3 se encuentra ubicado cercano al edificio T-1, éste cuenta con cinco niveles, área de parqueo, de descanso y áreas verdes, su distribución se describe a continuación:

- En el nivel cero se encuentran la cafetería de la Facultad de Ingeniería, el Centro de Reproducción de Ingeniería, Escuela Técnica, Escuela de Ingeniería Civil, salón de videoconferencias, Unidad de Lingüística y dos salones de clase.
- En el primer nivel esta la Asociación de Estudiantes de Ingeniería, clínica médica atención integral de la salud, coordinación de química y ocho salones de clases.
- En el segundo nivel se encuentra la SAE/SAP, Departamento de Estadística, coordinación área de estadística y diez salones de clase.

- El cuarto nivel cuenta con la oficina EMI, oficina de Arte Cultura y Espacio, el laboratorio de cómputo estudiantil LCE y nueve salones de clase.
- En el quinto nivel está el Centro Tecnológico Gobierno de la India, Centro Tecnológico 1 y Centro Tecnológico 2, la coordinación Área Técnica Complementaria y ocho salones de clase.

Las oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería se encuentran en el edificio T-4 el cual cuenta con tres niveles, áreas verdes y se encuentra frente al auditorium Francisco Vela, su distribución se describe a continuación:

- En el nivel cero se encuentran: el Departamento del Área de Matemática, la Escuela de Ciencias y la coordinación del Área de Química General.
- En el primer nivel se encuentra Control Académico, información, archivo general, tesorería, inventario, secretaría académica, la dirección de Escuela de Ciencias, secretaría adjunta directiva, secretaría asuntos estudiantiles y la oficina de decanato.
- En el tercer nivel se encuentra la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, las oficinas de Planificación, Inglés, Delegación Auditoría, Divulgación, Nombramientos, Delegación Personal y el Centro de Cálculo.

El edificio T-5 tiene dos niveles y comparte áreas verdes y de descanso con el edificio T-3 y T-4, además cuenta con área de parqueo y se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- El primer nivel cuenta con el área de profesores de química, bodega, laboratorio de resistencia de materiales, sección de aglomerantes, sección de metales, coordinación área de química, laboratorio área de química, sección mecánica de suelos, laboratorio área de fisicoquímica, coordinación área fisicoquímica, laboratorio de mecánica de fluidos e hidráulica, además en este edificio se encuentra el Centro de Investigaciones de Ingeniería y el laboratorio de Operaciones Unitarias de Ingeniería Química.
- En el segundo nivel se encuentra el salón del director de Centro de Investigaciones de Ingeniería, la dirección del CICON, el centro de información, laboratorio de química y microbiología sanitaria, jefatura sección de química sanitaria, sección de cromatografía y un servicio sanitario.

El edificio T-7 es de un nivel y se encuentra frente al área de parqueo de la Facultad de Ingeniería frente al edificio T-5, cuenta con el laboratorio de procesos de manufactura, el laboratorio de metalurgia y metalografía, el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado, dos salones de clases, el taller de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería, oficinas de la Escuela de Postgrado y las oficinas de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Frente al edificio S-10 se encuentra el edificio S-11, el cual cuenta con áreas verdes y de parqueo; el edificio es de tres niveles de los cuales el primero y parte del segundo pertenecen a la Facultad de Ingeniería. Este edificio es el más reciente en comparación con los demás de la Facultad de Ingeniería, siendo inaugurado en el 2006 y se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- En el primer nivel se encuentran los salones en donde se imparten clases de técnicas complementarias, los salones en donde se imparten clases de postgrado, y las oficinas de la Escuela de Estudios de Postgrado, los demás niveles no forman parte de la Facultad de Ingeniería.
- En el segundo nivel se encuentran los servicios sanitarios, tanto de hombres como de mujeres y cinco salones de clase.

Por último, el edificio S-12, cuenta con parqueo y áreas verdes, se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- En el primer nivel se encuentran la coordinación de primer y segundo semestre de la Facultad de Ingeniería, nueve salones de clase y servicios sanitarios para hombres y mujeres.
- El segundo nivel no es parte de la Facultad de Ingeniería, el tercer nivel cuenta con diez salones de clases y servicios sanitarios tanto para hombres como para mujeres.
- En el cuarto nivel se cuentan con once salones de clases y sus respectivos servicios sanitarios.

1.2. Antecedentes del problema de mantenimiento

La necesidad de organizar, adecuadamente, el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas con base al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos a utilizar.

Posteriormente, la necesidad de reducir los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos. Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

Los edificios, mobiliario y equipo de toda organización pueden fallar o deteriorarse por causas naturales de antigüedad o por efectos del uso. Las causas de fallas o deterioros pueden ser diversas sin embargo el efecto de éstas es el mismo en todos los casos y es el de la reparación o cambio del elemento de que se trate. Además, sin un control de las actividades designadas y realizadas por el personal de mantenimiento y servicios es difícil poder alargar la vida útil de los edificios así como del mobiliario, equipo y de toda la infraestructura de los edificios, ya que no se detectan oportunamente reparaciones menores para evitar que con el paso del tiempo y el uso se deba de reponer o realizar una reparación complicada y de mayor gasto.

Para que el mantenimiento sea lo más eficaz posible es muy importante disponer de la mayor cantidad de información sobre las instalaciones, equipos y lugares de trabajo; para ello es básico la realización de distintos tipos de revisiones programadas.

Las fallas y los deterioros no se pueden evitar; sin embargo, sí se pueden controlar para que se disminuyan al mínimo, esto se logra eficientemente a través de un programa de mantenimiento preventivo, cumpliendo con las

inspecciones que se determinen en los tiempos establecidos, reparando oportunamente todo aspecto que se detecte durante las inspecciones o por medio de solicitudes de trabajo para prevenir que se torne en un problema de mayor magnitud. Además se deben llevar a cabo los mantenimientos preventivos en las frecuencias establecidas.

El mantenimiento requiere de importantes gastos, más aún en el momento de implementarlo y llevar a cabo todas las actividades acumuladas durante el tiempo en que no se controlaban las tareas, sin embargo, al darle seguimiento al programa de mantenimiento preventivo planificado deben de disminuir los gastos, así como también la cantidad de trabajos sin realizar y aumentará el orden, limpieza y buen estado de los edificios.

En la facultad, el problema del mantenimiento inicia desde su establecimiento, ya que se cambió de instalaciones varias veces y en las actuales no se tenía previsto el aumento en la población estudiantil.

Otro factor que influye en el mantenimiento es el desempeño de los empleados del Departamento de Mantenimiento y Servicios, ya que ante la indiferencia que han tenido autoridades pasadas en aspectos de orden, limpieza y buen estado de los edificios, éstos se encontraban libres de presiones, creando una actitud laboral ineficiente e inconsciente de la importancia de su puesto y funciones dentro del Departamento de Mantenimiento y Servicios.

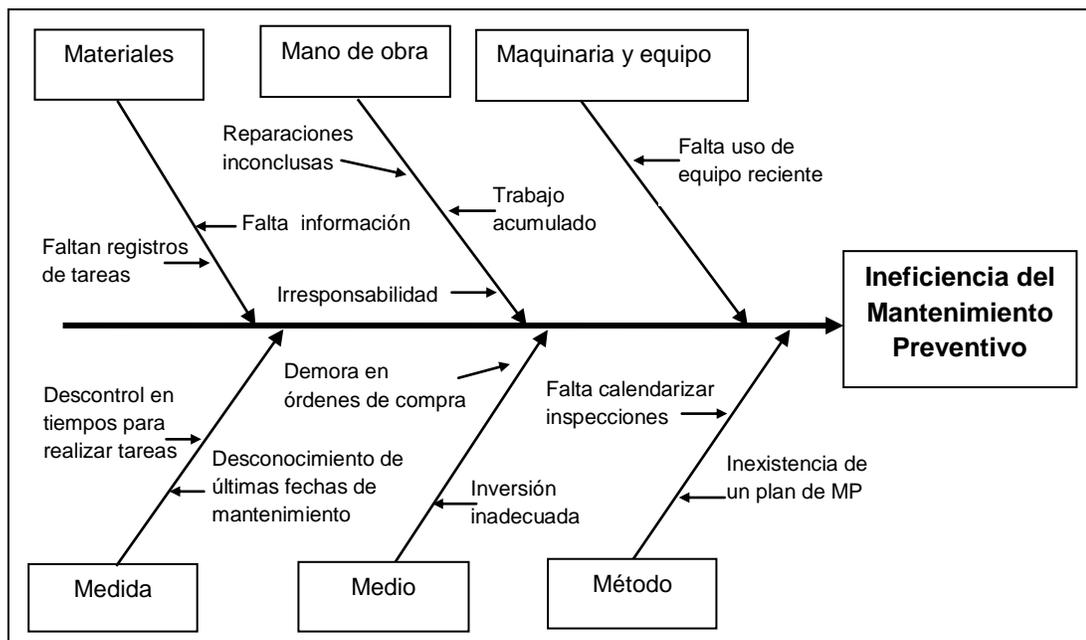
De aquí, que no solamente se necesite de espacio, recursos materiales y equipo necesarios para llevar a cabo los trabajos, o de importantes gastos para llevar a cabo las actividades, sino también, de ocuparse de la situación actual desmotivada e inconsciente en que se encuentra el recurso humano, ya que en

nada se puede mejorar una situación laboral teniendo los recursos materiales, el equipo y el aporte económico que se necesita para realizar las actividades de que se traten, si el recurso humano no está comprometido con sus tareas diarias para llevarlas a cabo de una manera eficiente y responsable.

El material, equipo, recurso humano y la administración de una organización son dependientes; en ningún momento es independiente el uno del otro y solamente actuando todos ellos en conjunto se puede garantizar un mejor, adecuado y constante buen trabajo, el que sea.

Se presenta a continuación el diagrama causa – efecto identificando los problemas que ha tenido la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, dando como resultado una ineficiencia en el Mantenimiento Preventivo.

Figura 1. **Diagrama causa – efecto**



Fuente: elaboración propia, con información del Departamento de Secretaría Adjunta, USAC.

1.3. Generalidades del mantenimiento preventivo

La finalidad del mantenimiento preventivo es la de conservar la organización con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos.

1.3.1. Eficiencia del mantenimiento

El concepto de eficiencia de mantenimiento, sin definir los criterios según los cuales se medirá, carece de sentido. Así que se pueden definir tres criterios básicos:

- Desde el punto de vista de las operaciones: el mantenimiento es eficiente si impide las averías o, en caso de que existieran, si vuelve a poner en servicio el equipo en el menor tiempo posible.
- Desde el punto de vista de control de mano de obra: el mantenimiento es eficaz si todo el personal trabaja en todo momento sobre un nivel normalizado de esfuerzo, sin excederse en cuanto al tiempo desocupado razonable y necesario para reparar el cansancio y satisfacer los requisitos personales.
- Desde el punto de vista de control de costos: la eficiencia del mantenimiento podrá medirse en función de la capacidad del departamento del mismo, a fin de no sobrepasar su presupuesto de materiales y mano de obra.

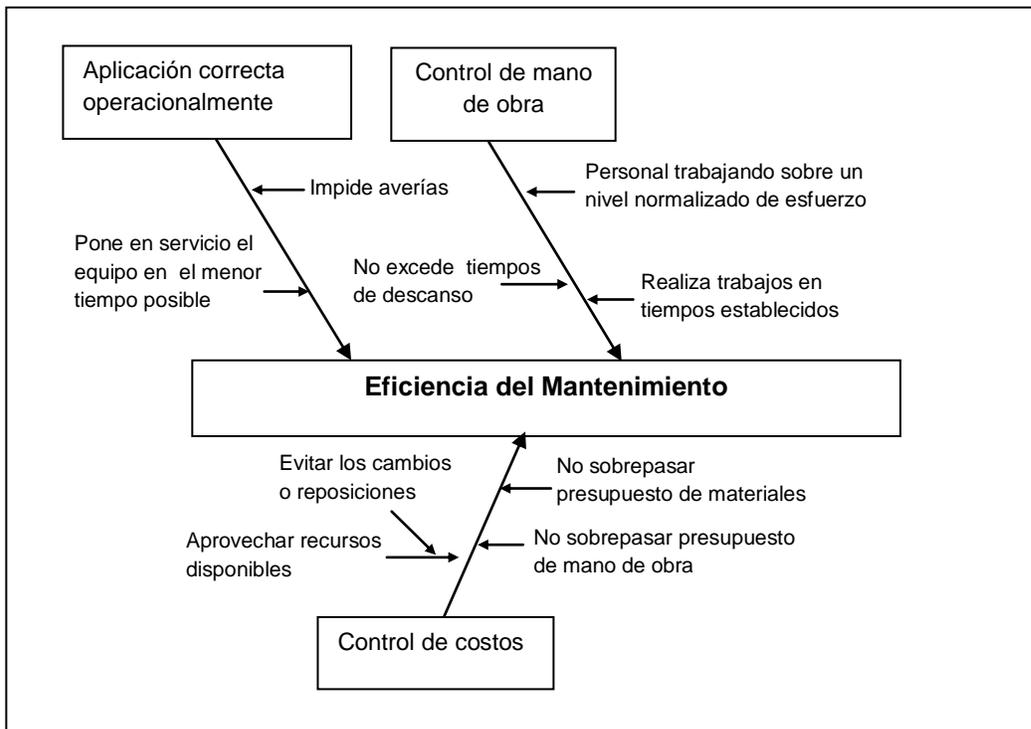
Estos criterios no son independientes, ya que se encuentran interrelacionados unos con otros, así que para poder conocer la eficiencia del mantenimiento no se debe de tomar en cuenta sólo un determinado criterio, ya que se afectarían a los demás, entonces se deben tomar en cuenta cada uno de los criterios y tratar de satisfacer cada uno de ellos en igual medida, ya que los criterios tanto de costos, mano de obra y operaciones son interdependientes y no se puede quitar mérito, o por el contrario darle un mayor mérito, a alguno de ellos, éstos deben de mantener un equilibrio para que no afecten unos a otros negativamente.

Para contar con una adecuada eficiencia del mantenimiento se debe contar también con un debido control del mantenimiento, el cual se lleva a cabo con la adecuada planificación del trabajo y del sistema de control, el cual no es más que un mecanismo para planificar y programar el trabajo, y garantizar la recuperación de la información necesaria, para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo. Definiendo la totalidad del sistema de mantenimiento: es un organismo en continua evolución, cuya organización necesitará una modificación continua como respuesta a unos requisitos cambiantes.

Como el objetivo principal de la organización es hacer corresponder los recursos con la carga de trabajo, es preciso considerar estas características.

A continuación se presenta un diagrama de árbol indicando los beneficios que se obtienen al llevar a cabo un mantenimiento eficiente.

Figura 2. Diagrama de árbol



Fuente: elaboración propia, con información del Departamento de Secretaría Adjunta, USAC.

1.4. Actividades del mantenimiento preventivo

El propósito del mantenimiento preventivo es prever las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones en completa operación a los niveles óptimos.

Las ventajas del mantenimiento preventivo son, entre otras, la mayor duración de los equipos e instalaciones, uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades planificada y un menor costo de las reparaciones.

El mantenimiento preventivo de los edificios, así como del mobiliario y equipo, tiene como objetivo conservar el buen estado físico de éstos para lograr su adecuado funcionamiento y disponibilidad para usuarios.

La acción de servicio de mantenimiento implica la realización, entre otras, de las siguientes actividades:

- Verificar las instalaciones para evitar deterioros prematuros.
- Verificar mobiliario y equipo para detectar oportunamente desperfectos y evitar reparaciones costosas.
- Reparar las averías que puedan producirse en las instalaciones en un mínimo de tiempo.
- Realizar una correcta gestión de existencia de materiales de mantenimiento para disminuir las inmovilizaciones de almacén, que alarguen el tiempo de terminación de los trabajos.
- Llevar a cabo acciones de limpieza de instalaciones para efectos de seguridad y conservación.

Para poder cumplir con las actividades antes mencionadas, el mantenimiento deberá cumplir con las siguientes funciones específicas:

- Realizar continuamente inspecciones para detectar áreas que necesiten reparaciones o cambios inmediatos, relacionadas con la conservación de edificios como el cambio de vidrios, bombillos y tubos en las lámparas, pintura de paredes, etc.

- Realizar inspecciones para detectar áreas del edificio que pronto necesitarán mantenimiento preventivo.
- Llevar a cabo órdenes de trabajo a partir de las inspecciones para que los encargados puedan realizar los cambios o reparaciones pertinentes.
- Realizar revisiones de las inspecciones y órdenes de trabajo hechas para confirmar la realización de los trabajos requeridos.
- Realizar hojas de verificación para controlar que los trabajos de orden y limpieza se lleven a cabo.
- Realizar un programa general para el mantenimiento preventivo, definiendo elementos del edificio, mobiliario y equipo a incluir en este, así como la frecuencia de la realización de inspecciones y mantenimientos que se le debe de asignar a cada uno de ellos.
- Realizar los programas semanales, mensuales, semestrales, anuales o según sea el caso que se necesite, basado en el programa para mantenimiento preventivo general.

1.5. Inspecciones de mantenimiento preventivo

La tarea principal del mantenimiento preventivo es la de inspeccionar los equipos e instalaciones y detectar las fallas y/o deterioros en su fase inicial para corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación segura de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Se debe tomar en cuenta que las inspecciones del mantenimiento preventivo deben estar encaminadas hacia el cumplimiento de las fases del mantenimiento preventivo y hacia los objetivos del mantenimiento. Las fases del mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Inventario técnico, con manuales y características de cada equipo (si se cuenta con éstos).
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

En el caso del mantenimiento, la organización e información deben estar encaminadas a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización del uso de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de las instalaciones, mobiliario y equipo.

Es necesario de que las inspecciones sean efectivas, a fin de mantener a los actores tomadores de decisiones informados de los problemas que puedan afectar las operaciones. Uno de los elementos más antiguos y más usados de detectar y controlar los accidentes potenciales, antes de que ocurran las pérdidas que pueden involucrar gentes, equipos, material y medio ambiente, es la realización de inspecciones, que son herramientas gerenciales para obtener la mejor operación de la entidad considerada.

Se realizan inspecciones para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico del mobiliario y equipo, así como para reportar el estado físico de las instalaciones de que se trate.

- Revisiones específicas de equipos o componentes regulados por una legislación propia: aparatos a presión, instalación eléctrica, instalaciones fijas contra incendios, extintores, aparatos elevadores, etc. Las realizan servicios especializados externos contando con la colaboración de la propia empresa, por medio de los empleados involucrados.
- Revisiones generales de instalaciones y lugares de trabajo: suelos, escaleras, vías y salidas de evacuación, condiciones de protección contra incendios, condiciones de protección contra contactos eléctricos, orden y limpieza, iluminación, etc. Podrá haber revisiones específicas de seguridad sobre equipos que las requieran y no controladas reglamentariamente.
- Observaciones del trabajo: analizan las actuaciones inseguras de los trabajadores en la realización de sus funciones con el fin de incorporar las mejoras que se estimen oportunas. Las realizan personas con mando.

1.5.1. Tipos de inspecciones

Las inspecciones son técnicas y procedimientos de los cuales se vale el supervisor con la finalidad de detectar condiciones indeseadas. Se pueden encontrar dos tipos de inspecciones:

- Inspecciones formales o planeadas
- Inspecciones informales o no planeadas

La diferencia entre ambas inspecciones radica en la frecuencia y profundidad de la inspección que se lleva a cabo, pero ambas inspecciones tienen la misma finalidad, detectar deterioros, reparaciones o cambios necesarios para la adecuada conservación del edificio, mobiliario y/o equipo de que se trate.

Para decidir a qué sector o elemento se aplicará, ya sea una inspección formal o una inspección informal, se deben tomar en cuenta las actividades que involucra cada una de ellas y las necesidades de cada sector o elemento para así decidir qué tipo de inspección se requiere y cuál de éstas se acomoda a las necesidades y requerimientos que se esperan.

Para poder diferenciar entre los tipos de inspecciones y determinar cuál se aplicará en cada sector, a continuación se detalla cada una de ellas.

1.5.2. Actividades de las inspecciones

Aunque el fin de las inspecciones, tanto formales como informales, es el mismo, sus actividades son diferentes. A continuación se describen los objetivos que se buscan alcanzar con los diferentes tipos de inspecciones, la frecuencia con la que generalmente se realiza cada inspección, dependiendo de la que se trate y los documentos con los cuales se respalda cada inspección, para poder llevar el control adecuado en cada una de estas.

Inspecciones formales, se pueden mencionar dos objetivos principales de estas inspecciones planeadas:

- Evitar que el deterioro de un elemento se torne en un problema mayor y que ocasione mayores costos.
- Controlar la acumulación de las condiciones que producen pérdidas.

Las inspecciones formales a su vez se dividen en dos clases:

- Inspecciones generales.
- Inspecciones críticas.

Inspecciones generales: son las que se realizan orientadas hacia una sección compuesta, con el objetivo de detectar cualquier deterioro del elemento (paredes, iluminación, puertas, pintura, etc.) que afecte el debido funcionamiento y conservación del edificio, así también, el desarrollo de las actividades diarias que en él se llevan a cabo.

Éstas generalmente se realizan frecuentemente, mensual o bimestralmente, anotando en la hoja de registro de inspección mensual correspondiente todas las reparaciones o cambios necesarios encontrados.

Inspecciones críticas: las inspecciones planeadas regulares de todas las partes críticas son una de las responsabilidades del supervisor que no deberían dejarse libradas al azar. Las inspecciones críticas se realizan periódicamente por medio de registros de inspección que le ayudarán al supervisor a inspeccionar las partes críticas en su sección.

Éstas se realizan con mayor frecuencia, o sea, se puede hacer inspecciones antes de usar las instalaciones diariamente, semanalmente, cada dos semanas, mensualmente o con la frecuencia que se considere necesaria y esencial.

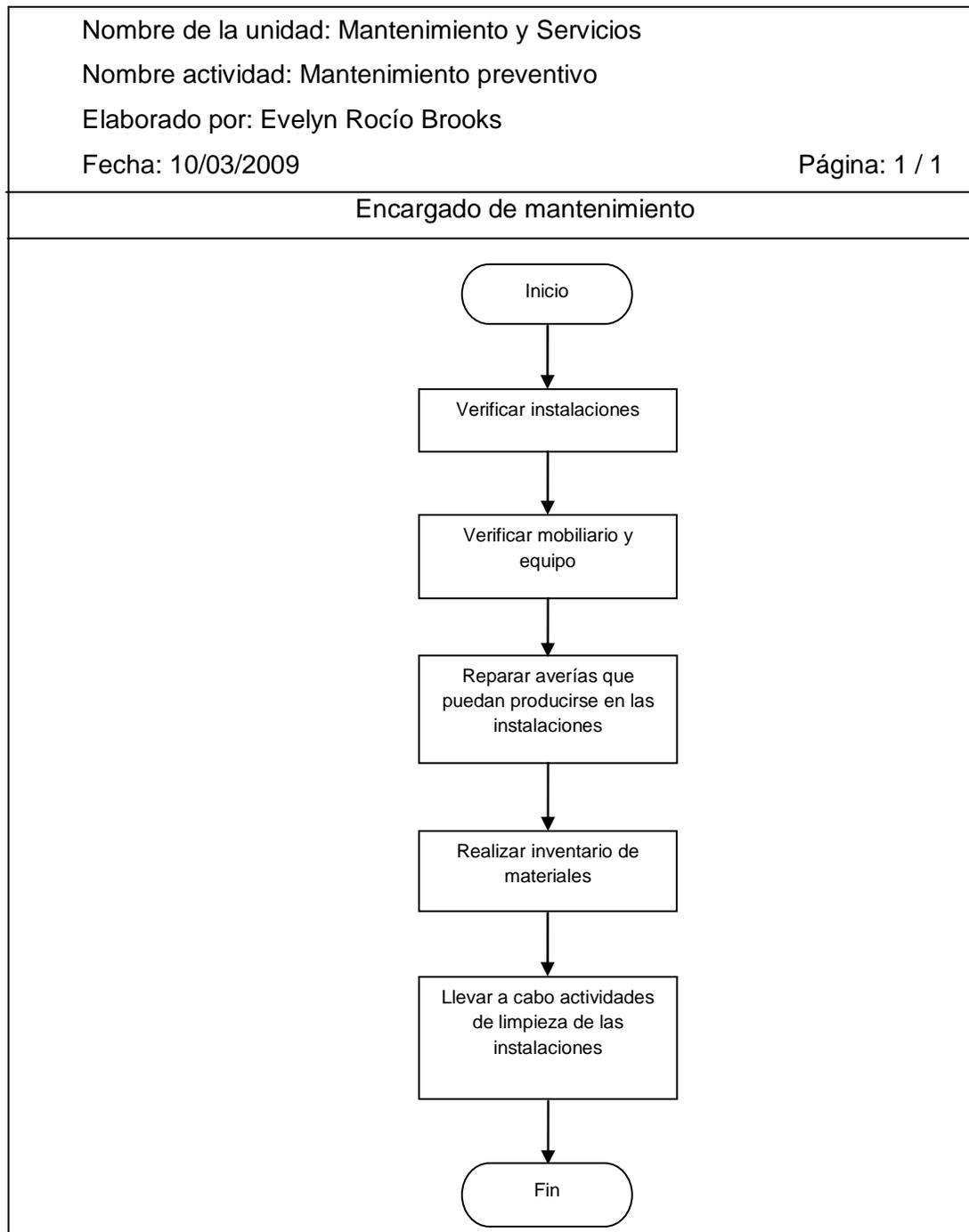
Inspecciones informales o no planeadas: son las que hacen los supervisores constantemente, a medida que realizan sus actividades normales. En estas se toman notas de las condiciones sub estándar en la forma que son descubiertas, a fin de realizar una inspección más eficiente. Es necesario poner énfasis en que el método informal debe ser un suplemento de las inspecciones planeadas o formales.

Tanto las inspecciones formales como las informales son necesarias para controlar con efectividad los accidentes deterioradores y administrar en forma efectiva a la gente, equipos, materiales y medio ambiente.

Las inspecciones, tanto formales como informales, son resultado de la realización de las actividades del mantenimiento preventivo, así también de la debida aplicación de las funciones específicas del mismo.

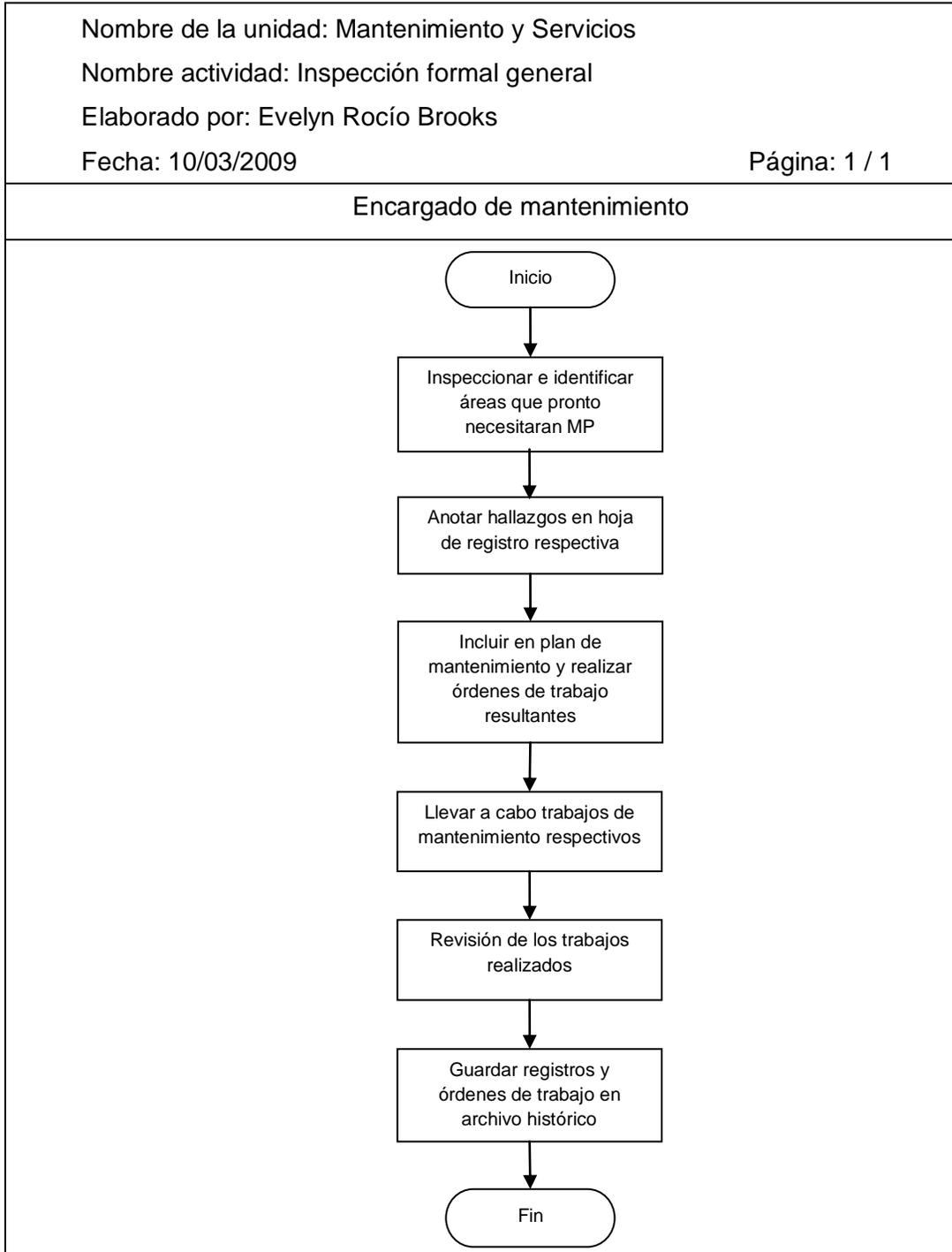
A continuación se muestran en la figura 3 el flujograma describiendo las actividades del mantenimiento preventivo así como de los tipos de inspecciones resultantes de éstas.

Figura 3. **Flujograma de actividades del mantenimiento preventivo**



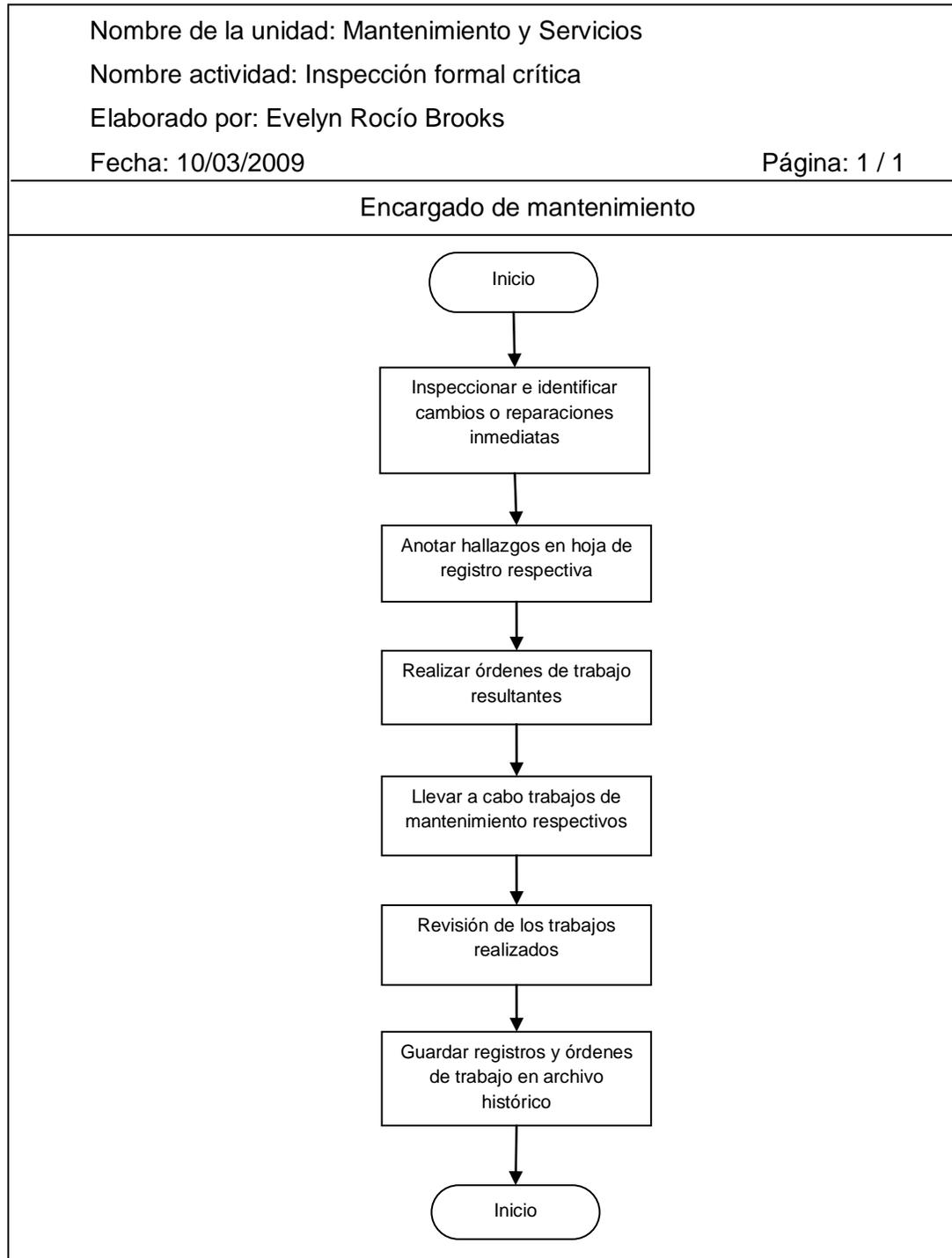
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Flujograma de inspección formal general**



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Flujograma de inspección formal crítica**



Fuente: elaboración propia.

1.6. Responsabilidades del departamento de mantenimiento y servicios ante la administración y escuelas de la facultad

Al margen del número de funciones que tenga adscritas el servicio de mantenimiento y de los problemas que se le presenten para organizar sus tareas, la manera como cumpla su trabajo interesará, principalmente, a la administración y a las escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, ya que frente a cada una de ellas el Departamento de Mantenimiento y Servicios tiene responsabilidad.

También tiene responsabilidad con los alumnos de la Facultad de Ingeniería, ya que son los principales usuarios de la facultad y la razón de ser de la misma.

Responsabilidades ante la administración de la Facultad de Ingeniería:

- Que los edificios e instalaciones se mantengan limpias y ordenadas.
- Que la conservación de edificios sea adecuada.
- Que el costo de las operaciones de mantenimiento y servicios no vayan más allá de lo presupuestado.
- Que el personal que pertenece al Departamento de Mantenimiento y Servicios sea capaz y preparado para cuando se le requiera en los periodos críticos.

- Evitar la acumulación de trabajos no realizados, para evitar que una próxima administración gaste una mayor cantidad de dinero por los trabajos pendientes.

Responsabilidades ante las escuelas de la Facultad de Ingeniería:

- Que los desajustes o problemas técnicos, cuando se presenten sean lo más breve posible (falta de luz eléctrica, falta de corriente eléctrica en los salones, etc.).
- Que los mantenimientos e inspecciones se efectúen en tiempos durante los cuales no se interrumpan las actividades docentes y estudiantiles.
- Que en el momento de requerirles los servicios por algún trabajo de reposición o reparación, éstos se presenten de inmediato sin excusas de otras labores iguales de urgentes.
- Mantener las instalaciones en buen estado para poder llevar a cabo adecuadamente las actividades cotidianas que se realicen.

Responsabilidades ante los alumnos de la Facultad de Ingeniería:

- Mantener los edificios, el mobiliario e instalaciones en buen estado, limpias y ordenadas.
- Que en el momento de un siniestro se cuente con el equipo necesario y que el mismo se encuentre en condiciones adecuadas para su uso. Los pasillos deben permanecer ordenados y sin obstáculos. Velar porque las condiciones permanezcan seguras para el bienestar de los alumnos.

- Mantener y mejorar la infraestructura de la Facultad de Ingeniería brindando un ambiente cómodo, seguro, limpio y en adecuadas condiciones para poder llevar a cabo las actividades diarias de estudio.

2. REGISTROS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En los capítulos anteriores se trataron los diferentes aspectos que se deben llevar a cabo para realizar un adecuado mantenimiento preventivo.

Este capítulo trata de los diferentes documentos que se deben de formular para poder controlar las actividades asignadas y los trabajos realizados, ya que se debe de contar con un documento que contenga la información que respalde la ejecución de los mismos.

Los registros pueden contener fotografías, documentos, videos, formatos, lo importante es que brinden información que se pueda utilizar para detectar áreas o elementos que necesitan, o van a necesitar de cambios, reparaciones o limpieza.

Para efectos de este trabajo de graduación se formularán los registros de trabajos de mantenimiento y servicios en diferentes formatos dependiendo de la operación que se lleve a cabo en el proceso.

2.1. Funciones de los registros

La función general de los registros es convertir la información en hechos y que dicha información pueda ser utilizada para diferentes fines administrativos, técnicos u operativos.

Funciones administrativas:

- Llevar un control del presupuesto asignado al departamento.
- Verificar la adecuada utilización de los materiales solicitados por los trabajadores.
- Evidenciar las actividades llevadas a cabo así como las erogaciones que estas producen.
- Controlar el trabajo realizado por los trabajadores del departamento.
- Mejorar la planificación, programación, coordinación y asignación de las actividades a llevar a cabo en el departamento.
- Tener un archivo ordenado, con documentos legibles y recuperables fácilmente, de todos los registros de los trabajos llevados a cabo.

Funciones técnicas:

- Evaluar la mejora del mantenimiento preventivo.
- Determinar el porcentaje de trabajos terminados.
- Medir la ejecución de la programación.
- Determinar el porcentaje de inspecciones terminadas según programa.

- Establecer y medir la relación costo de mantenimiento preventivo-costos totales de mantenimiento por descomposturas.

Funciones operativas:

- Identificar áreas de trabajo críticas para la realización de las actividades.
- Identificar áreas de trabajo que necesitan mejorar.
- Mejorar el proceso para la ejecución del trabajo.

2.2. Tipos de registros

Existen diferentes tipos de registros y documentos relacionados con el proceso del trabajo de mantenimiento y servicios, dependiendo del sector a inspeccionar, la frecuencia o profundidad de la inspección y el tipo de inspección que se lleve a cabo, es por esto que se definen diferentes formatos para cada uno de los registros y documentos de mantenimiento y servicios.

Los tipos de registros que se tienen para el proceso del trabajo de mantenimiento y servicios son los siguientes:

- Registros de inspección semanal.
- Hojas de verificación diaria de limpieza.
- Orden de trabajo.
- Solicitud de materiales.

- Informe semanal del trabajo realizado por cada trabajador del departamento de mantenimiento y servicios.

Cada uno de los tipos de registros debe de llevar un formato el cual se puede dividir en cuatro partes:

- Encabezado
- Cuerpo
- Pie
- Observaciones

El encabezado: se ubica en la parte superior izquierda y/o derecha del formato de los registros conteniendo la información pertinente acerca de la organización y departamento al cual pertenece, es recomendable agregar en el encabezado el escudo o emblema de la organización.

Los datos que contiene el encabezado se definen según las necesidades y requerimientos de cada organización o departamento; sin embargo, todos los registros tienen en común cuatro aspectos importantes de información, la cual debe de identificar los siguientes datos:

- Nombre de la organización
- Departamento al cual pertenece el registro
- Facultad a la cual pertenece el departamento

- Código que identifica al registro

El cuerpo del formato varía según el tipo de inspección o documento, ya que cada uno busca obtener información diferente de la misma actividad.

La información y los datos que contiene cada registro lo definen las necesidades, solicitudes, requerimientos e información que se quiere obtener al realizar el documento, distribuirlo e implementarlo en los diferentes procesos de un sistema.

En el pie de los registros se deben de identificar siempre los siguientes datos:

- Firma de la persona que autoriza el uso del registro, ya que se deben de utilizar los formatos aprobados y autorizados por autoridad competente de la universidad para fines prácticos, técnicos y administrativos.
- Nombre y firma de la persona que aplica el registro, para que se lleve el control de las actividades que se llevan a cabo y quienes las llevan a cabo.
- Nombre y firma de la persona quien revisa que la información contenida en el registro es verídica y asegurarse que los datos que contienen los registros aplicados por las diferentes personas encargadas son confiables.

Además, también se pueden agregar otros datos en el pie de los registros según se requiera, pero en sí, los datos que son obligatorios y que deben de llevar por ser de mayor relevancia son los mencionados anteriormente.

Las observaciones deben ir en todos los formatos de los diferentes registros, se ubican en la parte inferior del formato, luego de los datos contenidos en el pie del mismo, dejando espacio suficiente para anotaciones de los empleados que puedan surgir al aplicar los registros y que apliquen a un registro diferente al que se está aplicando.

A continuación se presenta un formato ejemplo con las partes que cada registro debe llevar en el encabezado, cuerpo y pie:

Figura 6. **Formato de registros**

Encabezado		
Escudo	Nombre de la organización:	Código
	Departamento:	
Cuerpo		
Incluir los datos requeridos para determinar:		
<ul style="list-style-type: none">- Necesidades- Solicitudes- Requerimientos- Cualquier información necesaria para el registro u hoja de verificación que se desea aplicar.		
Pie		
Incluir las firmas de las siguientes personas:		
_____ (f) Autorizó	_____ (f) Realizó	_____ f) Revisó
Observaciones		
Incluir cualquier información relevante que no se pueda evaluar con los datos incluidos en el cuerpo del formato pero que sea importante para el mantenimiento.		

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Registros de inspección

Los registros de inspección tienen como finalidad conservar la información de las inspecciones formales o no formales que se llevan a cabo. Se debe de establecer a qué áreas y a qué elementos se desean llevar a cabo las inspecciones para determinar el estado en que se encuentran e identificar las posibles fallas o áreas a las cuales necesitan dárseles un mantenimiento para detectar cualquier posible problema a tiempo. También se debe determinar el puesto de trabajo responsable de llevar a cabo las inspecciones, el puesto de trabajo responsable de revisar la información que recaba cada registro de inspección, para llevar a cabo el seguimiento correspondiente y, por último, se debe determinar el puesto de trabajo responsable de autorizar que se lleven a cabo dichas inspecciones.

Al establecer las diferentes áreas y elementos a inspeccionar, así como los puestos de trabajos involucrados y sus responsabilidades, debe de llevarse a cabo un programa de control para determinar cada cuanto se llevarán a cabo las inspecciones en las diferentes áreas y poder programar las actividades para medir los avances, mejoras y evitar el acumulamiento de actividades.

Los registros de inspección especifican los siguientes datos:

- Fecha en que se realizó la inspección.
- Lugar o área que se inspecciona.
- Estado de los elementos que se encuentran en el lugar o área inspeccionada.

- Reporte de fallas o trabajos necesarios.
- Tipo de trabajo que se necesita llevar a cabo (cambios, reparaciones, etc.)

2.2.2. Hojas de verificación

Al igual que en el área de mantenimiento, el de servicios de cualquier organización necesita de un control en cuanto a la realización de las actividades de orden y limpieza. Las inspecciones son actividades que se llevan a cabo con el fin de evitar fallas y encontrar oportunamente condiciones indeseables en los edificios, esto es parte del área de mantenimiento, pero otro aspecto importante y que va de la mano con la adecuada conservación de los edificios es el área de servicios, así que se realiza la hoja de verificación para controlar los trabajos designados, trabajos terminados y trabajos pendientes, así como para controlar a los trabajadores responsables de llevar a cabo los trabajos de orden y limpieza.

Las hojas de verificación cumplen la función de verificar que determinadas áreas previamente establecidas, se encuentren con el debido estado de orden y limpieza. Ésta cumple con el fin de determinar áreas que necesitan el trabajo del área de servicios y que apoyen a la detección de cualquier falla que no fue detectada en los registros de inspección. Su finalidad primordial es la verificar y reportar áreas que no se encuentren limpias y ordenadas y su finalidad secundaria es la de no dejar pasar por alto algún aspecto que necesite de mantenimiento o reparación reportándolo en la hoja de verificación y haciéndolo saber al encargado para no dejar pasar aspectos que necesitan mejora, pero que no se encontraron durante las inspecciones.

Las hojas de verificación tienen como función:

- Informar al supervisor sobre áreas de su sector que necesitan mejorar las actividades de limpieza o servicios.
- Verificar que el trabajo asignado se realice.
- Verificar que los trabajos se realicen en los tiempos establecidos.
- Reportar cualquier trabajo que corresponda al área de mantenimiento, pero que se haya pasado por alto durante la inspección o trabajos del personal de servicios que se necesiten realizar.

Es importante llevar un adecuado control y evaluación del desempeño del área de servicios, ya que de éste depende el orden y limpieza de todos los edificios, áreas de recreación, servicios sanitarios, área de parqueo y de todas las áreas que incluye la Facultad de Ingeniería.

Los cambios y mejoras en los trabajos de orden y limpieza son los más notables en cualquier organización, así que la aplicación diaria de las hojas de verificación brindará en poco tiempo los resultados esperados y no pasará desapercibida la mejora alcanzada por ningún miembro de la Facultad de Ingeniería.

2.2.3. Órdenes de trabajo

A partir de los datos recabados en los registros de inspección y de las hojas de verificación, identificando las áreas y elementos que necesitan de trabajo de mantenimiento o de servicios, se llevan a cabo las órdenes de trabajo.

En estos registros se especifican los siguientes datos:

- A qué área o elemento se le debe de dar mantenimiento o llevar a cabo alguna reparación.
- Qué tipo de mantenimiento o reparación se requiere.
- En qué fecha se identificó el problema.
- El responsable asignado para llevar a cabo el trabajo.
- La fecha en que se trabajó la petición.
- Persona quien realizó el trabajo.
- Persona quien revisó, que el trabajo fue hecho.
- Algunas observaciones que se pudieran anotar, ya sea por parte del responsable de llevar a cabo el trabajo o bien por parte del encargado de revisar que el trabajo fue realizado como se está reportando y que el mismo está bien hecho.

Esta información es importante, ya que detalla datos para poder evaluar luego a cada área, ya sea de mantenimiento o de servicios y verificar que las actividades asignadas efectivamente se están llevando a cabo, así como también nos brinda información acerca de la eficiencia de cada trabajador, ya que indica quien realizó el trabajo y cuanto tiempo le tomó llevar a cabo la labor asignada.

2.2.4. Solicitud de materiales

De la mano de las órdenes de trabajo vienen las solicitudes de materiales. Una vez determinado el tipo de mantenimiento o reparación que se requiere en el área identificada en la orden de trabajo, el responsable a quien se le asignó la tarea de llevar a cabo el trabajo debe de verificar el estado del sector o elemento que se reportó y según el estado del mismo y del tipo de trabajo que se llevará a cabo define el material necesario para llevar a cabo la tarea. Para esto se debe de llenar la solicitud de materiales, si en dado caso se necesitara, y esperar que su petición se apruebe por autoridad competente.

El registro de solicitud de materiales contiene los siguientes datos:

- Orden de trabajo que requiere de materiales
- Quién solicita los materiales
- Breve descripción del tipo de trabajo a realizar
- Fecha en que se hace la solicitud de materiales

2.2.5. Órdenes de compra

Una vez determinado el tipo de trabajo a llevar a cabo, los materiales que se necesitan para poder realizarlo y con la debida autorización, para poder brindar el material solicitado, en bodega se debe verificar si se cuenta con los materiales que se especifican en la solicitud de materiales.

Si no se cuenta con los materiales que se solicitan entonces, se debe llenar el formato del registro orden de compra, el cual debe de contener los siguientes datos:

- Solicitud de materiales que requiere de la compra de material
- Especificar el material que se necesita comprar
- Quién solicita del material para realizar el trabajo
- El encargado de bodega que solicita la compra de material
- La fecha en que se solicita la compra del material

Una vez ingresada la orden de compra, se debe de esperar la autorización y compra del material por parte de la persona responsable y luego puede dársele seguimiento a la solicitud de materiales relacionada y por lo mismo la orden de trabajo debe esperar hasta que la solicitud de materiales sea resuelta.

2.2.6. Informe semanal de actividades

Luego de terminar las actividades designadas y de guardar los registros que respaldan el trabajo hecho se entrega semanalmente un informe en donde se resumen las actividades llevadas a cabo diariamente por cada trabajador.

Los datos que debe de contener el formato de este registro son:

- Concepto de la actividad realizada
- Fecha en que se inició la actividad
- Fecha en que se terminó la actividad
- Recursos o materiales utilizados

Estos datos sirven para brindar información de la eficiencia de los empleados para llevar a cabo cierta actividad, el número de trabajos que realiza cada empleado y para llevar un control en bodega al llevar registro de los recursos o materiales utilizados.

Estos informes semanales de actividades son una herramienta importantísima ya que son un resumen de los demás registros y de estos informes se obtiene la información necesaria para poder evaluar la eficiencia del mantenimiento y de los servicios realizados en la Facultad de Ingeniería.

2.2.7. Interrelación de los registros

Los registros tienen una interrelación entre ellos, ya que uno no puede empezarse si no se ha terminado otro. Un trabajo no puede identificarse si no se ha llevado a cabo una inspección y se registra la necesidad de un mantenimiento en el registro de inspección correspondiente, la orden de trabajo no puede completarse hasta que se revise y se firme que el trabajo ya está hecho pero el trabajo no se puede hacer si no se ha comprado el material especificado en la solicitud de compra.

Así, para que un sistema de control de mantenimiento funcione adecuadamente se debe de seguir uno o varios procesos dependiendo del tipo de la complejidad del trabajo que se debe realizar.

El proceso es una serie de pasos para llevar a cabo una actividad, también está compuesto por entradas que las constituyen los componentes que ingresan en el sistema que deben de ser transformados por un procesador que es el componente que transforma el estado original de las entradas para obtener salidas deseadas, que es la expresión material de los objetivos de los sistemas, los fines y las metas del sistema.

En este caso las entradas de los procesos involucrados en el sistema de control de mantenimiento son los formatos de los registros que se deben desarrollar para obtener datos de importancia, luego deben ser transformados en los registros que utilizarán los empleados de mantenimiento y servicios para dejar constancia de los trabajos y actividades realizadas esto debe dar como salida del proceso un archivo histórico que brinde la información necesaria para llevar un adecuado y mejor control de las actividades del mantenimiento.

La descripción de actividades llevadas a cabo por las distintas operaciones realizadas en el proceso de mantenimiento, para armar los archivos históricos se describen a continuación:

- Registro de inspección u hoja de verificación: consiste en la detección de problemas o asignación de trabajos a realizar.
- Orden de trabajo: especifica el mantenimiento a realizar, en donde se debe llevar a cabo, en qué fecha se solicita, quién lo solicita y quién debe realizar el trabajo.
- Solicitud de materiales: al revisar el responsable del trabajo el área o elemento a trabajar, si necesita de materiales para llevar a cabo el trabajo entonces especifica en la solicitud de materiales el número de orden de trabajo relacionado y que material necesita.
- Órdenes de compra: de no tener en bodega o en inventario el material necesario para llevar a cabo el trabajo especificado en la orden de trabajo entonces se solicita la compra de los mismos por medio de las órdenes de compra para que se autorice por autoridad competente.
- Informe semanal de actividades: contiene el informe de las actividades llevadas a cabo por cada empleado durante una semana de trabajo, indicando la actividad realizada, los materiales utilizados y el tiempo empleado en dicho trabajo.

Con los registros completos y los informes semanales de actividades, se empieza a armar los archivos históricos de mantenimiento y servicios de los edificios de la Facultad de Ingeniería por meses del año, así entonces el conjunto de registros se reúnen y con la información que brindan los datos recaudados se archivan los informes semanales de cada mes para tener referencia para próximas administraciones o posibles problemas que se presenten en el futuro y poder basarse en la información de los archivos históricos, de esta manera se empieza a obtener el sistema de control de mantenimiento preventivo deseado, un sistema con datos confiables, con información verídica y fácilmente recuperable al momento que se necesite consultar.

Un sistema puede definirse como una serie de elementos que forman una actividad, un procedimiento o un plan que buscan una meta común, mediante la manipulación de datos.

A continuación se presenta en la figura 7 el diagrama de operaciones para obtener los informes semanales de actividades:

brindar información acerca del retraso o avance que se tiene con los trabajos en un sector o para un elemento determinado.

Lo que no se mide no se puede mejorar, y no se puede medir algo si no se cuenta con información que indique que tan bien o que tan mal se está dirigiendo un departamento o una organización.

El sistema de control consiste en conocer toda la información que nos brindan los registros y además que esta información se encuentre disponible y recuperable cuando se necesite, así que de nada sirve llevar a cabo las inspecciones, verificaciones y los mantenimientos programados si no se tiene ningún registro o documento que confirme y detalle la información de las actividades, ya que no se estaría controlando nada, porque no se tiene ninguna información que controlar, ni mucho menos se tiene disponible ninguna información, ya que ésta no existe.

La importancia de los registros es que éstos nos brindan información acerca del estado de mantenimiento de las diferentes áreas, mobiliario y equipo de los edificios de la Facultad de Ingeniería con datos acerca de cuándo se ejecutó determinado trabajo, quién ejecuto los trabajos, los recursos y materiales que se utilizaron, quién revisó los trabajos, cuánto tiempo se tardó en realizar el trabajo, si se cumplió con las fechas programadas de inspecciones y mantenimientos, etc.

Los registros, indiscutiblemente son una fuente para convertir los datos en hechos y éstos proporcionan la información que se necesita para medir y mejorar las actividades.

La base del sistema de control de mantenimiento preventivo, además de un adecuado programa de mantenimiento, son los registros así como su debida aplicación y un adecuado archivo de los mismos, ya que son éstos los que garantizan la recuperación de la información necesaria, para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo definiendo la totalidad del sistema de mantenimiento.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos en el Departamento de Mantenimiento y Servicios ya se cuenta con los formatos de registros adecuados en cuanto a solicitud de materiales y órdenes de compra, por lo tanto, se modifica el formato de las órdenes de trabajo que también existe pero que no cumple con los datos e información que se desea, para fines de un control adecuado de las actividades, además se crean y desarrollan los formatos para los registros de inspección, las hojas de verificación y el formato para los informes semanales de actividades, para poder crear los archivos históricos de mantenimiento.

3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para desarrollar el programa de mantenimiento preventivo planificado se deben de llevar a cabo una serie de actividades en un determinado orden, como se describe a continuación:

- Análisis situación actual
- Establecer y definir grupo piloto para realización de pruebas
- Recopilar y ordenar datos grupo piloto
- Procesar información
- Analizar resultados
- Readaptación del sistema de mejora continua
- Ampliar gestión o más grupo

Es importante realizar estas actividades para contar con datos confiables y obtener información veraz y oportuna para tener un programa de mantenimiento preventivo eficiente, capaz de resolver los inconvenientes, reducir el número de fallas, mantener en buen estado la infraestructura de los edificios y mejorar continuamente.

3.1. Determinación del plan global de acción

Es importante tener claro cuál es el plan de acción a desarrollarse para luego poder ir dividiendo el sistema de control en los diferentes procesos relacionados y definir las interrelaciones entre éstos, para que todo marche en orden.

El plan global de acción consiste en la planificación y desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo planificado para el departamento de mantenimiento y servicios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, teniendo en cuenta las actividades que se deben de llevar a cabo y las relaciones entre éstas, se procede a establecer las áreas a incluir en el programa para clasificar y asignar los diferentes registros que se deben aplicar dependiendo de los elementos a revisar o verificar y posteriormente desarrollar los formatos a utilizar para las inspecciones establecidas.

3.1.1. Procedimiento del mantenimiento preventivo

Toda la información generada como resultado de los distintos tipos de revisiones que puedan afectar a las condiciones de funcionamiento seguro de las instalaciones y equipo, además de ser analizadas por los responsables de las diferentes unidades funcionales, deberán ser conocidas por el Departamento de Mantenimiento y Servicios, debiendo organizar y controlar los trabajos.

La organización del sistema de control de mantenimiento preventivo incluye el establecimiento de los procedimientos para mantener el programa en marcha y el personal necesario para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Especialmente en nuevos programas de mantenimiento se

deben enseñar los procedimientos seguros de trabajo y los métodos de inspección, reparación o sustitución, así como llevar los correspondientes registros.

Además, la organización debe desarrollar la programación elaborando los programas de inspecciones y un calendario planificado para llevarlas a cabo.

Una vez hechas las inspecciones se elaboran una serie de órdenes de trabajo diferenciando entre las que no necesitan trabajo posterior y las que indican que es necesario un trabajo de reparación. Para cada reparación necesaria se podría elaborar una hoja de trabajo en la que se indique la necesidad de mantenimiento, indicando su prioridad dentro del sistema de programación y planificación general de trabajos o equipos a realizar o controlar.

Todos los equipos sujetos a un programa de mantenimiento dispondrán de un registro en el que se archive toda la información generada tanto por el propio programa de mantenimiento como en las reparaciones o intervenciones diversas que se hayan realizado.

La periodicidad del programa y trabajo de mantenimiento preventivo planificado será distinta para cada caso en particular.

Aunque cada uno de los tipos de revisiones reseñadas tienen objetivos diferentes, cabría aprovechar algún tipo de revisión para cubrir objetivos de otro. Hay que tomar en cuenta que el objetivo principal del mantenimiento preventivo es asegurar el buen funcionamiento de un equipo cuando está en condiciones de uso.

3.1.2. Áreas incluidas en el programa

Para determinar las áreas que se inspeccionan y que deben ser incluidas en el mantenimiento preventivo planificado se deben hacer dos preguntas claves:

- ¿Qué se debe inspeccionar? Para ello se deberán elaborar unos cuestionarios de revisión, sencillos y prácticos que faciliten la tarea actuando como guías de análisis.
- ¿Quién hace las revisiones? La tendencia es implicar en la medida de lo posible a los propios operarios en su ámbito de trabajo, exceptuando las cuestiones más genéricas o específicas que las deben hacer los mandos intermedios o personal más calificado de la organización o incluso personal foráneo.

Luego de resolver las dos preguntas planteadas anteriormente se establecen las áreas que se incluyen en el programa de mantenimiento preventivo para la infraestructura de la Facultad de Ingeniería de la USAC y se clasifican de la siguiente manera:

- Servicios sanitarios
- Jardinería
- Edificios
- Mobiliario
- Áreas de recreación
- Área de parqueo

Para cada una de estas áreas se desarrolla la respectiva hoja de registro de inspección, hoja de verificación y orden de trabajo, según sea el caso, ya sea mantenimiento o servicios, para cada actividad o tarea de que se trate.

Con esto se pretende crear diferentes archivos, los cuales contendrán cada uno diferente información como se describe a continuación:

- Uno de los archivos debe contener los registros de inspección y órdenes de trabajo a realizar (archivo de programación).
- Otro debe contener los registros de inspección y órdenes de trabajo realizados.
- Otro archivo estará con las hojas realizadas de verificación de orden y limpieza.
- El último archivo contará con los programas semanales, mensuales y semestrales a realizar durante el año.

Estos archivos servirán para llevar el control de los trabajos designados y los trabajos realizados, así como para controlar el avance y cumplimiento de los trabajos programados, para luego poder utilizar los datos de cada archivo para evaluar y medir el desempeño de las actividades, como también la eficiencia del programa de mantenimiento.

3.2. Archivos históricos

Los archivos históricos están formados por el conjunto de todos los registros utilizados para llevar el control de las actividades y trabajos realizados por los empleados de los Departamentos de Mantenimiento y Servicios, organizados y archivados según su tipo, mes y año en que se llevaron a cabo.

Para llevar el control de cada uno de los diferentes registros que se llevan a cabo, se deben de tener los archivos históricos del mantenimiento preventivo así se tendrán numeradas carpetas para los archivos de cada edificio de la Facultad de Ingeniería los cuales contendrán lo siguiente:

- Registros de inspección
- Hojas de verificación
- Órdenes de trabajo terminadas
- Informes semanales
- Información de costos

La acumulación de estos datos se convierte en la puerta de información técnica para usarla en el análisis del programa de mantenimiento preventivo. Es entonces crucial que se identifiquen de la mejor manera posible los registros y carpetas que forman los archivos históricos, ya que son la base de referencia para las distintas administraciones de la Facultad de Ingeniería y además como base de referencia la información que contienen los registros debe de contar con datos claros, legibles y sin espacios de tiempo, para poder brindar información adecuada en cualquier momento que se necesite.

3.2.1. Códigos a usar en los formatos

Los registros de inspección, órdenes de trabajo, hojas de verificación y registros de mantenimiento se deben de codificar para hacer referencia a una específica cuando se necesite y para que cada una tenga un código único que identifique el documento y que facilite su recuperación cuando se necesite hacer uso del mismo.

El código se asigna según se propone en la Norma ISO 9000-2000 para la identificación de documentos. El código consta de 3 letras y dos dígitos y se coloca en el encabezado en la parte superior derecha del formato.

FSM – 01

La primera letra siempre es F, de Formulario, ya que todos los registros que se utilizan son tipo formularios.

La segunda y tercera letra que identifica los formatos depende del tipo de registro según se muestra en la tabla I:

Tabla I. **Descripción códigos de formatos**

LETRAS	CONCEPTO
SM	Solicitud de mantenimiento
IM	Inspección de mantenimiento
MP	Mantenimiento preventivo
HV	Hoja de verificación

Fuente: elaboración propia.

Los dígitos indican el número consecutivo de formato al que corresponde según el tipo de registro así, si corresponde al tipo de formulario de hoja de verificación FHV y se utilizan dos tipos de formatos: estarán los códigos FHV-01 y el FHV-02, estos serán dos formatos diferentes, los cuales contienen datos de distintos elementos pero la información que brindan es obtenida de las mismas áreas, en donde se utilizan las hojas de verificación para las inspecciones correspondientes.

Se propone que los registros se codifiquen como se muestra a continuación:

Tabla II. **Códigos propuestos para los registros**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
FSM-01	Orden de trabajo
FIM-01	Registro de inspección semanal
FIM-02	Informe semanal de actividades
FIM-03	Registro de inspección mensual
FIM-04	Registro de inspección semestral
FHV-01	Hoja de verificación para orden y limpieza
FHV-02	Hojas de verificación áreas verdes y de descanso
FMP-01	Mantenimiento preventivo mensual
FMP-02	Mantenimiento preventivo semestral
FMP-03	Mantenimiento preventivo anual

Fuente: elaboración propia.

3.3. Programa y trabajo de mantenimiento preventivo

En general, las frecuencias con que deben de hacerse la inspección y mantenimiento preventivo dependen del elemento de que se trate.

3.3.1. Programa semanal de inspección y mantenimiento

En el programa semanal de inspección se incluyen las inspecciones que se llevan a cabo dos veces por semana, éstas incluyen inspecciones críticas, ya que son elementos que son primordiales para la adecuada realización de las actividades diarias.

En estas inspecciones se utilizan los formatos registro de inspección FIM-01 y se resumen las actividades de mantenimiento llevadas a cabo durante la semana en el formato informe semanal de actividades FIM-02.

El programa semanal se describe en la tabla III, mostrada a continuación:

Tabla III. **Programación semanal de inspección y mantenimiento**

PROGRAMACIÓN SEMANAL DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO		
	FRECUENCIA	
DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	MANTENIMIENTO
INSPECCIÓN CRÍTICA Iluminación Puertas Servicios sanitarios Tarimas de aulas Tapas Escritorios Switch's Ventanas Paredes Pisos	Semanal	Inmediato

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Programa mensual de inspección y mantenimiento

Se incluyen elementos que por su tipo y estructura, así también por el tipo de mantenimiento que ameritan, éste se debe dar con la menor afluencia de alumnos y personal en los edificios. Se incluyen elementos importantes para mantener en buen estado la infraestructura y alargar la vida de las mismas, pero que su tiempo de deterioro y estado para realizar las actividades diarias no son críticos, ya que no afectan el normal desenvolvimiento de las tareas a realizar. Son inspecciones que se hacen una vez al mes y/o con mantenimiento

mensual. Se utilizan los formatos de registro de inspección mensual FIM-03 y el de mantenimiento preventivo mensual FMP-01.

El programa mensual se describe a continuación en la tabla IV:

Tabla IV. **Programación mensual de inspección y mantenimiento**

PROGRAMACIÓN MENSUAL DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO		
	FRECUENCIA	
DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	MANTENIMIENTO
INSPECCIÓN GENERAL Ventanas Pisos Pintura Iluminación	Mensual Mensual Mensual Mensual	Si en la inspección se determina que es necesario
EQUIPO Bactericidas S.S.	Cuando sea necesario	Mensual

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Programa semestral de inspección y mantenimiento

Se incluyen los elementos o sectores a los cuales se les ha clasificado por sus características dentro de las inspecciones generales y los cuales no necesitan un mantenimiento tan seguido sino que dependen del cuidado, clima y otros factores por los cuales se les brinda un mantenimiento e inspección semestral.

Se utiliza el formato de registro de inspección semestral FIM-04 y el formato de mantenimiento preventivo semestral FMP-02. El programa semestral se muestra en la tabla V:

Tabla V. **Programación semestral de inspección y mantenimiento**

PROGRAMACIÓN SEMESTRAL DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO		
	FRECUENCIA	
DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	MANTENIMIENTO
INSPECCIÓN GENERAL		
Paredes	Semestral	Si es necesario
Puertas	Semestral	Si es necesario
Iluminación		Semestral
EQUIPO		
Filtros de agua		Semestral
Bomba de agua		Semestral
Equipo de cómputo		Semestral

Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Programa anual de inspección y mantenimiento

En el programa anual se incluyen las inspecciones generales que se llevan a cabo una vez al año y el mantenimiento que se debe hacer al equipo y elementos de la infraestructura de los edificios, el cual también se realiza una vez al año. El formato a utilizar es el de mantenimiento preventivo anual FMP-03.

Se describe a continuación en la tabla VI el programa anual de inspección y mantenimiento a cumplir:

Tabla VI. **Programación anual de inspección y mantenimiento**

PROGRAMACIÓN ANUAL DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO		
	FRECUENCIA	
DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	MANTENIMIENTO
INSPECCIÓN GENERAL		
Puertas	-	Anual
Pisos		Anual
Pintura		Anual
EQUIPO		
Extintores	-	Anual

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Programa general de inspección y mantenimiento

En el programa general se muestran todos los elementos a los cuales se les debe realizar, ya sea inspección crítica, inspección general o el equipo al cual se le debe de dar mantenimiento, todos se incluyen dentro de esta tabla, sin importar la frecuencia de inspecciones o mantenimiento.

Esta tabla muestra todas las inspecciones y mantenimientos que se deben de realizar semanal, mensual, semestral y anualmente, muestra el conjunto de inspecciones agrupadas por tipo, ya sea inspección crítica, inspección general, inspección de equipo o aplicación de hojas de verificación, luego se especifica la frecuencia a realizar la inspección o mantenimiento.

Contiene todos los elementos de las distintas áreas a evaluar en la Facultad de Ingeniería que se tomaron en cuenta en los programas antes mencionados y que se deben tomar en cuenta para definir y establecer cada programación, así, esta programación general muestra todos los elementos tomados en cuenta para las inspecciones y mantenimientos necesarios en las frecuencias correspondientes.

En esta programación no se utiliza ningún formato; ya que es una referencia de todos los formatos que se utilizan y especifica todos los elementos de los programas de inspección y mantenimiento que se consideran en general.

Tabla VII. Programación general de inspección y mantenimiento

PROGRAMACIÓN GENERAL DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO		
	FRECUENCIA	
DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	MANTENIMIENTO
INSPECCIÓN CRÍTICA Iluminación Puertas Servicios sanitarios Tapas Tarimas de aulas Escritorios Switch's Ventanas Paredes Pisos	Semanal	Inmediato
INSPECCIÓN GENERAL Paredes Ventanas Puertas Pisos Pintura Iluminación	Semestral Mensual Semestral Mensual Mensual Mensual	Semestral Anual Anual Semestral
EQUIPO Bactericidas S.S. Filtros de agua Bomba de agua Extintores Equipo de cómputo		Mensual Semestral Semestral Anual Semestral
HOJAS DE VERIFICACIÓN	Diaria	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Elementos incluidos en las inspecciones

Cada formato es asignado para la recopilación de diferente información y así crear los registros de inspección y cada registro cubre determinada área, los elementos a inspeccionar o verificar en cada inspección y para cada mantenimiento, según sea el caso, se describen a continuación en el siguiente capítulo.

3.4.1. Elementos incluidos en inspecciones críticas

- Inspección crítica: para llevar a cabo esta inspección el trabajo que se realizará será el de confirmar el adecuado funcionamiento de elementos de uso para las actividades diarias que se llevan dentro del edificio, verificando:
 - Iluminación: candelas, bombillos, switch.
 - Tapas: toma corriente, toma de Internet, que no hayan cables expuestos, switch's.
 - Toma corriente funcionando.
 - Toma de Internet funcionando.
 - Puertas: bisagras, chapas, vidrio.
 - Ventanas: vidrio, marco, abridor.
 - Estado de paredes.
 - Estado de pisos.
 - Equipo de servicios sanitarios: inodoros, lavamanos, mingitorios.

Se verificará y reportará el estado de cada salón, pasillo, servicio sanitario y gradas del edificio en cada nivel inspeccionado para realizar la orden de trabajo correspondiente, y así poder llevar a cabo los cambios o reparaciones necesarias.

3.4.2. Elementos incluidos en inspecciones generales

- Inspecciones generales: a continuación se detallan los elementos que se encuentran incluidos en este tipo de inspecciones.

- Paredes: se debe de conocer el material de construcción de las paredes y si tiene o no acabado, su utilización, etc. Dependiendo de esto se calcula la frecuencia de inspección de las paredes, en este caso se realizará una inspección semestral para revisar los siguientes aspectos:
 - Determinar el estado de las paredes.

 - Determinar las necesidades de mantenimiento a corto plazo y a largo plazo.

 - Reportar la existencia de rajaduras, porosidad o agrietamientos en la pared.

Mantenimiento: dependiendo de las necesidades se hará el mantenimiento a la pared del edificio.

- Ventanas: los trabajos necesarios para la inspección del estado de las ventanas de los edificios son entre otros:

- Revisión del estado del marco de la ventana.
- En marcos que no son de aluminio, revisar el estado de la pintura de los marcos.
- Revisar la falta, rajadura o cualquier problema de los vidrios.
- Revisar el adecuado funcionamiento de los dispositivos para abrir las ventanas.

Mantenimiento: en el programa de orden y limpieza, se incluye semestralmente la limpieza de los vidrios, lubricación de los dispositivos para abrir las ventanas y en donde se necesite la pintura de los marcos de las ventanas.

- Puertas: semestralmente se realizarán los siguientes trabajos durante la inspección:
 - Revisar que la madera no sufra separaciones
 - Revisar el adecuado funcionamiento de la puerta

Mantenimiento: las puertas deben de ser pintadas una vez al año y las puertas de madera, además deben ser barnizadas.

- Pisos: se realizará una inspección mensual para:
 - Encontrar lugares en donde existe falta de pisos

- Detectar pisos quebrados
- Detectar daños o deterioros a tiempo

Mantenimiento: en el mantenimiento preventivo de pisos lo principal es la limpieza adecuada que es una actividad correspondiente al área de servicios y anualmente encerar los pisos para que no pierdan el color y brillo.

- Pintura: mensualmente se llevará a cabo una inspección que incluirá las siguientes actividades:
 - Detectar áreas que necesitan pintura inmediatamente.
 - Detectar áreas que necesitarán pintura en un futuro próximo.
 - Determinar áreas que se encuentren en buen estado.
 - Con un buen tiempo (el calor o frío excesivo hacen la tarea mucho más difícil) determinar el estado de los exteriores.
 - Determinar las causas de los defectos que se encuentren.

Mantenimiento: se deben mantener limpias las superficies y semestralmente limpiar profundamente los interiores del edificio y limpiar o lavar los exteriores.

- Iluminación: las inspecciones mensuales en cuanto a iluminación deben cumplir la revisión de los siguientes aspectos:

- Voltajes en los portalámparas
- Suciedad y polvo en los protectores y candelas
- Número de candelas quemadas
- Estado de las candelas o bombillas

Mantenimiento: semestralmente se limpiarán las bombillas o candelas y sus protectores, además, de ser posible, es deseable que una persona de mantenimiento sea electricista calificado para chequear problemas eléctricos y hacer reparaciones según se encuentran durante la operación de mantenimiento.

- Equipo: en el caso del equipo las inspecciones consisten en una revisión del funcionamiento adecuado de estos ya que en caso de algún desperfecto o problema en los mismos se debe reportar el hecho, sin embargo, el trabajo de reparación o sustitución le corresponde a personal externo a la Facultad de Ingeniería y al Departamento de Mantenimiento y Servicios, pues son estos proveedores quienes extienden la garantía del equipo si se llegara a requerir de un mantenimiento correctivo o bien la venta del equipo si se necesitara de la sustitución del equipo en periodos fuera de la cobertura de la garantía, además quienes brindan mantenimiento preventivo a los equipos es el personal de los proveedores y son ellos quienes realizan una inspección más profunda del equipo al momento de realizar los mantenimientos correspondientes.

- Bactericida S.S.: los bactericidas de los servicios sanitarios son de gran importancia, ya que eliminan bacterias, así como el desagradable y fuerte olor que se mantiene en los baños, así que es importante que funcionen adecuadamente.

Mantenimiento: cada 28 días (mensualmente) se realiza el mantenimiento de los bactericidas y lo realiza la empresa que pone los dispositivos.

- Filtros de agua: los filtros de agua pura ubicados en la facultad deben tener un mantenimiento semestral para que funcionen adecuadamente al purificar el agua. Para este mantenimiento, también se debe de contratar a personal externo.
- Extintores: los extintores son de gran relevancia para la seguridad de los edificios y se deben inspeccionar que se encuentren debidamente cerrados para garantizar su buen estado al momento de requerir su uso, y que la carga esté vigente.

Mantenimiento: realizar un mantenimiento semestralmente y se debe mantener cada extintor con su identificación actualizada acerca de las fechas en las que se les dio mantenimiento preventivo y las fechas en que se debe de volver a realizar el mantenimiento, para esto se contrata personal externo y el mantenimiento preventivo consiste en llenar en las fechas establecidas los tanques para compensar las pérdidas de producto que presentan cada cierto tiempo.

- Bomba de agua: es importante garantizar el uso de agua dentro de los edificios para efectos de higiene, jardinería, etc.

El mantenimiento preventivo de la bomba de agua se debe hacer dos veces al año y debe realizarlo personal externo, si no se requiere de mantenimiento las dos veces en el año, de igual manera se debe inspeccionar semestralmente para evitar un mantenimiento correctivo.

- Equipo de cómputo: a éste no se le realizan inspecciones; sin embargo, se realizan mantenimientos preventivos cada semestre. Este mantenimiento es el único realizado por personal de la Facultad de Ingeniería quienes se encargan de limpiar, ajustar o lubricar de ser necesario el hardware del equipo de cómputo.

Al software no se le realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo, más si se presenta algún problema, se debe de realizar directamente un mantenimiento correctivo.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Luego de haber descrito los antecedentes de la Facultad de Ingeniería así como su situación actual con respecto al mantenimiento preventivo y luego de definir los programas de inspección y mantenimiento propuestos en este trabajo se procede a establecer el grupo piloto en donde se implementará el programa de mantenimiento.

4.1. Grupo piloto para realizar pruebas

Existen varias formas para implantar mejoras en un sistema y cada una responde al problema del que se trata o al grado de complejidad del sistema puesto en marcha. El método que se utilizará en este trabajo es el del proyecto piloto.

El proyecto piloto consiste en realizar un ensayo del nuevo sistema en solo una parte del campo funcional, en donde habrá de operar, con la finalidad de medir su eficacia.

Debe entenderse que el proyecto piloto sólo es posible cuando existe una relativa semejanza entre las condiciones que imperan en el campo funcional de un todo, en esto se basa la selección de este método para la implementación del programa propuesto, ya que las áreas: elementos, mobiliario y equipo de los edificios de la Facultad de Ingeniería cuentan con una distribución y condiciones semejantes.

La principal utilidad de este método radica en que permite introducir cambios en una escala reducida, realizando cuántas pruebas sean necesarias para averiguar la validez y la efectividad del sistema propuesto, antes de operar en forma integral.

Una posible desventaja del método del proyecto piloto es que no es posible asegurar que lo que es válido para una parte del todo, lo es también para las partes restantes; sin embargo, en el caso de este trabajo de graduación esta desventaja no se cumple, ya que todos los elementos que se inspeccionan y a los cuales se les brinda mantenimiento se encuentran en todos los edificios, bajo las mismas condiciones y el trabajo de mantenimiento, cualquiera que sea, se efectúa de la misma manera sin importar el elemento de que se trate.

4.1.1. Establecimiento del grupo piloto para realizar pruebas

Para el establecimiento del grupo piloto para realización de pruebas se debe, entonces, considerar un edificio que cumpla con las condiciones necesarias para utilizar todos los formatos de registros que se proponen y poder realizar los cambios pertinentes.

Este grupo piloto debe contar con la principal característica de tener la mayor cantidad de áreas con las que cuentan en común los edificios de la Facultad de Ingeniería que es el campo funcional en donde habrá de funcionar el sistema de control de mantenimiento preventivo. Con la descripción de los edificios realizada previamente, en capítulos anteriores, se debe escoger el edificio que permita implementar de una manera adecuada y válida las pruebas del programa de mantenimiento propuesto.

4.1.2. Definición del grupo piloto

Como se mencionó anteriormente, la Facultad de Ingeniería por su creciente población ocupa varios edificios dentro de la ciudad universitaria, así que se debe definir un grupo piloto para realizar las pruebas de los registros de inspección y mantenimiento que forman parte del programa de mantenimiento planteado para cambiar y mejorar cualquier aspecto de los formatos para su adecuada adaptación en el uso de los empleados.

Para esto, luego de haber establecido las características con las que debe contar el edificio que servirá para llevar a cabo el proyecto piloto y haber escogido y comparado los edificios según su descripción planteada en el capítulo 1 de este trabajo, se establece entonces que el edificio T-3 es la mejor opción para poder llevar a cabo el proyecto piloto y las distintas pruebas que se requieren en las diferentes áreas de mantenimiento, ya que como se define en el capítulo 1, el edificio T-3 es el más grande de la Facultad de Ingeniería y cuenta con todas las áreas y elementos necesarios para poder aplicar todos los formatos de registros propuestos y así poder llevar a cabo las pruebas y cambios necesarios en los mismos.

4.2. Propuesta de registros de inspecciones

La Facultad de Ingeniería y el Departamento de Mantenimiento y Servicios cuenta con formato para la solicitud de materiales, como también para las órdenes de compra respectivas, sin embargo, no cuenta con formatos de registros de inspecciones, hojas de verificación ni órdenes de trabajo adecuadas, así que se trabajarán con varios formatos de registros para poder llevar a cabo el control del mantenimiento preventivo como se estableció en

capítulos anteriores, dentro de estos la descripción de los primeros formatos y sus datos respectivos serán los registros de inspecciones.

4.2.1. Áreas para utilizar registros de inspecciones

Cada registro tiene como función obtener datos de determinada área del edificio, en este caso los registros de inspecciones están destinados a realizar inspecciones críticas para obtener datos acerca del estado de los elementos que se encuentran en las siguientes áreas:

- Salones de clase: en estas áreas se debe revisar el estado de los siguientes elementos:
 - Ventanas
 - Toma corriente/ toma Internet
 - Candelas
 - Switch's
 - Pisos
 - Puertas
 - Paredes

Se deben revisar todos los aspectos críticos y de reparación inmediata para que cada uno de estos elementos pueda cumplir adecuadamente con sus funciones diarias.

- Servicios sanitarios: se debe revisar y reportar el estado en que se encuentran los siguientes elementos:

- Puertas
 - Ventanas
 - Switch's
 - Candelas funcionando
 - Tapaderas de enchufes o de cableado
 - Piso
 - Inodoros
 - Mingitorios
 - Lavamanos
 - Paredes
- Pasillos y gradas: se debe verificar el estado y limpieza de los siguientes elementos:
 - Ventanas
 - Switch's
 - Candelas
 - Toma corriente/ toma Internet
 - Pisos
 - Paredes

4.2.2. Elementos a inspeccionar

Una vez definidas las áreas a inspeccionar y establecidos los elementos que contiene cada área del registro de inspección, se deben considerar los siguientes aspectos de cada uno de los elementos involucrados para la obtención de datos requeridos:

- Ventanas: reportar si hay ventanas quebradas, si falta alguna, si están limpias o no, ya que esto impide una adecuada iluminación, que los abridores funcionen adecuadamente o si necesitan lubricación para poder abrir y cerrar las ventanas fácilmente, que los abridores se encuentren en buen estado y que los bordes de los marcos de las ventanas estén debidamente sellados y sin óxido para evitar que entre agua.
- Toma corriente / toma Internet: que la toma corriente o la toma de internet cuenten con sus tapaderas, que éstas no se encuentren en mal estado y que se encuentren funcionando adecuadamente.
- Candelas: reportar si fuera necesario, la cantidad de candelas que están quemadas o la falta de las mismas para la colocación de nuevas candelas para una adecuada iluminación.
- Switch's: en buen estado, que funcionen adecuadamente, que las tapas se encuentren en buen estado sin manchas o quebradas, ni hundidos los interruptores, revisar y reportar su estado general.
- Estado de los pisos: reportar la falta de algún piso o pisos quebrados o en mal estado.
- Las puertas: bisagras en adecuado funcionamiento, manecillas completas con el seguro funcionando, el vidrio de las puertas en buen estado, que la madera de la puerta se encuentre sin defectos mayores, reportar cualquier otro aspecto que interrumpa el adecuado funcionamiento de las puertas.

- Estado de las paredes: reportar cualquier aspecto en las paredes que se deba considerar para un cambio inmediato o para la inspección mensual o semestral.
- Lavamanos: se revisa el adecuado funcionamiento de los grifos del agua en los lavamanos, así como que no existan fugas en las tuberías de los mismos.
- Inodoros y/o mingitorios: se revisa y reporta el adecuado funcionamiento de los inodoros y/o mingitorios de los servicios sanitarios cerciorándose que las palancas echen agua, que los flotes funcionen bien para evitar rebalses de agua, además revisar que no hayan fugas en tuberías y que las llaves de paso de agua funcionen adecuadamente.

4.2.3. Formato propuesto para los registros de inspecciones

Los formatos propuestos para los registros de inspecciones semanales, registro de inspecciones mensuales y registro de inspecciones semestrales se muestran en el apéndice 1 registro de inspecciones.

4.3. Propuesta de hojas de verificación

Las hojas de verificación son otro tipo de registros y sus formatos contienen datos acerca de las actividades llevadas a cabo por el personal de servicios en cuanto a aspectos de orden y limpieza.

4.3.1. Áreas para utilizar hojas de verificación

Cada hoja de verificación tiene como función obtener datos de determinada área del edificio, en este caso las hojas de verificación están destinadas a realizar inspecciones críticas para obtener datos acerca de aspectos de orden y limpieza de los elementos que se encuentran en las siguientes áreas:

- Salones de clase
 - Pisos
 - Ventanas
 - Iluminación
 - Paredes
 - Basureros

- Servicios sanitarios
 - Lavamanos
 - Inodoros / mingitorios
 - Pisos
 - Ventanas
 - Paredes
 - Puertas

- Pasillos y gradas
 - Pisos
 - Ventanas

- Basureros
- Paredes

- Áreas verdes
 - Basureros
 - Jardines
 - Bancas
 - Ranchos

4.3.2. Elementos a inspeccionar

Una vez definidas las áreas a inspeccionar y establecidos los elementos que contiene cada área del registro de inspección, se deben considerar los siguientes aspectos de cada uno de los elementos involucrados para la obtención de datos requeridos:

- Pisos: en las hojas de verificación se revisa y reporta el estado de limpieza de los pisos, que estén sin basura y debidamente barridos y trapeados, además, cuando se deba, que estén encerados.

- Ventanas: para ayudar a aprovechar la iluminación natural, las ventanas deben de estar limpias de polvo, manchas y suciedad.

- Iluminación: las candelas y bombillos que brindan la iluminación artificial en las diferentes áreas de los edificios deben de estar limpias y libres de polvo al igual que las pantallas que protegen a las mismas.

- Paredes: se revisan y reportan las paredes para asegurarse que la pintura esté en buen estado, que estén libres de suciedad o manchas.
- Basureros: los basureros deben revisarse constantemente para que no se rebalsen de basura y se deben mantener con bolsas de basura, además se revisa que se encuentren limpios para evitar moscos, moscas y malos olores.
- Puertas: se revisa y reporta el estado de limpieza de las puertas para evitar manchas, rayones o cualquier otro aspecto relativo a la limpieza de las mismas.
- Lavamanos: los lavamanos deben de mantenerse limpios y secos.
- Inodoros y mingitorios: revisar que se encuentren limpios.
- Jardines: verificar que se encuentren libres de hojas secas y/o basura de cualquier tipo.
- Ranchos: verificar que se encuentren limpios sin basura en las mesas, los techos sin hojas ni ramas de los árboles, y que la pintura se encuentre en buen estado.

4.3.3. Formato propuesto para las hojas de verificación

El formato propuesto para las hojas de verificación se presenta en el apéndice 2 hojas de verificación.

4.4. Propuesta de orden de trabajo

Al revisar, verificar y reportar el estado de las áreas y elementos correspondientes a los registros de inspección y hojas de verificación se lleva a cabo la orden de trabajo a realizar por el Departamento de Mantenimiento y Servicios.

4.4.1. Información contenida en la orden de trabajo

La orden de trabajo debe contener la siguiente información acerca del trabajo que se necesita llevar a cabo:

- Lugar y área a llevar a cabo el trabajo.
- Tipo de trabajo: si se requiere de un mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo u otros.
- Descripción del trabajo que se debe de realizar.
- Datos del empleado asignado para realizar el trabajo.
- Datos de autoridad competente que autoriza el trabajo.
- De ser necesario, observaciones acerca del trabajo a realizar.

4.4.2. Formato propuesto para orden de trabajo

El formato propuesto para las órdenes de trabajo se muestra en el apéndice 3 orden de trabajo.

4.5. Propuesta de informe semanal

Al llevar a cabo las tareas diarias realizadas durante la semana y al hacer uso de los formatos indicados, se entrega al final de la semana el informe al supervisor o encargado correspondiente para entregar a autoridad competente encargado del Departamento de Mantenimiento y Servicios, secretaria adjunta de la facultad, el informe semanal de actividades realizadas por cada área.

4.5.1. Información contenida en el informe semanal

El informe semanal debe contener la siguiente información acerca de las actividades realizadas durante la semana por cada empleado:

- Datos del empleado.
- Período de actividades de trabajo reportados.
- Descripción del trabajo realizado.
- Fechas en que se realizó el trabajo.
- Días utilizados para realizar la tarea y así poder estimar el tiempo que tomó realizar la tarea, si lo amerita o no.
- Recursos o materiales utilizados.

4.5.2. Propuesta de formato de informe semanal

El formato propuesto para las el informe semanal se muestra en el apéndice 4 informe semanal.

4.6. Propuesta programa de mantenimiento preventivo anual

Contando con los formatos anteriormente descritos, para poder controlar el proceso de mantenimiento, se propone el programa de mantenimiento preventivo anual desglosado en actividades a realizar los doce meses del año. El formato propuesto se muestra en el apéndice 5 programa anual de mantenimiento preventivo.

5. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para llevar a cabo la evaluación del programa de mantenimiento se aplicaron los formatos propuestos de hojas de verificación para evaluar el trabajo realizado por el área de servicios, registro de inspección semanal para evaluar al área de mantenimiento y a su vez, para asignar trabajos y realizar órdenes de trabajo para las cuales también se empleó el formato propuesto, y, por último, el informe semanal de actividades se trabajó con el formato propuesto.

5.1. Análisis de resultados

Con base en la recopilación de datos obtenidos y a través del uso de fórmulas se obtienen resultados que posteriormente se analizarán para poder evaluar el desempeño actual del Departamento Mantenimiento y Servicios y las mejoras al ir controlando las actividades y trabajos durante el tiempo de este estudio.

5.1.1. Recopilación de datos

La recopilación de datos se obtiene de la información contenida en los formatos propuestos para hojas de verificación, ya que éstas revisan tanto aspectos de limpieza como de mantenimiento verificando que las tareas asignadas se lleven a cabo, este y los demás formatos se utilizan en el edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería y en las áreas verdes y de descanso del mismo, con estos se obtienen archivos de hojas de verificación, registros de

inspección semanal, registros de inspección mensual e informes semanales de actividades.

Las hojas de verificación de limpieza califican 25 aspectos de tres áreas, los sanitarios, los corredores y las aulas. Así se puede evaluar el trabajo realizado por los empleados responsables de la limpieza y las órdenes de trabajo e informe semanal de actividades brindan información acerca de las tareas de mantenimiento requeridas en el edificio.

La información recopilada se encuentra en el apéndice 6, tablas de resultados, en la cual se presentan las tablas de solicitud de trabajo vs informe semanal de actividades para calcular los trabajos realizados en el área de mantenimiento y la tabla de resultados de hojas de verificación, para obtener las tareas llevadas a cabo de las 25 que se deben de cumplir en el área de limpieza.

5.1.2. Rendimiento del trabajo de mantenimiento preventivo

Cualquier programa de mantenimiento preventivo bien diseñado y aplicado rendirá beneficios considerables.

Algunos de los principales rendimientos potenciales con los cuales se pretende beneficiar a los usuarios con un programa de mantenimiento preventivo efectivo son los siguientes:

- Menos tiempo de ocio de los empleados al tener que reportar las actividades que realizan con tiempos y revisión de las actividades por el personal encargado.

- Menos tiempo extra invertido por los ajustes ordinarios y las reparaciones normales, que por una reparación llevada a cabo por una descompostura.
- Costo de reparación más bajos por las reparaciones y correcciones llevadas a cabo antes del cambio por descompostura.
- Al controlar los tiempos y trabajos evitando el tiempo de ocio se mantiene ocupado el tiempo de los empleados pudiendo disminuir el número de empleados en el departamento y ahorrar costos.
- Identificación de las áreas con más necesidad de mantenimiento preventivo.
- Mejor control de materiales.
- Registros más efectivos del equipo e infraestructura, mostrando las descomposturas y el desgaste para su análisis.
- Permite a la gerencia administrar por hechos reflejados en los archivos históricos, más que por opiniones.

5.1.3. Diagnóstico

Para el diagnóstico del programa de mantenimiento preventivo se calcula el porcentaje de cumplimiento o eficiencia del trabajo de cada empleado que forma parte del departamento de mantenimiento y servicios, encargado de llevar a cabo el mantenimiento de la Facultad de Ingeniería.

Este diagnóstico se hace a través de índices y porcentajes obtenidos de los datos contenidos en los formatos de registros aplicados previamente en las áreas correspondientes.

Luego de obtener de la tabla de resultados la información necesaria para poder llevar a cabo la evaluación del programa de mantenimiento preventivo, antes de todo se evalúa la eficiencia de los formatos propuestos para que el programa de mantenimiento preventivo pueda funcionar adecuadamente y que sea eficaz.

5.2. Apreciación del programa de mantenimiento

Para la apreciación del programa de mantenimiento se evalúan los datos obtenidos en los registros de inspección, para obtener la eficiencia de los trabajos del Departamento de Mantenimiento y Servicios y poder así obtener un programa de mantenimiento adecuado y que obtenga los mejores resultados en su aplicación anual.

Para obtener los resultados se calculan índices y se lleva a cabo la evaluación de los ahorros, éstos se especifican y se determinan a continuación.

5.2.1. Índices

Existen varios índices utilizados para evaluar la meta que se establece para alcanzarse con la ejecución del mantenimiento preventivo, para efectos de este trabajo se utilizan índices que nos indiquen el desempeño de actividades llevadas a cabo por el personal del Departamento de Mantenimiento y Servicios.

- Registros de Inspección: para evaluar estos registros se comparan los registros de inspección y/o las hojas de inspección de áreas verdes y de descanso con la información contenida en las órdenes de trabajo que estos provocan y se revisa, en el informe semanal de actividades, cuantos trabajos se reportaron y cuantos se han realizado.

Estos datos son de los trabajos reportados fuera de los trabajos programados para cada semana. Esta evaluación se debe hacer semanalmente o quincenalmente para llevar un mejor control.

Si el trabajo se reporta y no se soluciona en los días de la semana en que se reportó, entonces se considera como trabajo pendiente.

PT = porcentaje de trabajo TR = trabajos reportados

TH= trabajos hechos TP = trabajos pendientes

$$PT = \frac{TH}{TR + TP} * 100\%$$

- Hojas de verificación: en estos registros se tienen 20 tareas que se deben de realizar para mantener orden y limpieza en el edificio, así que se le asigna un valor de 1 punto a cada tarea descrita en el registro para obtener un punteo total de 100 puntos que representan el 100% del cumplimiento en el trabajo, así se logra evaluar el desempeño de cada trabajador en los diferentes niveles del edificio. Se evalúa con el índice mostrado a continuación:

PC= porcentaje de cumplimiento

TA = tareas asignadas

TC= tareas cumplidas

$$PC = \frac{TC}{TA} * 100\%$$

5.2.2. Evaluación de las metas establecidas

Para obtener los resultados de la evaluación de metas establecidas, se calculan los índices para los tres meses en que se aplicaron los registros de inspección y se calcula para cada mes un índice escogiendo al azar un registro dentro de este período.

- Porcentaje de trabajo área de mantenimiento

- Primer mes

(Semana 2)

Trabajos reportados TR = 12

Trabajos pendientes TP = 2

Trabajos hechos TH = 10

$$PT = \frac{10}{12+2} * 100$$

$$PT = 0,7143 * 100\%$$

$$PT = 71,43\%$$

- Segundo mes

(Semana 7)

Trabajos reportados TR = 7

Trabajos pendientes TP = 0

Trabajos hechos TH = 5

$$PT = \frac{5}{7} * 100$$

$$PT = 0,71428 * 100\%$$

$$PT = 71,43\%$$

- Tercer mes
(Semana 12)
Trabajos reportados TR = 6
Trabajos pendientes TP = 1
Trabajos hechos TH = 7

$$PT = \frac{7}{(6+1)} * 100$$

$$PT = 1 * 100\%$$

$$PT = 100\%$$

- Porcentaje de cumplimiento área de limpieza

- Primer mes
(Semana 2)

Nivel 0

Tareas cumplidas TC = 21

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{21}{25} * 100\%$$

$$PC = 0,84\% * 100\%$$

$$PC = 84\%$$

Nivel 1

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

Nivel 2

Tareas cumplidas TC = 20

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{20}{25} * 100\%$$

$$PC = 0,8 * 100\%$$

$$PC = 80\%$$

Nivel 3

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

Nivel 4

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

- Segundo mes
(Semana 7)

Nivel 0

Tareas cumplidas TC = 18

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{18}{25} * 100\% = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 72\%$$

Nivel 1

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

Nivel 2

Tareas cumplidas TC = 23

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{23}{25} * 100$$

$$PC = 0,92 * 100\%$$

$$PC = 92\%$$

Nivel 3

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

Nivel 4

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

- Tercer mes
(Semana 12)

Nivel 0

Tareas cumplidas TC = 18

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{18}{25} * 100\% = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 72\%$$

Nivel 1

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

Nivel 2

Tareas cumplidas TC = 23

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{23}{25} * 100\%$$

$$PC = 0,92 * 100\%$$

$$PC = 92\%$$

Nivel 3

Tareas cumplidas TC = 18

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{18}{25} * 100\% = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 0,72 * 100\%$$

$$PC = 72\%$$

Nivel 4

Tareas cumplidas TC = 25

Tareas asignadas TA = 25

$$PC = \frac{25}{25} * 100\%$$

$$PC = 1 * 100\%$$

$$PC = 100\%$$

CONCLUSIONES

1. Es necesario asignar el tiempo y recursos necesarios para el área de mantenimiento y limpieza de la Facultad de Ingeniería para mejorar continuamente y mantener en buen estado los edificios, mobiliario y equipo de la facultad, esto implica desarrollar, conservar y actualizar los registros correspondientes para crear archivos históricos del mantenimiento y así poder obtener información confiable al realizar los programas de mantenimiento anuales.
2. Al desarrollar los registros se crea un control en cuanto a los trabajos realizados y los tiempos que cada empleado utiliza para llevar a cabo las tareas, identificando áreas que necesitan mejorar, además de llevar el debido control de número de actividades/trabajos realizados y pendientes.
3. Al desarrollar y aplicar correctamente los registros de verificación se controla, no solamente que los trabajos se realicen adecuadamente y eficientemente en los tiempos establecidos, sino también se verifica la correcta utilización de materiales entregados si hubieran sido solicitados para llevar a cabo las actividades de mantenimiento.
4. El estudio realizado permite determinar que las condiciones de mantenimiento y limpieza en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos son una parte importante para que se prolongue la vida útil del mobiliario y equipo, es indispensable entonces, que se apoyen con registros de inspección y verificación, establecer el programa de

mantenimiento preventivo, asignar las actividades a llevar a cabo y controlar el avance de los trabajos a realizar, evitando al máximo mantenimientos correctivos.

5. Dado que las prioridades y desempeño de actividades de cada departamento cambia con cada administración, se crea el problema de mantener las mejoras que se realizan. Especialmente en aspectos sobre la mejora del mantenimiento de la Facultad de Ingeniería se debe seguir con los programas de mantenimiento preventivo, aplicar correctamente los registros de inspección y verificación, y las actividades que en éstos se realizan como parte primordial de las funciones de la Secretaria Adjunta de la facultad.
6. El estudio realizado permite determinar qué áreas y elementos necesitan mayores inspecciones y control de trabajo, como también identificar personal que necesita mejorar su desempeño.
7. El porcentaje de trabajo para el área de mantenimiento en promedio es de 80,95% mejorando notablemente su desempeño de las primeras 7 semanas a la semana 12 con un porcentaje de trabajo del 100%.
8. El porcentaje de cumplimiento para el área de servicios obtuvo resultados excelentes para el orden y limpieza de los niveles 1 y 4 del edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería con un 100%, resultados satisfactorios para los niveles 2 y 3 con 88% y 90,61% respectivamente y el nivel 0 con el menor resultado 76% orden y limpieza que necesitan mejorar, ya que las tareas asignadas no se están cumpliendo.

RECOMENDACIONES

1. La administración de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos debe implementar las medidas necesarias y revisiones periódicas del cumplimiento de los trabajos realizados por el área de mantenimiento y servicios, revisando los archivos históricos de mantenimiento y estableciendo el desarrollo permanente de registros de actividades para el control de trabajos realizados.
2. Plantear correctamente todos los datos relevantes que deben contener los formatos, para poder obtener un registro adecuado, ya que las entradas en los procesos del sistema de control de mantenimiento serán los formatos que, transformados en las inspecciones realizadas, brindarán información confiable acerca del estado en que se encuentran las diferentes áreas de los edificios de la Facultad de Ingeniería.
3. Los trabajos realizados por el personal deben controlarse, utilizando registros y supervisando el desarrollo de las actividades asignadas, para mejorar la eficiencia del departamento y el desempeño de cada trabajador.
4. Revisar el programa de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos y personal con el que cuenta el área de mantenimiento y servicios de la facultad, controlando además, el uso de materiales asignados al Departamento de Secretaria Adjunta, por medio de los registros correspondientes.

5. Supervisar las actividades realizadas de mantenimiento preventivo y cumplir con el programa de mantenimiento establecido, para evitar costos de mantenimientos correctivos y aumentar la vida útil del mobiliario y equipo con el que cuenta la facultad.

6. La administración debe implementar las medidas necesarias para garantizar que se lleven a cabo las actividades asignadas al área de mantenimiento y servicios de la Facultad de Ingeniería, no sólo para mejorar los trabajos realizados, sino también, para mantener el buen desempeño de actividades, ya que el adecuado mantenimiento, orden y limpieza de los edificios están en las manos de los empleados encargados de estas áreas y en la calidad de la ejecución de su trabajo.

7. El supervisor de cada área de trabajo debe evaluar, al menos trimestralmente, el rendimiento de sus trabajadores con respecto al programa de mantenimiento preventivo establecido, esto con el fin de establecer áreas débiles del trabajo y brindar retroalimentación a los empleados para mejorar constantemente el trabajo realizado y cumplir con las actividades asignadas en el tiempo estipulado, garantizando el adecuado funcionamiento de todos los elementos incluidos en el programa de mantenimiento, para brindar diariamente un ambiente limpio, ordenado, seguro y agradable a estudiantes y docentes de la facultad.

BIBLIOGRAFÍA

1. BROOKS MARTÍNEZ, Ricardo. *Guía para establecer un programa de mantenimiento por intercambio programado de componentes*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1983. 64 p.
2. GARCÍA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Santiago: Díaz de Santos, 2003. 130 p.
3. GRIMALDI, John; SIMONDS, Rollin. *La seguridad industrial, su administración*. México: Alfaomega, 1995. 101 p.
4. HODSON, William K. *Manual del ingeniero industrial*. 4a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 1996. 44 p.
5. LOURIVAL, Tavares. *Administración moderna de mantenimiento*. México: Limusa, 2003. 52 p.
6. PRANDO, Raúl R. *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 43 p.
7. ROS MORENO, Antonio. *Mantenimiento industrial*. [en línea] <http://www.emagister.com/curso-mantenimiento-industrial-3-3/> [Consulta: 5 de enero de 2008].

8. *Organización Internacional de Normalización (ISO)*. [en línea]
http://www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO_9000_2005.pdf.
[Consulta: 2 de febrero de 2008].

APÉNDICES

Apéndice 1. Registros de inspección



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

Registro FIM-01

REGISTRO DE INSPECCIÓN

DATOS DE QUIEN EJECUTÓ LA INSPECCIÓN

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Fecha programada para la inspección: _____

EDIFICIO _____ NIVELES _____

	DESCRIPCIÓN	REPARACIONES O CAMBIOS															
		SALONES				PASILLOS	GRADAS	SERVICIOS SANITARIOS									
												H	M	H	M	H	M
PUERTAS	CHAPA																
	VIDRIO																
	PUERTA																
	REJAS																
	BISAGRAS																
LUZ	SWITCH																
	CANDELAS																
	BOMBILLOS																
TAPAS	T I																
	T C																
	T I																
	T C																
	SWITCH																
VENTANAS	CABLES																
	VIDRIOS																
	MARCOS																
S. S.	ABRIDOR																
	LAVAMANOS																
	INODOROS																
	MINGITORIOS																
	BASUREROS																
	PAREDES																
	PISOS																

DATOS DE QUIEN REVISÓ

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Autorizó

OBSERVACIONES: _____

Continuación del apéndice 1.

Registro FIM-03

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS
INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL

Fecha programada para la inspección: _____

DATOS DE QUIEN EJECUTÓ LA INSPECCIÓN

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

EDIFICIO _____ NIVELES _____

	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE LAS INSTALACIONES												
		SALONES				PASILLOS	GRADAS	SERVICIOS SANITARIOS						
									H	M	H	M	H	M
VENTANAS	MARCOS EN MAL ESTADO													
	PINTURA DE MARCOS EN MAL ESTADO													
	VIDRIOS AVERIADOS													
	ABRIDORES EN MAL ESTADO													
PISO	ABRIDORES EN MAL FUNCIONAMIENTO													
	PISOS FALTANTES													
	PISOS QUEBRADOS													
PARED	PISO DAÑADO													
	PINTAR INMEDIATAMENTE													
	PINTAR EN UN FUTURO PROXIMO													
	AREA EN BUEN ESTADO													
ILUMINACION	EXTERIORES EN BUEN ESTADO													
	EXTERIORES EN MAL ESTADO													
	VOLTAJE EN PORTALAMPARAS NO ADECUADO													
	PROTECTORES Y/O CANDELAS CON MUCHO POLVO, SUCIEDAD													
	NUMERO DE CANDELAS O BOMBILLOS QUEMADOS													

DATOS DE QUIEN REVISÓ

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Autorizó _____

OBSERVACIONES:

Continuación del apéndice 1.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

REGISTRO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL

Registro FIM-04

Fecha programada para la inspección: _____

DATOS DE QUIEN EJECUTÓ LA INSPECCIÓN

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

EDIFICIO _____ NIVELES _____

	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE LAS INSTALACIONES																				
		SALONES								PASILLOS				GRADAS				SERVICIOS SANITARIOS				
																		H	M	H	M	
PUERTAS	MADERA EN BUEN ESTADO																					
	MADERA EN MAL ESTADO																					
	PUERTA EN ADECUADO FUNCIONAMIENTO																					
	PUERTA CON AVERIAS																					
PAREDES	PARED EN MAL ESTADO																					
	PARED EN BUEN ESTADO																					
	MANTENIMIENTO INMEDIATO																					
	MANTENIMIENTO A CORTO PLAZO																					
	MANTENIMIENTO A LARGO PLAZO																					
	PAREDES RAJADAS																					
	PAREDES CON AGRIETAMIENTOS POROSIDAD EN PAREDES																					

DATOS DE QUIEN REVISÓ

Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Autorizó

OBSERVACIONES: _____

Apéndice 2. Hojas de inspección



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

Registro FHV-02

HOJA DE INSPECCIÓN ÁREAS VERDES Y DE DESCANSO

UBICACIÓN	Edificio:		
ENCARGADO	Nombre:	Fecha:	
DE INSPECCION	Cargo:	Firma:	

LIMPIEZA O REPARACIONES		
	UBICACIÓN	DESCRIPCION
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

REVISÓ	Nombre:	Fecha:	
	Cargo:	Firma:	

 Autorizó

OBSERVACIONES:

Continuación del apéndice 2.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

Registro FHV - 01

HOJA DE LIMPIEZA EDIFICIO

UBICACIÓN	Edificio: _____		
ENCARGADO	Nombre: _____	Fecha: _____	
	Cargo: _____	Firma: _____	

	Nivel0	Nivel1	Nivel2	Nivel3	Nivel4	Descripción
Sanitarios						
1 Vidrios limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
2 Paredes principales	<input type="checkbox"/>	_____				
3 Espejos limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
4 Lava manos secos	<input type="checkbox"/>	_____				
5 Mingitorios limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
6 Paredes sanitarios limpias	<input type="checkbox"/>	_____				
7 Excusados limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
8 No hay papeles en el piso	<input type="checkbox"/>	_____				
9 Pisos limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
10 Basureros limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
11 Objetos en su lugar	<input type="checkbox"/>	_____				
Corredores						
12 Todas las lámparas funcionan	<input type="checkbox"/>	_____				
13 Vidrios limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
14 Paredes limpias	<input type="checkbox"/>	_____				
15 Basureros vacíos	<input type="checkbox"/>	_____				
16 Pisos sin basura	<input type="checkbox"/>	_____				
17 Pisos desinfectados	<input type="checkbox"/>	_____				
18 Estado del piso	<input type="checkbox"/>	_____				
Aulas						
19 Todas las lámparas funcionan	<input type="checkbox"/>	_____				
20 Vidrios limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
21 Paredes limpias	<input type="checkbox"/>	_____				
22 Pizarras borradas	<input type="checkbox"/>	_____				
23 Escritorios ordenados	<input type="checkbox"/>	_____				
24 Escritorios limpios	<input type="checkbox"/>	_____				
25 Pisos limpios	<input type="checkbox"/>	_____				

Autorizó

OBSERVACIONES: _____

Apéndice 3. Solicitud de trabajo

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS	Registro FSM-01
<u>SOLICITUD DE TRABAJO</u>		
DATOS DEL SOLICITANTE		
Fecha: _____	Escuela/Depto./Dependencia: _____	
Nombre: _____	Cargo: _____	
Atentamente se solicita: _____		

ORDEN DE TRABAJO No. _____		
TRABAJO A REALIZAR		
Mantenimiento preventivo: _____	Electricidad: _____	Drenajes: _____
Mantenimiento correctivo: _____	Agua: _____	Equipo: _____
Otro: _____	Especifique: _____	
Material a utilizar: _____		

DATOS DEL EMPLEADO QUE EJECUTÓ EL TRABAJO		
_____	_____	_____
Fecha	Nombre	Firma
DATOS DEL ENCARGADO DE REVISIÓN		
_____	_____	_____
Fecha	Nombre	Firma

Autorizó		
RECIBÍ CONFORME		
Nombre: _____	Firma: _____	Fecha: _____
OBSERVACIONES: _____		

Apéndice 4. Informe semanal



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

Registro FIM-02

INFORME SEMANAL

ÁREA _____		
DATOS DEL TRABAJADOR	Nombre: _____ Cargo: _____	Firma: _____
PERÍODO REPORTADO	Fecha inicio: _____ Fecha fin: _____	Mes: _____ Semana No. _____

ACTIVIDADES REALIZADAS				
No.	DESCRIPCIÓN	FECHAS EN QUE SE EJECUTÓ	DURACIÓN (DÍAS)	RECURSOS UTILIZADOS
		INICIO:		
	FIN:			
		INICIO:		
	FIN:			
		INICIO:		
	FIN:			
		INICIO:		
	FIN:			
		INICIO:		
	FIN:			

OBSERVACIONES: _____

Apéndice 5. Programa de mantenimiento preventivo anual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

FEBRERO				
L	M	M	J	V
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	MANTENIMIENTO ANUAL INSPECCIÓN GENERAL FMP-03	MANTENIMIENTO ANUAL EXTINTORES		
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	INSPECCIÓN GENERAL FIM-03
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL FMP-01	
HOJAS DE VERIFICACION FHV-01 SE EJECUTAN DIARIAMENTE				
MARZO - ABRIL - MAYO - JUNIO				
L	M	M	J	V
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02	ARCHIVO HISTÓRICO DE MES ANTERIOR		INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	INSPECCIÓN GENERAL FIM-03
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL FMP-01	
HOJAS DE VERIFICACION FHV-01 SE EJECUTAN DIARIAMENTE				
JULIO				
L	M	M	J	V
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02	ARCHIVO HISTÓRICO DEL MES ANTERIOR		INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	INSPECCIÓN GENERAL SEMESTRAL FIM-04
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL FMP-02.	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	INSPECCIÓN GENERAL FMP-03
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL FMP-01	
HOJAS DE VERIFICACION FHV-01 SE EJECUTAN DIARIAMENTE				
AGOSTO - SEPTIEMBRE - OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE				
L	M	M	J	V
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02	ARCHIVO HISTÓRICO DE MES ANTERIOR		INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01	INSPECCIÓN GENERAL FIM-03
INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01 ENTREGA INFORME DE ACTIVIDADES FIM-02			INSPECCIÓN CRÍTICA FIM-01. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL FMP-01.	
HOJAS DE VERIFICACION FHV-01 SE EJECUTAN DIARIAMENTE				

Apéndice 6. **Tablas de resultados**

Tabla de resultados I

Resultados órdenes de trabajo para mantenimiento vs informe semanal de actividades				
Total de tareas realizadas	Semana	Trabajo reportados	Trabajos hechos	Trabajos pendientes
	1	10	8	2
	2	12	10	2+2
	3	6	8	2
	4	4	6	0
	5	5	5	0
	6	4	4	0
	7	7	5	2
	8	3	5	0
	9	2	0	2
	10	5	5	2
	11	7	6	2+1
	12	6	7	2
	13	4	4	2

Continuación del apéndice 6.

Tabla de resultados II

Resultados hojas de verificación edificio T-3 (por tareas realizadas)						
Total de tareas realizadas	SEMANA	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
	1	25	25	25	25	25
	2	21	25	20	25	25
	3	18	19	25	25	25
	4	18	25	25	25	25
	5	25	13	25	25	25
	6	25	25	25	25	25
	7	18	25	23	25	25
	8	18	18	25	25	25
	9	18	25	25	18	25
	10	18	18	24	18	25
	11	18	24	24	18	25
	12	18	25	23	18	25
	13	18	23	18	13	25

Continuación del apéndice 6.

Tabla de resultados III

Resultados obtenidos porcentaje de trabajo para mantenimiento		
Semana 2	Semana 7	Semana 12
71,43%	71,43%	100%

Tabla de resultados IV

Resultados obtenidos porcentaje de cumplimiento área de servicios				
Nivel	Semana 2	Semana 7	Semana 12	Total PC por nivel
Nivel 0	84,0%	72,0%	72,0%	76,0%
Nivel 1	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nivel 2	80,0%	92,0%	92,0%	88,0%
Nivel 3	100,0%	100,0%	72,0%	90,6%
Nivel 4	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Total PC	92,8%	92,8%	87,2%	90,9%

