



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

**ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO
DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Brenda Izabel Miranda Consuegra

Asesorado por la Inga. Rocío Carolina Medina Galindo

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO
DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRENDA IZABEL MIRANDA CONSUEGRA

ASESORADO POR LA INGA. ROCÍO CAROLINA MEDINA GALINDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
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:

ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de mayo de 2014.



Brenda Izabel Miranda Consuegra

Guatemala, 30 de Octubre de 2014


Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Urquizú.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, **BRENDA IZABEL MIRANDA CONSUEGRA** de la carrera de Ingeniería Industrial, con número de carné 1996-16598, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO DE UN PLAN DE SUPERVISION DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**.
. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.


Rocío Carolina Medina Galindo
Asesor de trabajo de graduación
Colegiado
8957

Rocío Carolina Medina Galindo
Ingeniera Industrial
Col. 8957



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Izabel Miranda Consuegra**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

César Akü Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Ing. César Augusto Akü Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2014.


/mgp



REF.DIR.EMI.243.014

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 **ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Izabel Miranda Consuegra**, 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, noviembre de 2014.

/mgp



DTG. 692.2014

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 Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA FIUSAC Y DISEÑO DE UN PLAN DE SUPERVISIÓN DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Izabel Miranda Consuegra**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 24 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por sus infinitas bendiciones.
Mis padres	Miriam Violeta Consuegra y Egidio Rodrigo Miranda Aguilar, por su amor y paciencia, sobre todo por sus grandes enseñanzas, siempre serán mi inspiración.
Mi compañero de vida y amigo	Víctor Hugo Gudiel, por su apoyo y amor incondicional.
Mi hija	Linda Ximena Gudiel, por ser el motor de mi vida y mi gran amor.
Mis hermanos	Emily Consuegra, Vivian, Andreny, Danilo y Vinicio Miranda, por creer en mí, por su amor y sobre todo por la paciencia y obediencia.
Mis abuelos	Santiago Miranda (q.e.p.d.), Martina Aguilar (q.e.p.d.), Julio César Consuegra (q.e.p.d.), que desde el cielo me están enviando bendiciones. Y especialmente a mi abuela linda Luciana Fuentes, porque sé que en su corazón nunca me olvidará, la amo abuela.

Mis sobrinos

María Izabel Fuentes Miranda, José Danilo, Camila Miranda Orozco, Santiago, Nohemí Miranda, los amo mis tesoros.

Mis tíos

Oliverio Miranda, Verónica, Fernely, Mauro, Daniel Consuegra Fuentes, Zoila Fuentes, por ser las personas que me impulsaron a ser una mujer de éxito.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y mi formadora en los distintos ejes de educación.
Facultad de Ingeniería	Porque en ella encontré amistades muy lindas.
Ing. Murphy Paiz	Por su solidaridad, confianza y apoyo incondicional.
Inga. Vera Marroquín Ing. Santiago Méndez	Por ser una importante influencia en mi carrera, por sus consejos y su cariño para mí y mi hija.
Mis amigos de la Facultad	Diana Castillo, Manuel Comparinni, Jacqueline Salaverría, Ernesto Flores, Flor de María González, Giovanni Ramírez, Aldo Soto, Aldo Santacruz, Maynor Godoy y Sra., Jacobo Mogollón, Alvan Zeisig y a todos los integrantes de Gente U.
A mi asesora Inga. Rocio Medina	Por sus consejos y su cariño

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción de los procesos.....	1
1.2.1. Importancia.....	1
1.2.2. Maquinaria y colaboradores existentes	2
1.3. Departamento de Mantenimiento	2
1.3.1. Organización.....	3
1.3.2. Localización	3
1.3.3. Historia y procesos	4
1.4. Introducción al mantenimiento.....	4
1.4.1. Mantenimiento	5
1.4.1.1. Preventivo.....	6
1.4.1.2. Correctivo	7
1.4.1.3. Predictivo.....	9
1.4.1.4. Proactivo.....	10
1.4.2. Funciones del mantenimiento.....	10
1.5. Legislación laboral interna y externa	12
1.5.1. Aspectos importantes	13

1.5.2.	Legislación en materia de seguridad industrial.....	14
1.5.2.1.	Aspectos a considerar	23
2.	SITUACIÓN ACTUAL	25
2.1.	Situación actual.....	25
2.1.1.	La FIUSAC/USAC	25
2.1.2.	Disponibilidad de espacio e infraestructura	26
2.2.	Información económica	30
2.3.	Información técnica	30
2.3.1.	Maquinaria y colaboradores	32
2.3.1.1.	Equipo auxiliar	33
2.3.2.	Infraestructura necesaria.....	33
3.	ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.....	35
3.1.	Diseño	35
3.1.1.	Diseño del proceso.....	39
3.1.2.	Distribución de equipo	46
3.1.3.	Líneas auxiliares	46
3.2.	Maquinaria y equipo	46
3.2.1.	Descripción de procesos	52
3.2.2.	Descripción de herramientas a utilizar	57
3.2.2.1.	Funciones.....	57
3.2.2.2.	Funcionamiento.....	59
3.3.	Aspectos económicos	72
3.3.1.	Flujos de efectivo	72
3.3.1.1.	Costos de operación y mantenimiento.....	72
3.3.1.2.	Ingresos anuales	72

	3.3.1.3.	Rendimiento.....	73
	3.3.2.	Evaluación económica.....	73
4.		IMPLEMENTACIÓN.....	75
4.1.		Edificios en mantenimiento.....	75
	4.1.1.	Equipo de mantenimiento.....	75
	4.1.2.	Talleres de mantenimiento.....	75
	4.1.3.	Cuartos eléctricos.....	75
	4.1.4.	Bombas de agua.....	78
	4.1.5.	Instalaciones mecánicas.....	80
		4.1.5.1. Tuberías.....	80
		4.1.5.2. Línea de agua.....	81
	4.1.6.	Instalaciones eléctricas.....	83
4.2.		Consideraciones de operación.....	87
	4.2.1.	Manual de procedimientos de operación.....	87
	4.2.2.	Diagramas de procesos.....	91
		4.2.2.1. Diagrama de flujo de procesos.....	93
		4.2.2.2. Diagrama de recorrido.....	94
5.		MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	95
5.1.		Mantenimiento del sistema.....	95
	5.1.1.	Programa de mantenimiento.....	95
	5.1.2.	Mantenimiento diario.....	95
		5.1.2.1. Mantenimiento periódico.....	96
		5.1.2.2. Repuestos principales.....	97
		5.1.2.3. Costos de repuestos e insumos para mantenimiento.....	100
	5.1.3.	Mantenimiento de otras instalaciones.....	100
5.2.		Seguridad.....	101

5.2.1.	Señalización	106
5.2.2.	Dispositivos de seguridad.....	117
5.2.3.	Otras observaciones	119
5.3.	Seguridad en el mantenimiento.....	120
5.3.1.	Consideraciones generales	123
CONCLUSIONES.....		143
RECOMENDACIONES		145
BIBLIOGRAFÍA.....		147
ANEXOS.....		149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la Facultad de Ingeniería	4
2.	Variable y parámetros de entrada	6
3.	Centro de Investigaciones de Ingeniería	31
4.	Hoja de informe semanal de operaciones de mantenimiento.....	38
5.	Alicate	49
6.	Alicante de punta	50
7.	Atornilladores	50
8.	Diablos herramienta manual	51
9.	Carretilla.....	51
10.	Taladro eléctrico portátil	52
11.	Formulario de trabajo	54
12.	Descripción de actividades orden de trabajo.....	56
13.	Partes de la cepilladora.....	60
14.	Fresa portátil	61
15.	Lijadora minibanda.....	62
16.	Lijadora orbital.....	63
17.	Lijadora de disco	64
18.	Sierra radial.....	65
19.	Sierra circular	66
20.	Caladora.....	67
21.	Cilindro de oxígeno y acetileno	69
22.	Válvulas y reguladores	70
23.	Sopletes	70

24.	Boquillas	71
25.	Encendedor	71
26.	Descripción para revisión de instalaciones eléctricas	84
27.	Diagrama de operaciones inspección de instalaciones	92
28.	Diagrama de flujo de inspección de instalaciones	93
29.	Diagrama de recorrido	94
30.	Mezcladora de lavamanos	98
31.	Tipos de tornillos.....	99
32.	Señales de ruta de evacuación.....	111
33.	Detector de fuego térmico.....	118
34.	Detector de fuego termovelocimétricos.....	119
35.	Protección de oídos	121
36.	Protección de ojos	122
37.	Simbología de los puntos de reunión.....	133
38.	Punto de reunión 1.....	134
39.	Punto de reunión 2.....	136
40.	Punto de reunión 3.....	137
41.	Punto de reunión 4.....	138
42.	Punto de reunión 5.....	139
43.	Ubicación del punto de reunión 5.....	140
44.	Punto de reunión 6.....	141
45.	Ubicación del punto de reunión 7.....	142

TABLAS

I.	Accidentes de trabajo	23
II.	Capacidad instalada edificio T 3	27
III.	Hoja de control de mantenimiento preventivo	44
IV.	Equipo de soldadura	47

V.	Herramientas manuales para carpintería	48
VI.	Máquinas.....	48
VII.	Herramientas manuales	49
VIII.	Descripción de actividades orden de trabajo.....	55
IX.	Funciones de las herramientas	58
X.	Tareas del mantenimiento de bomba de agua	79
XI.	Acciones de mantenimiento de tuberías	81
XII.	Descripción para revisión de instalaciones eléctricas	83
XIII.	Equipo de protección personal para instalaciones eléctricas	85
XIV.	Estructura del edificio: cimentaciones	89
XV.	Estructura del edificio: estructura horizontal (forjados de piso y de cubierta)	90
XVI.	Limpieza de edificios	91
XVII.	Mantenimiento periódico	96

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Alicate	Herramienta utilizada para múltiples funciones como sujetar elementos pequeños o cortar y modelar conductores.
Bomba	Máquina que absorbe energía mecánica y que restituye al líquido en forma de presión.
Control	Acción de comprobar y comparar resultados con determinados parámetros mediante pruebas de inspección.
Desatornillador	Es una herramienta de mano diseñada para apretar o aflojar tornillos o pernos de fijación sobre materiales como madera, metal o plástico.
Escuadra de borde	Herramienta que se utiliza para comprobar si unas superficies están en escuadra con otras y para trazar líneas en ángulo recto contra un reborde o una superficie.
Gramil	Herramienta para realizar marcados exacto en piezas de madera para cortarla.

RESUMEN

La Secretaría Adjunta decide generar la documentación y normalización de sus procesos a desarrollar y planificar, para administrarlos de la mejor manera y así estará colaborando para racionalizar los esfuerzos y costos de recursos asignados a los mismos.

El mantenimiento no solo es enfocado en la maquinaria sino a las instalaciones, servicios básicos, redes de computación, aire acondicionado, calles internas de la FIUSAC, pisos, para lo cual se estará también contando con planes de capacitación continua.

Y para ello se necesita integrar el lado humano, administrativo y operativo, para aprovechar e integrar todo sus recursos y lograr de una manera eficiente reducir gastos administrativos y operativos, buscando la excelencia y apoyados en el proceso de mejoramiento continuo.

Para lo cual se expone en el capítulo uno, la descripción del Departamento de Mantenimiento, los procesos actuales con los que cuentan, así como la descripción de la legislación a la cual están sujetos, con base en las normas y reglamentos de la Universidad.

En el capítulo dos, se realiza una descripción de la situación actual que afronta el Departamento de Mantenimiento, se expone la información técnica, la cual se refiere al equipo, herramientas y personal disponible para la realización de las actividades propias del Departamento.

En el capítulo tres, se presenta la propuesta de diseño de procesos de mantenimiento preventivo para las instalaciones, equipo de la Facultad de Ingeniería. En el capítulo cuatro se presentan las consideraciones de operación, la descripción de los diagramas para las actividades de inspección de las instalaciones y su equipo.

Para finalizar en el capítulo cinco, se presenta el plan de mantenimiento, así como las medidas de seguridad para preservar las condiciones físicas y humanas en las instalaciones de los edificios de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

OBJETIVOS

General

Desarrollar los procesos para la administración del Departamento de Mantenimiento y los equipos que estos necesitan para el desempeño de su productividad eficiente y eficaz.

Específicos

1. Evaluar la situación actual de los procesos de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería.
2. Recopilar información de las funciones de cada colaborador del Departamento de Mantenimiento, para poder agruparlos por categoría y especialidad.
3. Documentar los procesos y su normalización para gestionar el mantenimiento respectivo
4. Determinar las medidas de seguridad ante una emergencia como sismos, terremotos e incendios.
5. Proponer recomendaciones del estudio realizado, razonar como importantes en el desempeño del equipo de colaboradores.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación tiene como finalidad evaluar la situación actual de cada uno de los procesos, que forman parte del Departamento de Mantenimiento, integrando con esta evaluación las funciones asignadas al departamento, para lograr el mejoramiento de cada uno de ellos y de esta manera facilitar el trabajo para el mejoramiento continuo.

El Departamento de Mantenimiento, dependiente de la Secretaría Ajunta, debe desarrollar funciones de control y supervisión de personal y de operación de procesos de manera eficaz y oportuna, para la normalización y documentación en sus procesos y con ello encontrar la productividad con altos niveles de calidad.

Servirá de guía, control y unificación de criterios en la ejecución de actividades, evitando generar dependencia del personal existente, permitirá analizar los procesos para que se tomen acciones de mejora, con miras a aumentar la eficiencia y eficacia del servicio proporcionado por el equipo de trabajo del departamento.

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

El Departamento de Mantenimiento, dependiente de la Secretaría Ajunta, debe desarrollar funciones de control y supervisión de personal y de operación de procesos de manera eficaz y oportuna, para la normalización y documentación en sus procesos y con ello encontrar la productividad con altos niveles de calidad.

1.2. Descripción de los procesos

Se entiende por mantenimiento a toda clase de actividades que deben realizarse con el fin de conservar en óptimas condiciones, los elementos físicos de una empresa: maquinaria, equipos, instalaciones, entre otros, para operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico y especialmente para mantener el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

1.2.1. Importancia

La importancia del mantenimiento es que provee todos los medios necesarios, para la conservación de los mismos elementos físicos de una empresa, para que operen con la máxima eficiencia, seguridad y economía.

En el mantenimiento existen dos objetivos fundamentales: el primero, se considera el más importante, es conservar el servicio que presta la maquinaria,

equipos o instalaciones. El segundo objetivo se refiere a la conservación y estado de los elementos mismos.

Estos dos objetivos, no son independientes uno del otro, por lo que se deben tratar conjuntamente. Para cumplirlos se debe combinar en la mejor forma los factores siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Minimizar de los costos de mantenimiento

1.2.2. Maquinaria y colaboradores existentes

El Departamento de Mantenimiento cuenta con mecánicos, jardineros, plomeros, carpinteros, personal de limpieza y con herramientas para cada uno de los puestos, como lo son: martillos, alicates, llaves, escobas, depósitos de basura, entre otros.

1.3. Departamento de mantenimiento

La función del Departamento es asistir a todos los departamentos académicos y no académicos, en las actividades que requieran apoyo logístico y mantenimiento edilicio.

Se garantiza la seguridad física y la de los bienes de la Universidad. Además, se colabora en la realización de obras nuevas.

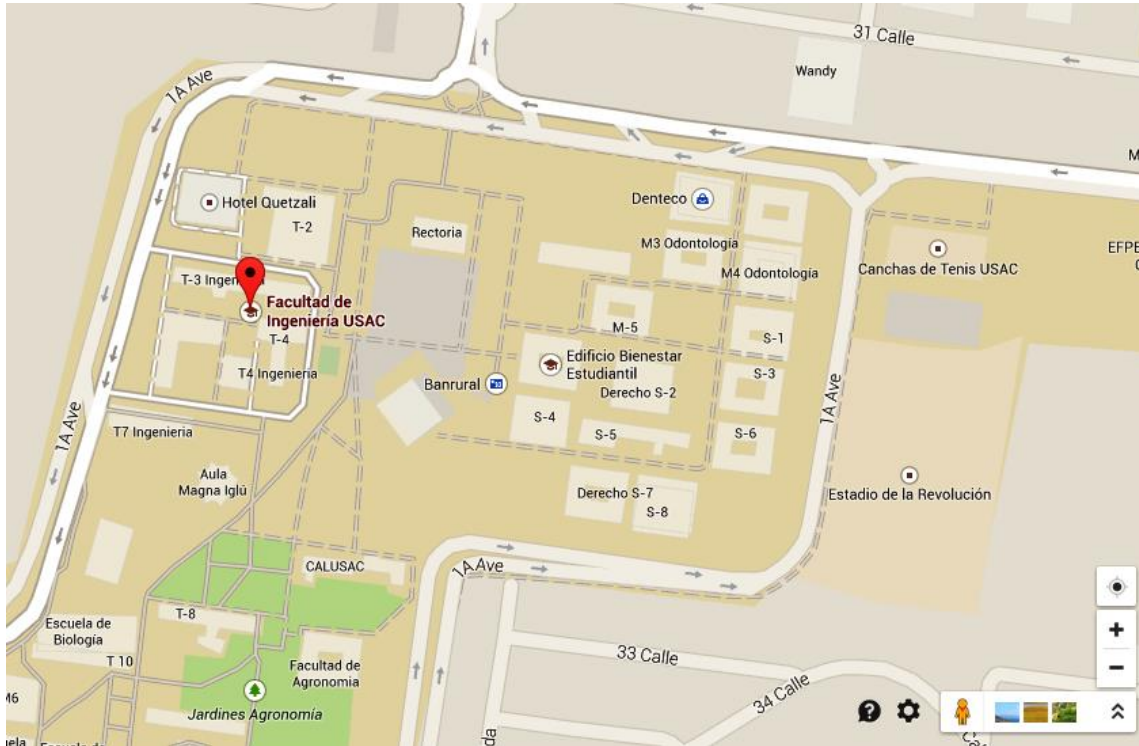
1.3.1. Organización

La oficina de la Secretaría Adjunta es la encargada de distribuir y supervisar las tareas de un grupo de trabajadores, relacionadas con el mantenimiento y conservación de los edificios e instalaciones, reparación e instalación de maquinaria y equipo u otros aparatos eléctricos y/o mecánicos, en las instalaciones que le pertenecen a la Facultad de Ingeniería. Todas estas actividades de mantenimiento pueden ser pedidas por medio del formulario de Solicitudes de Trabajo, las que deben ser autorizadas y supervisadas por la Secretaría Adjunta y el encargado de mantenimiento, quienes coordinan a todos los trabajadores del departamento para la ejecución de las tareas solicitadas.

1.3.2. Localización

El Departamento se encuentra localizado en el edificio T 7.

Figura 1. **Ubicación de la Facultad de Ingeniería**



Fuente: *GoogleMaps*. Consulta: agosto de 2014.

1.3.3. **Historia y procesos**

El Departamento cuenta con más de veinte años de estar operando dentro de la Facultad.

1.4. **Introducción al mantenimiento**

La opción de contar con un plan de mantenimiento, dará herramientas que brinden la oportunidad de tener un mayor control sobre las actividades de servicio, reparación y mantenimiento de las instalaciones y maquinaria.

1.4.1. Mantenimiento

Es una actividad dinámica donde interactúan varias variables complejas dentro de un patrón aleatorio, que se fundamenta en la teoría de probabilidades y su objetivo es la maximización de la efectividad del sistema, sin sacrificar el medio ambiente y la seguridad.¹

Esta actividad debe estar dispuesta a ser:

- Planificada
- Dirigida
- Controlada
-

A través del Departamento de Mantenimiento o Secretaría Adjunta que tiene como funciones principales:

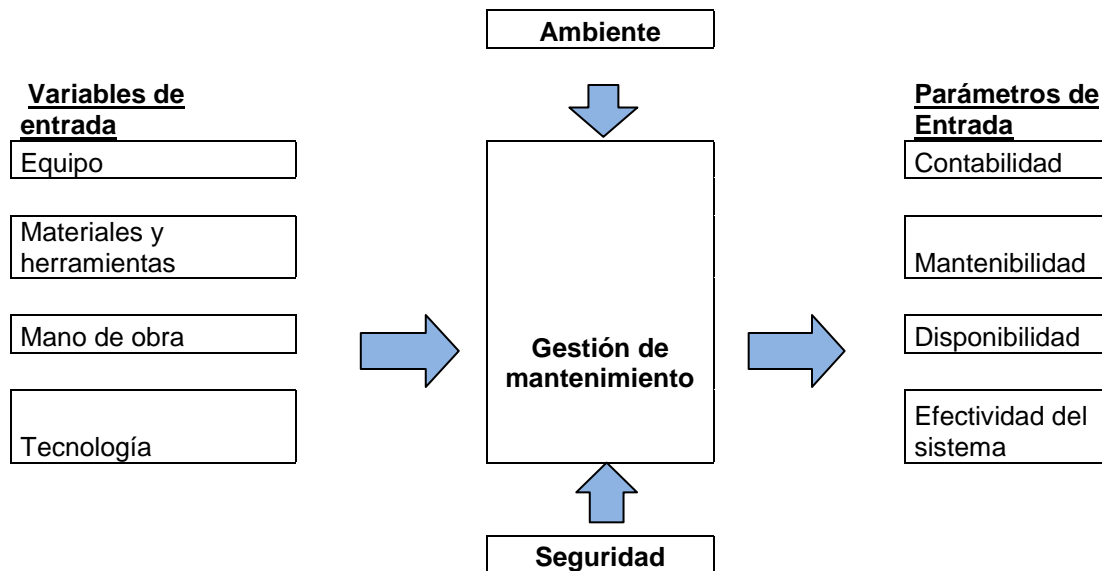
-
- Control de equipos
- Control de trabajos
- Control de materiales
- Control de costos
- Reporte a la máxima autoridad dentro de la Facultad.

Estas funciones deben estar interconectadas por una base de datos que incluyan, entre otros, los registros de los equipos.

El mantenimiento debe ser analizado como un sistema abierto donde interactúan varias variables complejas:

¹ BRAVO, L. *Guía teórico práctica (Fundamentos de mantenimiento)* p. 12.

Figura 2. **Variable y parámetros de entrada**



Fuente: BRAVO, L. *Guía teórico práctica (Fundamentos de mantenimiento)*. p. 12.

1.4.1.1. Preventivo

El mantenimiento preventivo es una técnica del trabajo industrial, la cual está dirigida al soporte de actividades de producción y en general a todas las instalaciones de un edificio, planta.

El mantenimiento preventivo tiene las siguientes actividades:

- Inspección periódica del equipo del edificio, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de servicio.
- Conservar las instalaciones de los edificios, conservar en el caso de los cuartos y los talleres de servicio el buen funcionamiento de los equipos.
- Las ventajas del mantenimiento preventivo son:

- Disminuye el tiempo de ocio, hay menos paros imprevistos y/o servicios.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento, en ajustes ordinarios y en reparación de paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparación.
- Mayor seguridad para los trabajadores, mejor protección para los edificios y planta.

1.4.1.2. Correctivo

El mantenimiento correctivo es el que se realiza con el fin de reparar y corregir una falla en un equipo.

El mantenimiento correctivo se clasifica en:

- Mantenimiento correctivo no planificado: es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad, para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos.
- Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios; o, se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo (en caso que involucre la seguridad, o por peligro de contaminación, o por la aplicación de normas, entre otros). El mantenimiento correctivo resulta aplicable en:

- Sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en aquellos donde no es posible prever fallas, y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.
- Equipos en funcionamiento que tiene cierta antigüedad. En estos casos puede suceder que la falla se presente en forma imprevista, y por lo general en el momento menos oportuno, debido justamente a que el equipo es exigido por necesidad y se le requiere funcionando a pleno.
- Un inconveniente en este tipo de mantenimiento es que debe preverse un capital inmovilizado y disponible, para las piezas y elementos de repuesto, visto que la adquisición de los mismos puede no ser resuelta con rapidez, y requiere de una gestión de compra y entrega, que no coincide con los tiempos reales para poner en marcha nuevamente los equipos en el más corto tiempo posible, con el agravante que puedan ser piezas discontinuadas, importadas o que ya no se fabriquen más.
- Para efectuar el mantenimiento correctivo se designa al personal calificado para resolver el problema de inmediato y con la mayor solvencia profesional. Por lo general el personal para este tipo de mantenimiento se agrupa en cuadrillas.
- Mantenimiento correctivo planificado: el mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos, de los documentos

necesarios y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

- Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.
- Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado, en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.
- Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.
- Suele hacerse en los momentos de menor actividad, horas en contra turno, períodos de baja demanda, durante la noche, en los fines de semana, períodos de vacaciones, entre otros.

1.4.1.3. Predictivo

El mantenimiento predictivo es aquel que se aplica para predecir una falla en los equipos, generalmente utilizando algún tipo de instrumento de medición o análisis de laboratorio, para poder determinar el estado del equipo aun cuando este no presenta ninguna falla a simple vista. Esto tiene la particularidad que puede tener un costo muy elevado, debido a la naturaleza de los análisis.

En un paro general de planta por mantenimiento, se debe determinar la factibilidad de aplicar las técnicas disponibles del mantenimiento predictivo al

equipo (análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite y alineación con rayos láser), para que sea este el que determine su mantenimiento y no con base en una fecha determinada.

1.4.1.4. Proactivo

El mantenimiento proactivo es aquel que se hace enfocado a encontrar condiciones, que tienen una buena posibilidad de convertirse en daños potenciales del equipo o las instalaciones de la planta.

La implementación de una estrategia proactiva está dirigida a localizar las causas de falla o controlarlas, de tal manera, que el efecto de estas causas no se presente, enfocado a ampliar la vida del equipo.

Si se determina cuáles son las causas básicas que están provocando las fallas de los equipos o sus componentes, se podrá encontrar la solución más eficaz para que estas fallas no se vuelvan a presentar y consecuentemente, se estará en posibilidad de aplicar el mantenimiento preventivo en un período mayor al que actualmente tiene, ya que las causas que están provocando su falla son ya conocidas y por lo tanto se tomarán las acciones correspondientes, para que estas no se presenten y el equipo podrá trabajar con confiabilidad por un período mayor.

1.4.2. Funciones del mantenimiento

El mantenimiento, se utiliza para conservar el estado físico de los inmuebles, para prolongar la vida útil de las máquinas, motores y piezas. Por lo que el mantenimiento incide en la calidad y cantidad de la producción en una planta o fábrica.

Funciones secundarias del mantenimiento²

- Transportes internos: tiene como acción específica los transportes internos de la planta, en este caso de la Ciudad Universitaria, asegurando que las líneas y secciones de producción o servicios estén provistos en el momento adecuado de materia prima útiles, herramientas, repuestos, entre otros.
- Transportes nuevos: suele asignársele al mantenimiento este tipo de actividades, por lo que debe estar dotado de los medios para realizar cualquier trabajo nuevo que surja en la planta y cuya urgencia o excesivo costo, impida su contratación.
- Existencia de repuestos y materiales: tiene por objetivo el estudio de los repuestos de máquinas e instalaciones, determinación de existencia, intercambiabilidad de piezas, entre otras.
- Seguridad: la seguridad se incluye en el mantenimiento, por ser el servicio del departamento que mejor conoce la situación y tipo de equipo, así como sus posibles fallas y los peligros que puedan surgir para el personal.
- Servicios generales: consiste en la vigilancia y mantenimiento en servicio de las instalaciones generales de la planta, tales como las instalaciones de vapor, agua, aire, edificaciones, pistas de acceso, drenajes y jardinería.

² BRAVO, L. *Guía teórico práctica (Fundamentos de mantenimiento)*. p. 12.

1.5. Legislación laboral interna y externa

La legislación laboral interna y externa para los trabajadores de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se determina por normas laborales vigentes, entre las cuales están acuerdos, normas, leyes, entre las cuales se describen a continuación:

- Acuerdo Gubernativo 143-96. Reglamento para el reconocimiento de la personalidad jurídica, aprobación de estatutos e inscripción de las organizaciones sindicales.
- Acuerdo Gubernativo 346-61. Reglamento que determina los trabajos no sujetos a las limitaciones de la jornada ordinaria de trabajo.
- Acuerdo Gubernativo 388-2010. Salarios mínimos para actividades agrícolas, no agrícolas y de la actividad exportadora y de maquila.
- Acuerdo Gubernativo 528-2003. Reglamento de autorización del trabajo de personas extranjeras.
- Acuerdo Gubernativo 93-2003. Reglamento sobre protección relativa a invalidez, vejez y sobrevivencia, IGSS No. 1124.
- Código de Trabajo.
- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Día Nacional de la Secretaria No. 25-94.

- Ley de Aguinaldo para Trabajadores del Estado (Decreto 1633).
- Ley de Amparo, Exhibición Personal y Constitucionalidad No. 1-86.
- Ley de Bonificación Anual para Trabajadores del Sector Privado y Público (Decreto 42-92).
- Ley de Sindicalización y Regulación de la Huelga de los Trabajadores del Estado (Decreto 71-86).
- Normas Reglamentarias para la Aplicación de los Convenios Internacionales de Trabajo 87 y 98.
- Reglamento para el Goce del Período de Lactancia.
- Reglamento sobre la Práctica de Votaciones Sindicales.
- Reglamento sobre Sanciones para Directivos Sindicales por incumplimiento de Leyes, Reglamentos o Estatutos establecidos.

1.5.1. Aspectos importantes

Las leyes, acuerdos, normas de trabajo, son importantes, dado que fijan las condiciones laborales entre una empresa, institución, universidad, con el trabajador. Se determinan las obligaciones y derechos que tiene ambas partes, así como la celebración de un contrato de trabajo, el cual es un documento legal, que fija la relación laboral existente, en la cual se plasman las condiciones laborales para la realización de las funciones del empleado.

1.5.2. Legislación en materia de seguridad industrial

El marco institucional de la seguridad y salud en el trabajo, en el sector construcción, está definido por la actuación del Estado como ente normativo y de control, y las organizaciones gremiales como nexo entre los trabajadores, los profesionales, los empresarios y el Gobierno. El Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS), además de establecer los reglamentos necesarios, tiene la función de vigilar y coordinar con los demás sectores, el cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad ocupacionales.

Este se rige por medio del Código de Trabajo de Guatemala, Decreto No. 1441, se citan algunos artículos para complementar la explicación:

“Artículo 1o. El presente Código regula los derechos y obligaciones de patronos y trabajadores, con ocasión del trabajo, y crea instituciones para resolver sus conflictos”.

Empleador. Definición

“Artículo 2o. Patrono es toda persona individual o jurídica que utiliza los servicios de uno o más trabajadores, en virtud de un contrato o relación de trabajo. Sin embargo, no quedan sujetas a las disposiciones de este Código, las personas jurídicas de Derecho Público a que se refiere el Artículo 119 de la Constitución Política de la República de Guatemala”.

Trabajador. Definición

“Artículo 3o. Trabajador es toda persona individual que presta a un patrono sus servicios materiales, intelectuales o de ambos géneros, en virtud de un contrato o relación de trabajo”.

Clases de contrato individual

“Artículo 25. El contrato individual de trabajo puede ser:

- a) Por tiempo indefinido, cuando no se especifica fecha para su terminación.
- b) A plazo fijo, cuando se especifica fecha para su terminación o cuando se ha previsto el acaecimiento de algún hecho o circunstancia, como la conclusión de una obra, que forzosamente ha de poner término a la relación de trabajo. En este segundo caso, se debe tomar en cuenta la actividad del trabajador en sí mismo como objeto del contrato, y no el resultado de la obra.
- c) Para obra determinada, cuando se ajusta globalmente o en forma alzada el precio de los servicios del trabajador desde que se inician las labores hasta que estas concluyan, tomando en cuenta el resultado del trabajo, o sea, la obra realizada. Aunque el trabajador reciba anticipos a buena cuenta de los trabajos ejecutados o por ejecutarse, el contrato individual de trabajo debe entenderse para obra determinada, siempre que se reúnan las condiciones que indica el párrafo anterior”.

Salario y medidas que lo protegen

Definición

“Artículo 88. Salario o sueldo es la retribución que el patrono debe pagar al trabajador, en virtud del cumplimiento del contrato de trabajo o de la relación de trabajo vigente entre ambos. Salvo las excepciones legales, todo servicio prestado por un trabajador a su respectivo patrono, debe ser remunerado por este. El cálculo de esta remuneración, para el efecto de su pago, puede pactarse:

- a) Por unidad de tiempo (por mes, quincena, semana, día u hora).
- b) Por unidad de obra (por pieza, tarea, precio alzado o a destajo).
- c) Por participación en las utilidades, ventas o cobros que haga el patrono, pero en ningún caso el trabajador deberá asumir los riesgos de pérdidas que tenga el patrono”.

Jornadas de trabajo

Clases y sus límites

“Artículo 116. La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.

Tiempo de trabajo efectivo es aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono.

Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.

Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

La labor diurna normal semanal será de cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para los efectos exclusivos del pago de salario. Se exceptúan de esta disposición, los trabajadores agrícolas y ganaderos y los de las empresas donde labore un número menor de diez, cuya labor diurna normal semanal será de cuarenta y ocho horas de trabajo efectivo, salvo costumbre más favorable al trabajador. Pero esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajan quinientos o más trabajadores”.

Jornada ordinaria de trabajo efectivo mixta

“Artículo 117. La jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana. Jornada mixta es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte del período diurno y parte del período nocturno.

No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno”.

Jornada acumulativa

“Artículo 118. La jornada ordinaria que se ejecute en trabajos que por su propia naturaleza no sean insalubres o peligrosos, puede aumentarse entre patronos y trabajadores, hasta en dos horas diarias, siempre que no exceda, a la semana, de los correspondientes límites de cuarenta y ocho horas, treinta y seis horas y cuarenta y dos horas que para la jornada diurna, nocturna o mixta determinen los dos artículos anteriores”.

Higiene y seguridad en el trabajo

Medidas mínimas obligatorias para el empleador

“Artículo 197. Todo empleador está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios. Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas:

- a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente.
- b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan.
- c) Prevenir incendios.
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo.
- e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo.

- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores.
- g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo.
- h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo.
- i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén además dotados de lavamanos.
- j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer y preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene.
- k) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres.
- l) Mantener un botiquín previsto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios. Las anteriores medidas se observarán sin perjuicio de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables”.

Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución Política de la República de Guatemala establece en el Artículo 101, que el trabajo es un derecho de la persona y una obligación social, siendo similar a lo dispuesto a la Constitución de Versalles de 1919, en donde se menciona que la paz solamente puede basarse en justicia social. En el aspecto social se refiere a las condiciones de trabajo que entrañan injusticia, miseria y privaciones para gran número de seres humanos, siendo el

descontento una amenaza para la paz y armonía universal; es urgente mejorar dichas condiciones.

En la Constitución de la República se exponen los derechos mínimos que fundamentan la legislación del trabajo y la actividad de los tribunales y autoridades.

Especifica que los menores de catorce años no podrán ser ocupados en ninguna clase de trabajo, salvo las excepciones establecidas en la ley. Así mismo aclara que es prohibido ocupar a menores en trabajo, incompatibles con su capacidad física o que pongan en peligro su formación moral (artículo 102).

Se hace referencia a las indemnizaciones que el patrono está obligado a cumplir, si en juicio ordinario de trabajo se prueba que el empleador ha incurrido en cualquiera de las siguientes situaciones:

- Si en forma negligente no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de accidentes y riesgos de trabajo.
- Si no obstante haber ocurrido accidentes de trabajo no adopta las medidas necesarias que tiendan a evitar que ocurran en el futuro, cuando tales accidentes no se deban a errores humanos de los trabajadores, sino sean imputables a las condiciones en que los servicios son prestados.
- Si los trabajadores o sus organizaciones le han indicado por escrito la existencia de una situación de riesgo, sin que haya adoptado las medidas que puedan corregirlas.

- Y si como consecuencia directa e inmediata de una de estas situaciones especiales, se producen accidentes de trabajo que genere perdida de algún miembro principal, incapacidad permanente o muerte del trabajador, la parte empleadora quedará obligada a indemnizar los perjuicios causados, con independencia de las pensiones o indemnizaciones que pueda cubrir el régimen de seguridad social.

Código Civil

La normativa guatemalteca, regulada en el Código Civil Decreto ley 106 establece lo referente a los accidentes de trabajo específicamente en el artículo 1649.

En los accidentes de trabajo son responsables los patronos aunque mediare culpa del trabajador; pero no responderá del accidente cuando el trabajador lo haya voluntariamente producido.

La persona o empresa que habitual o accidentalmente ejerciere una actividad en la que se hiciere uso de mecanismos, instrumentos, aparatos o sustancias peligrosas por sí mismos, por la velocidad que desarrollen por su naturaleza explosiva o inflamable, por la energía de la corriente eléctrica que conduzcan o por otras causas análogas, está obligada a responder del daño o perjuicio que causen, salvo que prueben que ese daño o perjuicio se produjo por dolo de la víctima (artículo 1650).

Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo (aplicado a empresas privadas y públicas)

En el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, se establece lo relacionado con la

responsabilidad de patronos y trabajadores expuesta en el capítulo 1 de este trabajo de graduación.

El Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social deberán:

- a) Prestar ayuda y asesoramiento técnico en materia de higiene y seguridad en el trabajo.
- b) Dictar recomendaciones técnicas, con el fin de mejorar las condiciones y promover la adopción de medidas que protejan la vida, la salud y la integridad corporal de los trabajadores.
- c) Investigar las causas que hayan originado accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.
- d) Promover la organización de seguridad en los lugares de trabajo y proporcionarles la asesoría técnica necesaria (artículo 11).

El Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, por medio de sus técnicos e inspectores, velarán por el cumplimiento y el respeto de los reglamentos de higiene y seguridad en el trabajo, así como las recomendaciones técnicas que se dicten sobre el particular (artículo 12).

Los patronos estarán obligados a permitir y facilitar la inspección de los lugares de trabajo, con el objetivo de constatar si en ellos se cumplen las disposiciones contenidas en los reglamentos de higiene y seguridad. Asimismo, estarán obligados a permitir y facilitar en sus establecimientos, la realización de estudios sobre condiciones de higiene y seguridad.

1.5.2.1. Aspectos a considerar

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social es el único que proporciona registros estadísticos de accidentes de trabajo, estos son recolectados con base en los accidentes atendidos en emergencias, primeras consultas y reconsultas; es decir, accidentes con lesiones; los accidentes que no producen lesiones o que sufren las personas no afiliadas al instituto y lesiones leves no son registrados; consecuentemente, para considerarlas hay que tomar en cuenta que existen subregistros por lo que esto acrecentaría un porcentaje mínimo en las estadísticas.

A continuación, se proporcionarán los datos de accidentes, recopilados por el IGSS de 1991 a 2010 a nivel de la República de Guatemala.

Tabla I. Accidentes de trabajo

Año	Trabajadores afiliados	Accidentes de trabajo	Número de accidentes por cada cien afiliados
1991	786 903	91 753	11,6
1992	79 508	78 231	9,8
1993	823 239	86 331	10,5
1994	830 324	71 463	8,6
1995	855 596	78 135	9,1
1996	852 243	65 362	7,7
1997	851 929	64 669	7,6
1998	887 228	60 215	6,8
1999	893 128	58 464	6,5
2010	908 122	62 790	6,9

Fuente: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

El promedio de accidentes laborales por día es de 165, en algunos casos las lesiones que sufren los trabajadores en sus actividades diarias, las cuales se dan por no tener suficiente educación en seguridad industrial o seguridad

laboral, es decir que los empleados o empleadores desconocen los actos y condiciones inseguras respectivamente.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Situación actual

El Departamento de Mantenimiento tiene debilidades y limitaciones evidenciándose en el hecho, que algunas actividades no se llevan a cabo de la manera adecuada, excluyendo el debido procedimiento de trabajo que debe realizarse para cumplir dichas tareas de reparación y mantenimiento, lo que ocasiona que dichas fallas requieran mantenimiento correctivo o mayor, el cual genera más costos y ocasiona paradas no programadas. De acuerdo con lo planteado, de continuar con esta situación, se seguirá produciendo fallas y el servicio que presta la Facultad no cubrirá las expectativas y necesidades de los estudiantes, personal docente y personal administrativo; lo cual traerá que algunos de los servicios prestados dejen de funcionar, como lo son los servicios sanitarios, electricidad, manejo de desechos, entre otros.

2.1.1. La FIUSAC/USAC

La Facultad de Ingeniería es una de las diez facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue fundada en 1880, tiene una población de más de 14 000 estudiantes de pregrado.

La Facultad cuenta con 12 programas de pregrado, 8 programas de posgrado y 14 programas de maestría. Su sede está ubicada en la Ciudad Universitaria, zona 12 de la ciudad de Guatemala.

2.1.2. Disponibilidad de espacio e infraestructura

La Facultad de Ingeniería cuenta con espacio disponible para las operaciones administrativas, docencia, investigación y están destinados de la siguiente manera: 1 953 m² para aulas puras y 1 710 m² para laboratorios, encontrándose en construcción el proyecto de ampliación del edificio T3 con 900 m² adicionales, de los cuales 637 m² serían exclusivamente para uso de docencia, que representaba un 20 por ciento de incremento de las aulas del edificio.

Actualmente cuenta con varios tipos de aulas para impartir docencia, entre las que se encuentran:

- Aulas puras para clase magistral.
- Aulas especiales o salones de dibujo para prácticas técnicas.
- Laboratorios de química, suelos, hidráulica, mecánica, entre otros.
- Laboratorios de cómputo.
- Salón de proyecciones, distribuidos en los edificios T1, T3, T5, T7 y en el área de prefabricados.

Tabla II. **Capacidad instalada edificio T 3**

Edificio	Año de construcción	Nivel	Uso por nivel	Total de metros cuadrados
T 3	1956 –1959/ 1996	0	Aulas, administración, servicios	7 003,90 m ²
		1	Aulas	
		2	Aulas	
		3	Aulas	
		4	Aulas	
		5	Administración, servicios	
		6	Servicios (tanque de agua)	
T 4	1956 – 1959	3	<ul style="list-style-type: none"> • Decanato. • Biblioteca Ing. Mauricio Castillo Contoux. • Centro de Cálculo. • Control Académico. • Escuela de Ciencias. • Departamento de Matemática. • Departamento de Química. • Oficina de Idioma Técnico. 	• 1 924,80 m ²
T 5	1956– 1959/ 1984	2	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas de la Escuela Química. • Laboratorios de Ingeniería Química. • Laboratorio de Físico-Química • Laboratorio de Operaciones Unitarias. • Laboratorio de Microbiología • Centro de Investigaciones de Ingeniería. • Laboratorio de Mecánica de Suelos. • Laboratorio de Materiales de Construcción. • Laboratorio de Concreto, Aglomerantes y Morteros. • Laboratorio de Investigación y Extracción de Vegetales. 	• 2 711,33 m ²

Continuación de la tabla II.

Edificio	Año de construcción	Nivel	Uso por nivel	Total de metros cuadrados
T 6	1956 – 1959	1	En este edificio funciona el auditorium de la Facultad en honor al Ingeniero Francisco Vela.	791,25 m ²
T 1	1977		<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Física, biblioteca de Física, Aula Virtual. • Departamento de Estadística. • Oficina de la Escuela de Mecánica Industrial. • Oficina de la Escuela de Mecánica Eléctrica. • Oficina de congresos estudiantiles. • Laboratorio de máquinas eléctricas, relevación industrial y conversión de energía. • Laboratorio de microcontroladores. • Laboratorio de neumática. • Sección de Metrología Industrial. • Laboratorios de Electrónica. • Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas. • Aulas puras. 	5 699 m ²
T 7	2008 ampliación	2	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas de la Escuela de Mecánica. • Laboratorios de Máquinas Industriales. • Aulas. 	1 102,50 m ²
Área de prefabricados		1	<ul style="list-style-type: none"> • Administración, laboratorios, servicios. 	1 491,00 m ²
				Total = 20 723,78 m ²

Fuente: División de Servicios Generales, USAC. Registro de construcciones y remodelaciones de la USAC.

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 posgrado, 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.

Como se describe la capacidad instalada de la Facultad de Ingeniería, si se debe tener un plan de mantenimiento, dado que son muchos los servicios que presta al estudiantado y la población en general; por lo cual el plan de mantenimiento y seguridad industrial es una prioridad.

2.2. Información económica

La Facultad de Ingeniería tiene un presupuesto aproximado de Q 51 793 316,00. Por lo cual es una de las facultades que cuenta recursos para el funcionamiento de sus operaciones administrativas, docencia, investigación.³

2.3. Información técnica

La Facultad de Ingeniería, cuenta con servicios para los estudiantes y la población guatemalteca, entre las cuales esta:

Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII): el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII 2, fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, punto noveno del acta número ochocientos cuarenta y dos (842) de sesión celebrada el 27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales, así como a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos

³

<http://www.usac.edu.gt/archivos/presunetpuntoCUARTO4.1.1,4.1,Acta23012,Aprobacionpresupuesto2013.pdf> Consulta: septiembre de 2014.

específicos, en las áreas de la Construcción, Ingeniería Sanitaria, Metrología Industrial y Química Industrial.⁴

Figura 3. **Centro de Investigaciones de Ingeniería**



Fuente: CII <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: agosto de 2012.

- Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas: el cual debe formar personal y realizar investigación capaz de contribuir en la solución de problemas energéticos, geológicos, geotécnicos y mineros; realizando investigaciones que prevengan los desastres naturales y antropogénicos, contribuyendo al desarrollo integral del ser humano. Debe proporcionar material bibliográfico a través de su Centro de Información, en las áreas de su competencia para consulta de personas e instituciones, interesadas en realizar investigación, docencia y actualización de conocimientos.

⁴ <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/> Consulta: septiembre de 2014.

- Extensión en campos de su competencia a través de servicios de identificación de rocas y minerales, consultorías, ensayos, estudios sobre amenazas geológicas, entre otros.
- La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) depende directamente de la Decanatura de la Facultad de Ingeniería, es la Unidad oficial encargada de administrar y darle seguimiento a los programas de Ejercicio Profesional Supervisado de Graduación de la Facultad de Ingeniería, en coordinación con las diferentes escuelas.
- La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS) es una Escuela de Postgrado que brinda sus servicios a estudiantes de Centro América, Panamá y otros países de la región, en los campos de Ingeniería Sanitaria, Ambiental y de Recursos Hidráulicos.

2.3.1. Maquinaria y colaboradores

El Departamento de Mantenimiento cuenta con poca maquinaria para la realización de las tareas de mantenimiento eléctrico, plomería, carpintería, taller mecánico, dentro de los colaboradores están:

- Mecánico automotriz: trabajo de servicio que consiste en revisar, mantener y reparar vehículos, máquinas, equipo y aparatos con motores de gasolina.
- Carpintero I, trabajo de servicio que consiste en construir y reparar muebles, divisiones u otros objetos de madera.

- Carpintero II, trabajo de servicio que consiste en ejecutar, asignar, coordinar y supervisar diversas tareas relacionadas con la construcción y reparación de estructuras, muebles u otros objetos de madera.
- Encargado de Mantenimiento I, trabajo de servicio que consiste en coordinar y supervisar a un grupo pequeño de trabajadores, relacionados con el mantenimiento y conservación de edificios, reparación e instalación de maquinaria y equipo u otros aparatos eléctricos y/o mecánicos en un edificio o establecimiento a su cargo, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Encargado de Mantenimiento II, trabajo de servicio que consiste en coordinar y supervisar a un grupo pequeño de trabajadores, relacionados con el mantenimiento y conservación de edificios, reparación e instalación de maquinaria y equipo u otros aparatos eléctricos y/o mecánicos en un edificio o establecimiento a su cargo, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.3.1.1. Equipo auxiliar

El equipo auxiliar representa todas las herramientas utilizada en el proceso de reparación de instalaciones y equipo.

2.3.2. Infraestructura necesaria

La Facultad de Ingeniería debe contar con instalaciones amplias, cómodas, limpias, acorde a las funciones que realiza cada unidad o departamento.

3. ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO

3.1. Diseño

A continuación se describe el Departamento de Mantenimiento enfocándose en la administración, la planificación y organización, selección de personal, inventario de herramientas, repuestos y materiales, y diseño de fichas de control. Adaptándose cada una de ellas a las necesidades que se encuentran la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Administración: gestiona compras, relaciones, almacén y conserjería y tiene integrado el Departamento de Administración Financiera el cual tiene a su cargo: Presupuestos, Tesorería y Contabilidad. Por lo que el Departamento de Mantenimiento tendrá coordinación, relación y se abastecerá de los recursos necesarios a través de dichos departamentos, con el visto bueno de la jefatura de Secretaría Adjunta.

Jefe del Departamento de Mantenimiento: es responsable de la organización, distribución, supervisión general y control de los trabajos de mantenimiento de los equipos y edificios, con el objetivo de garantizar la operatividad de los servicios continuamente.

- Funciones
 - Programar, coordinar y dirigir los trabajos diarios de mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos y edificios.
 - Realizar el listado de compras de los repuestos, materiales, herramientas y equipos mecánicos para el mantenimiento de forma directa o indirecta, la cual es trasladada a Secretaria Adjunta para su aprobación.
 - Inventariar los equipos mecánicos y edificios de la Facultad de Ingeniería.
 - Organizar, coordinar y distribuir las órdenes de trabajo de mantenimiento al personal a su cargo.
 - Verificar el cumplimiento y la calidad de las órdenes de trabajo, internas y externas de mantenimiento.
 - Autorizar retiro de materiales y repuestos de la bodega.
- Operarios: los operarios son los responsables de la ejecución de las ordenes emitas por el jefe del departamento.
 - Tiene como función supervisar las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, así como la reparación de las diferentes necesidades que surgen con las actividades de cada día.

- Personal Técnico: son los responsables de los trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos mecánicos.

Funciones

- Realizar diario los trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo de equipos mecánicos.
- Mantener en óptimas condiciones los equipos mecánicos.
- Mantener limpio el taller de mecánica.
- Mantener ordenada todas las herramientas para su utilización en el mantenimiento.
- Otras, que en el ámbito de sus funciones le sean asignadas por el supervisor y/o coordinador del Departamento de Mantenimiento.

Para se lleve un control de las operaciones en el Departamento de Mantenimiento, se hace la propuesta de contar con una hoja de control de informe semanal de las actividades realizadas por el personal, para determinar la eficiencia de sus actividades.

Figura 4. **Hoja de informe semanal de operaciones de mantenimiento**

Informe semanal de operaciones de mantenimiento		
Datos del trabajador	Nombre	Cargo
Semana	Primera semana _____ Segunda semana _____	Tercera semana _____ Cuarta semana _____
Mes	Año	
Actividades realizadas		
Descripción de actividades	Fecha de inspección	Hallazgos encontrados
Observaciones:		
Vo.Bo. Jefe de Departamento	Vo.Bo Secretaría Adjunta	

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Diseño del proceso

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

- 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 el programa a más grupos

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 en donde habrá de operar, con la finalidad de medir su eficacia. Debe entenderse que el proyecto piloto solo 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.

Establecimiento del grupo piloto para realizar pruebas: para el establecimiento del grupo piloto para realización de pruebas se debe, entonces, considerar que los edificios que cumplan 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.

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
 - *Switchs*
 - 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.

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.

- Servicios sanitarios: se debe revisar y reportar el estado en que se encuentran los siguientes elementos:
 - Puertas
 - Ventanas
 - *Switchs*
 - 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
 - *Switchs*
 - Candelas

- Toma corriente/ toma internet
- Pisos
- Paredes

- 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 estas 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.
 - *Switchs*: 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 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.
- Propuesta de hoja de control de mantenimiento: la hoja 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.

Tabla III. Hoja de control de mantenimiento preventivo

Área		Actividad	Mes												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ambiente	Contaminación interna	Análisis de contaminación auditiva													
		Análisis de contaminación visual													
		Análisis de la contaminación olfativa													
	Contaminación externa	Análisis de contaminación auditiva													
		Análisis de contaminación visual													
		Análisis de la contaminación olfativa													
	Limpieza interna	Evaluación general													
	Limpieza externa	Evaluación general													
Estructura	Principal	Análisis por fallo en cimentación principal													
		Análisis por fallo en columnas principales													
		Análisis por fallo en vigas principales													
		Análisis por fallo en muro de cargas													
		Análisis de fallo en losas de entrepiso													
	Secundaria	Análisis por fallo en cimentación secundaria													
		Análisis por fallo en columnas secundarias													
		Análisis por fallo en vigas secundarias													
Análisis por fallo en losas finales															
Elementos varios	Fachas , muros y losas	Impermeabilización													
		Pintura													
	Pisos	Limpieza													
		Lustrado													
		Pulido													
	Ventanería	Reparación													
		Ajuste de mecanismos													
		Cambio de vidrios y reparaciones													
	Puertas	Pintura													
		Reparación y pintura													
		Aceitado y ajuste de chapas													
Instalaciones	Eléctricas	Aceitado y ajuste de bisagras													
		Revisión de luminarias													
		Limpieza y cambio de tapaderas													
		Revisión y cambio de tomacorrientes													
		Limpieza y cambio en tablero de flipones													
		Revisión y reparación de la red general													
Revisión de consumo															

Fuente: elaboración propia.

Se propone el establecimiento del programa de control de mantenimiento preventivo:

- Lo más razonable es que los problemas de conservación se planteen con una gran reorganización, sustituyendo prácticas rutinarias por un programa con carácter preventivo, apoyándose al inicio por un programa correctivo.
- En este caso de un modo aproximado y teniendo en cuenta las infinitas variedades que puede ofrecer la oficina de Ingeniería de Mantenimiento en particular, pueden seguirse las sucesivas fases del plan que se expresa a continuación.

Para poner en práctica esta reorganización es preciso:

- Recopilar toda la información en la hoja de control de mantenimiento preventivo, referente a las estructuras, elementos no estructurales, las instalaciones, los equipos y el mobiliario que se va a proteger.
- Establecer el diseño que se adapta a las características de la organización, la hoja de control de mantenimiento preventivo.
- Establecer el programa de actividades diarias, semanales, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales en ciclos de visitas y habilitar los registros de inspecciones de trabajos realizados en conceptos de conservación, reparación y cambio; el programador será el que controle y actualice los datos reportados por la supervisión.
- Estos datos serán de gran utilidad para que una vez al año, para que se pueda actualizar el programa con base en la retroalimentación de la

historia ocurrida y así seguir el proceso de conservación de las instalaciones y equipos.

3.1.2. Distribución de equipo

El Departamento de Mantenimiento cuenta con equipo para carpintería, albañilería, ventanearía, plomería, soldadura, fontanería y herrería.

3.1.3. Líneas auxiliares

El Departamento de Mantenimiento es apoyado por colaboradores que se dedican al área de limpieza específica de pasillos, aulas de clases y salones principales y baños, los cuales no tienen responsabilidad directa del buen funcionamiento de los mismos.

3.2. Maquinaria y equipo

Se propone que dentro del Departamento de Mantenimiento, deba existir lineamientos para la actividades propias del departamento, así sea el reporte del daño de una puerta de metal, puerta de aluminio, algún cristal roto, existe fuga de agua en alguna llave o si algún servicio sanitario está dañado, entre otros.

A continuación se describe el equipo mínimo requerido del Departamento de Mantenimiento.

Tabla IV. **Equipo de soldadura**

<p>Soldadura de arco: es un proceso para unir metales, el calor es generado por la resistencia (fricción) del electrodo y los bordes de la pieza de trabajo (fundiendo a ambos, al paso de la corriente eléctrica).</p>	<p>Equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de energía • Máquina de corriente alterna • Máquina de corriente directa • Máquina de CD/CA • Porta electrodos • Grapas para la tierra • Conectores • Equipo de protección personal • Electrodo
<p>Soldadura de arco con gas metálico (MIG).</p>	<p>Equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máquina para soldadura con arco • Cables • Abastecedor de gas inerte • Mangueras • Reguladores • Electrodo • Pistola para soldar
<p>Soldadura con arco de tungsteno (TIG): es un proceso de soldadura por corriente continua y semiautomática.</p>	<p>Equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máquina para soldar con arco y sus cables • Abastecedor de gas inerte • Mangueras • Reguladores • Electrodo • Soplete • Abastecedor de agua

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Herramientas manuales para carpintería**

Instrumentos de medición y preparación.	<ul style="list-style-type: none"> • Metro • Compas • Transportador de ángulos • Escuadra • Gramil • Prensa para marcado • Punta de marcar • Desatornillador • Alicata • Martillo
Herramientas de cepillado, aserrado.	<ul style="list-style-type: none"> • Serrucho • Cepillo • Bástren
Herramientas de perforación.	<ul style="list-style-type: none"> • Taladro eléctrico portátil • Brocas • Punzón • Avellanador
Herramientas de sujeción.	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa <ul style="list-style-type: none"> ○ Tornillo de banco ○ Sargento • Presas auxiliares
Herramientas de corte.	<ul style="list-style-type: none"> • Formón • Escoplo • Gubia
Herramientas de desbastar.	<ul style="list-style-type: none"> • Escofia • Lima

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Máquinas**

Operación de máquinas
Máquinas para cepillar
Torno
Sierras
Máquinas para soldar

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Herramientas manuales**

Herramientas manuales.	Alicates universales Alicates de corte Alicates de puntas Atornilladores Baldes Caimán Chuzos, picotas Dados Diablitos Escaleras y carretillas Carretillas Juego de llaves Cajas de herramientas Limas Cepillos de alambre
Herramientas eléctricas manuales.	Esmeriladora Lijadora Taladro

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Alicate**



Fuente: NOVEX. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 6. **Alicante de punta**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 7. **Atornilladores**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 8. **Diablos herramienta manual**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 9. **Carretilla**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 10. **Taladro eléctrico portátil**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

3.2.1. Descripción de procesos

El proceso de mantenimiento preventivo es de suma importancia para el departamento, dado que puede prevenir reparaciones mayores, ya sea en ventanas, puertas, tuberías de agua, drenajes.

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar por parte del departamento, unidades para solicitar una reparación de albañilería, carpintería electricidad, fontanería, pintura.

- Solicitud de mantenimiento
 - Objetivo general: controlar las operaciones internas prestadas a las unidades y departamentos.

- Objetivos específicos
 - Verificar que se cumpla en el plan de mantenimiento.
 - Realizar labores de prevención.
 - Resguardar la integridad física de la población estudiantil y laboral de la Facultad de Ingeniería.

Alcance: este proceso es aplicable para el Departamento de Mantenimiento, en dicho procedimiento intervienen:

El jefe del departamento, técnicos y operarios (albañiles, fontaneros, carpinteros, soldadores).

- Personal que interviene:
 - Solicitante: persona que hace el requerimiento de mantenimiento correctivo en las instalaciones.
 - Jefe de mantenimiento: coordina acciones de reparación según sea el daño reportado.
 - Operarios: realizan inspección de la solicitud de mantenimiento, evalúan y proceden a realizar la reparación.
- Documentación utilizada (documentos internos) formulario de trabajo: formato utilizado para requerir los servicios del Departamento de Mantenimiento.

Figura 11. **Formulario de trabajo**

	<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Formulario de trabajo Departamento de Mantenimiento</p>	
Datos del solicitante		
Departamento	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Solicitante	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Telefono-Extensión	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Dirección de correo electrónico	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Localización de la intervención		
Edificio	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Nivel	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Área	<input style="width: 60%;" type="text"/>	
Servicio requerido		
Albañilería	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Observaciones:
Accesorios	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Cerrajería	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Carpintería	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Electricidad	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Fontanería	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Pintura	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Otro , especificar	<input style="width: 95%;" type="text"/>	

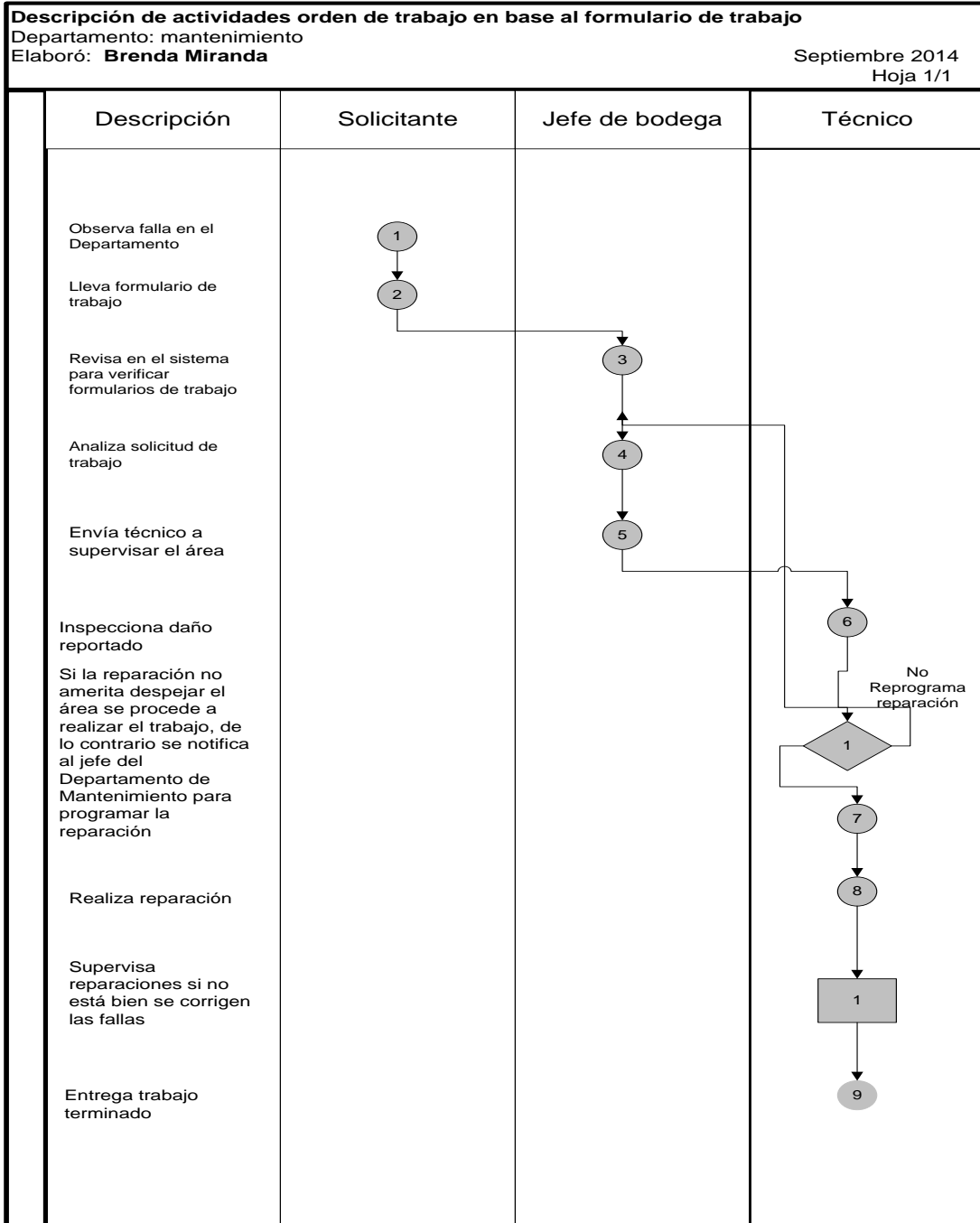
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Descripción de actividades orden de trabajo

Secuencia	Actividad	Responsable
1	Observa alguna falla en el departamento, unidad.	Solicitante
2	Procede a llenar formulario de trabajo, para enviarlo vía electrónica al Departamento de Mantenimiento	Solicitante
3	Revisa cada media hora formularios de trabajo, para verificar solicitudes nuevas.	Jefe de mantenimiento
4	Analiza solicitud por parte del departamento, unidad interesada.	Jefe de mantenimiento
5	Envía técnico a supervisar el área afectada.	Jefe de mantenimiento
6	Inspecciona el daño reportado en el área.	Técnico
7	Se comunica vía radio con jefe de mantenimiento para reportar el hallazgo encontrado, solicita operarios con herramientas manuales si el daño es menor, de lo contrario debe programar una nueva visita para realizar la reparación y despejar el área si el caso amerita o cerrar el área para trabajar con mayor facilidad sin exponer a las personas, puede ser el caso de mantenimiento en baños, sistemas eléctricos, gradas, techos, lozas.	Técnico
8	Realiza reparaciones en conjunto con los operarios.	Técnico
9	Supervisa trabajo de reparación para que las actividades continúen normalmente.	Técnico
10	Entrega trabajo terminado y el departamento solicitante sigue con sus actividades.	Técnico
Fin del procedimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Descripción de actividades orden de trabajo



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Descripción de herramientas a utilizar

A continuación se hace una descripción de las herramientas a utilizar en el Departamento de Mantenimiento, que debiese tener cada colaborador según la propuesta.

- Instrumentos de medición y preparación: los instrumentos que sirven para medir dimensiones son tan necesarios y útiles para todas y cada una de las labores de carpintería, por eso no pueden faltar en ningún maletín de herramientas. De hecho, nadie puede ponerse manos a la obra sin, por ejemplo, un metro que le facilite el trabajo o una escuadra para realizar un trazo.
- Herramientas manuales: son utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual y que para su accionamiento únicamente necesitan fuerza motriz humana. Entre las cuales están:
 - Herramientas de golpe (martillo, cincel)
 - Herramientas de bordes filosos (cuchillas, hachas)
 - Herramientas de corte (alicates, tijeras)
 - Herramientas de torsión (llaves, desatornilladores)
 -

3.2.2.1. Funciones

Las funciones de las diferentes herramientas manuales, instrumentos de precisión y medición, se describen a continuación para conocer la función que tiene cada una en el proceso de evaluación de equipos, instalaciones físicas.

Tabla IX. **Funciones de las herramientas**

Herramienta	Función
Metro de cinta	Es el metro de mayor utilidad, tiene gran exactitud y sirve para tomar todo tipo de medidas. Para medir longitudes largas una persona sola, conviene que la cinta metálica sea bastante ancha y arqueada para mantenerla recta sin que se doble.
Escuadra de reborde	Se utiliza para comprobar si unas superficies están en escuadra con otras y para trazar líneas en ángulo recto contra un reborde o una superficie.
Gramil	Realiza marcados exactos en piezas de madera para cortarla.
Punta de marcar	Es una herramienta que se utiliza para marcar los materiales, en nuestro caso la madera, es una varilla de acero templado, con una punta muy afilada que arranca una capa fina de material al deslizarla sobre la superficie de la pieza.
Destornillador	Es una herramienta de mano diseñada para apretar o aflojar tornillos o pernos de fijación sobre materiales como madera, metal o plástico.
Alicate	Suele ser utilizado para múltiples funciones como sujetar elementos pequeños o cortar y modelar conductores.
Martillo de carpintero	El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear; básicamente consta de una cabeza pesada y de un mango que sirve para dirigir el movimiento.
Serrucho	Es un tipo de sierra de hoja ancha con un solo mango. La finalidad para la que fueron diseñados es la de cortar madera.
Cepillo manual	Sirve generalmente para emparejar cantos y también como alisador de superficies.
Cepillo eléctrico	Se utiliza para grandes desbastes.
Bastrén	Esta herramienta parece cepillo por su modo de trabajar, aunque su forma de agarre es muy diferente. Suele ser con base de madera o de hierro. Se utiliza para el acabado de cantos encorvados difíciles de labrar, así como para alisar piezas largas de sección circular.
Taladro eléctrico portátil	Realiza todo tipo de trabajos, agujeros en pared, madera o metal. También se puede lijar, fresar, atornillar.

Continuación de la tabla IX.

Herramienta	Función
Formón	Los formones son diseñados para realizar cortes, muescas, rebajes y trabajos artesanales artísticos de sobre relieve en madera.
Lima	Son herramientas de acero templado, con la superficie finamente estriada en uno o en dos sentidos, para desgastar y alisar los metales y otras materias duras.
Carretilla	Es un vehículo de una sola rueda, diseñado para ser propulsado por una persona, para el transporte a mano de materiales, productos.
Broca	La broca es una herramienta mecánica de corte utilizada en conjunción a un taladro, berbiquí o máquina afín, para la creación de un hoyo o agujero durante la acción de taladrar.
Sargento	El sargento es un instrumento de sujeción o presión en forma de C con mandíbula en sus extremos que por medio de un tornillo, ejercen y mantiene la presión.

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.2. Funcionamiento

Las máquinas para trabajo en el proceso de reparación y elaboración, tienen un funcionamiento específico, por lo cual no se debe intentar darle otra función dado que pueden provocar un accidente, con consecuencias que ameriten trasladar al operario a un centro asistencial, como puede ser una amputación de una mano, dedo, pie, fracturas, dislocaciones de huesos. Por lo cual se deben seguir las normas establecidas por el fabricante, para su buen uso y funcionamiento. A continuación se describe el funcionamiento de las diferentes máquinas.

- Máquinas para carpintería: a continuación se hace una descripción de las diferentes máquinas empleadas en la carpintería:
 - Cepilladora (desgrosadora): la acepilladora, llamada también con frecuencia labrante, se utiliza fundamentalmente para planear o aplanar una superficie de madera. Si la superficie cepillada es la cara de la pieza a la operación se la define como planeado, mientras que si la superficie cepillada es el canto de la pieza a la operación se la denomina como canteado. Se pretende con esta operación que la superficie sea recta en la dirección longitudinal y en la transversal y que diagonalmente no presente torsión alguna, es decir, que no esté alabeada.

Figura 13. **Partes de la cepilladora**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustrator.

- Fresadora portátil (Router): la fresadora ofrece amplias posibilidades en el terreno de la carpintería ofreciendo calidad a los trabajos. Está indicada para un sin fin de trabajos como son: cajeados, rebajes, colas de milano, bajo relieves.

Figura 14. **Fresa portátil**



1. Interruptor marcha/paro
2. Guía de profundidad
3. Bloqueo de la guía de profundidad
4. Porta-fresas de 6 u 8 mm
5. Guía paralela
6. Sistema de aspiración

Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustrator.

- Lijadora: es una herramienta imprescindible, que ahorrará mucho trabajo cuando si quiere lijar grandes superficies. Se utilizan en el primer proceso de lijado y para piezas de gran tamaño, siendo ideal para desbastar e igualar la madera que se encuentra en mal estado o necesita de un lijado más profundo. Su inconveniente es que deja marcas y arañazos, lo que obligará a utilizar otra lijadora para el proceso de acabado, cuenta el trabajo que desarrollan.
- Lijadora minibanda: esta es una versión reducida y más manejable que la lijadora de banda. Se utiliza principalmente para sitios difíciles, donde, con la otra versión, sería imposible llegar. Es muy aconsejable para el trabajo con listones de madera, trabajos en peldaños de escalera, lijado de pinturas viejas en marcos de ventanas, para plástico y metal, entre otros. Está provista de una banda lijadora de solo 40 mm. de ancho, pudiendo girarla 180°. Poseen una potencia absorbida de 350 vatios y una velocidad de banda de 180 - 290 m/min.

Figura 15. **Lijadora minibanda**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustratotor.

- Lijadora orbital y rotor vital: se utiliza para acabados finos. Puede tener diversas formas, es muy manual y funciona lijando con movimientos giratorios o de vibración. Es una máquina más ligera que las anteriores de banda, y el acabado que proporciona es también mejor. Funciona de forma muy parecida, aunque la rotor-vital es más completa. Las lijadoras orbitales describen un movimiento elíptico u orbital, que no es igual en todas las máquinas, el cual definirá la calidad de acabado en la superficie de lijado, siendo inversamente proporcional al tamaño de la órbita (peor acabado cuando mayor es la órbita).

Figura 16. **Lijadora orbital**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

- Lijadora de disco: no es más que un disco plano, de acero o aluminio, al que se le pega una hoja circular de papel de lija

Figura 17. **Lijadora de disco**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustrator.

- Sierra radial: es una de las máquinas más adaptables en cualquier taller. Puede usarse para aserrado transversal, desgargolado, fresado, labrado y muchas otras operaciones. La hoja de la sierra opera por encima de la pieza que se va a trabajar. Al cortar, presiona la pieza contra la guía, debido a la rotación de la sierra. Estas acciones evitan que el operador tenga que recibir empujes de la máquina. Se sugiere al principiante que se limite a usar esta sierra para cortes transversales, cortes a inglete y fresado, hasta que haya adquirido experiencia y confianza.

Figura 18. **Sierra radial**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

- Sierra de banco: se trata de una mesa por la que asoma una hoja de corte circular, con guías paralelas o transversales. Es la herramienta eléctrica por excelencia, más usada en carpintería. Las hay desde muy simples y económicas, hasta enormes y sofisticadas para uso profesional.

- Sierra circular: se trata de un motor dispuesto horizontalmente, en cuyo eje se encuentra la hoja de corte, protegida por el cuerpo de la herramienta. Se la utiliza generalmente para cortes burdos o no muy precisos, dependiendo de la hoja que se utilice debido a la gran variedad que existe. Las maderas a cortar con esta herramienta, se deben colocar invertidas, es decir, con el mejor lado hacia abajo.
- La sierra circular está indicada para hacer grandes cortes longitudinales. Cortan madera maciza, tableros de fibra dura, de virutas prensadas o de carpintero. Con control electrónico cortan incluso aluminio y plásticos. Tienen una guía paralela para hacer cortes paralelos al borde de un tablero, y también pueden hacer cortes biselados inclinando la base. Puede hacerse estacionaria colocándola boca abajo en el banco de trabajo adecuado. Es una máquina que requiere cierta experiencia y sobre todo mucho cuidado y respeto al usarla.

Figura 19. **Sierra circular**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustratotor.

- Caladora: la sierra de calar es una herramienta muy versátil e imprescindible para todo aquel que trabaje con madera. Cortan todo tipo de maderas y plásticos, y si la caladora es electrónica, poniendo la hoja de sierra adecuada, también se pueden cortar metales, cemento poroso, ladrillo, pladur, cerámica, vidrio, metacrilato, cartón y goma. Hace cortes rectos, curvos, inclinados (inclinando la base), su manejo es sencillísimo y es una máquina muy segura. Su funcionamiento se basa en una pequeña hoja de sierra que sube y baja alternativamente y que es la que produce el corte. Las hay también con movimiento pendular (hacia delante y hacia atrás) de la hoja para acelerar los cortes rectos. Con los accesorios adecuados puede convertirse en una sierra estacionaria (se fija boca abajo, se amplía la base de corte y lo que se mueve es la pieza a cortar).

Figura 20. **Caladora**

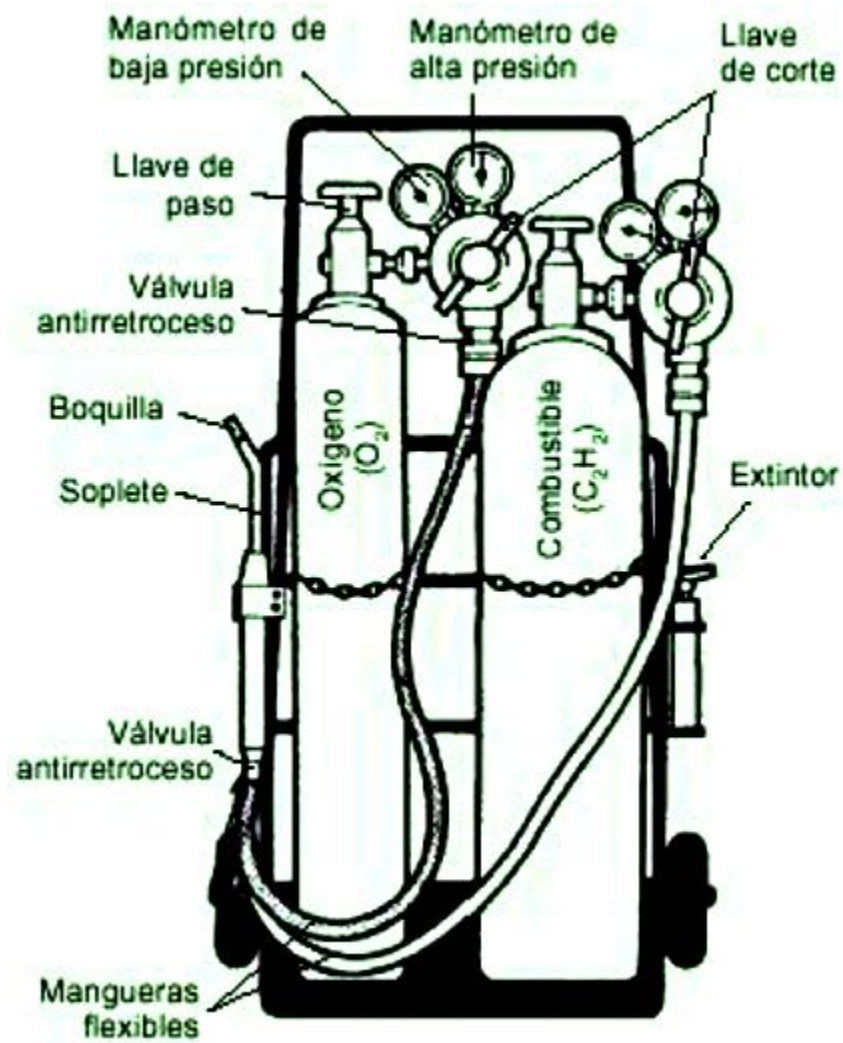


Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

- Soldadura autógena o soldadura o oxígeno/acetileno: es un procedimiento que permite unir metales, utilizando el calor producido por la combustión de los gases oxígeno-acetileno u oxígeno-propano. Con estos procesos se puede soldar con o sin material de aporte.
- Proceso oxígeno – acetileno tipos: son tres tipos, de acuerdo con la presión de trabajo del acetileno.
 - Alta presión. cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,3 a 0,5 kg/cm² (4,26 a 7,1 lb/pulg²).
 - Media presión: cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,1 a 0,3 kg/ cm² (1,42 a 4,26 lb/ pulg²).
 - Baja presión: cuando el acetileno trabaja a una presión común descontando la pérdida de las válvulas y los conductos. Prácticamente no tiene aplicación.
- Equipo para soldar con oxiacetileno: es el conjunto de elementos que agrupados, permiten el paso de gases (oxígeno – acetileno) hasta un soplete en cuyo interior se produce la mezcla. La misma, en contacto con una chispa, produce una combustión, necesaria en el proceso oxiacetilénico.
 - Equipo
 - Cilindro de oxígeno
 - Cilindro de acetileno
 - Válvulas
 - Regulador para oxígeno
 - Regulador para acetileno
 - Mangueras

- Soplete
- Boquilla
- Carro transporte

Figura 21. Cilindro de oxígeno y acetileno



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

Figura 22. **Válvulas y reguladores**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustrator.

Figura 23. **Sopletes**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Ilustrator.

Figura 24. **Boquillas**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

Figura 25. **Encendedor**



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

3.3. Aspectos económicos

Los aspectos económicos representan la forma de financiamiento para las operaciones del Departamento de Mantenimiento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3.1. Flujos de efectivo

El flujo de efectivo representa las variaciones de movimiento de los ingresos que percibe la Facultad, *versus los* egresos que representan diferentes renglones como lo es: suministro de materiales de oficina, productos plásticos, viáticos, publicidad y propaganda entre otros.

3.3.1.1. Costos de operación y mantenimiento

La Facultad de Ingeniería tiene asignado en su partida presupuestaria un monto de Q 300 000,00 para el mantenimiento de edificios, en la partida de reparaciones de instalaciones Q 30 000,00. Reparación y mantenimiento de equipo Q 35 000,00. Estos rubros son destinados al mantenimiento de los edificios, equipo, área verde.

3.3.1.2. Ingresos anuales

La Facultad de Ingeniería tiene una asignación por parte de Rectoría en variación de lo trasladado por el ejecutivo con base en el 5 por ciento del presupuesto de la nación.

3.3.1.3. Rendimiento

El rendimiento del presupuesto asignado dependerá de la utilización de los recursos según se presenten las reparaciones necesarias.

3.3.2. Evaluación económica

La Facultad cuenta con los recursos para la operación y compras de equipo, lo que se debe hacer es una evaluación de las instalaciones y determinar que tiene mayor prioridad para asignar presupuesto.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Edificios en mantenimiento

Todos los edificios deben tener su mantenimiento preventivo para evitar daños posteriores, incurrir en costos elevados en reparaciones de tuberías, cambio de paredes, sellar goteras, exponer a los estudiantes, docentes, personal administrativo.

4.1.1. Equipo de mantenimiento

El equipo de mantenimiento para el Departamento de Mantenimiento de la Facultad de Ingeniería necesita tener equipo de soldadura, carpintería, plomería como se expone en el apartado 3.2.2.

4.1.2. Talleres de mantenimiento

El taller de mantenimiento debe funcionar como apoyo en la conservación de las instalaciones de la Facultad, este debe realizar siempre inspecciones visuales, supervisión de las instalaciones eléctricas, verificar que el techo no tenga goteras, las ventanas estén con todos sus cristales en buen estado.

4.1.3. Cuartos eléctricos

Un cuarto eléctrico, es el conjunto de cargas que corresponden a un área específica tal como un edificio que hace parte de un complejo constructivo más grande, o cada una de las plantas de una edificación de mayor altura, o una

área pequeña correspondiente a una carga de tamaño apreciable o de especial importancia, como una batería de ascensores, debe tener asociado un cuarto de control de las instalaciones eléctricas correspondientes.

El sistema eléctrico cuenta con: medidor de energía eléctrica, acometida eléctrica, cajas de disyuntores o *breakers*, cables y alambres de energía eléctrica. El mantenimiento del sistema eléctrico es muy importante debido al factor de seguridad y riesgo que implica un incendio generado por una sobrecarga o un cortocircuito.

En temas eléctricos, se debe revisar con mucho cuidado lo siguiente:

Las instalaciones eléctricas forman un sistema integrado por un conjunto de cables, conectores, interruptores, contactos y equipos instalados tales como lámparas y reguladores de voltaje; este sistema, dependiendo del tamaño del local escolar, puede tener un solo controlador general de energía (medidor) o un cuarto de transformadores, que sirve para distribuir las cargas eléctricas necesarias para todo el equipamiento instalado en el centro escolar.

El mantenimiento de las instalaciones eléctricas es sumamente necesario por dos razones:

- Permite detectar problemas de sobrecargas o deterioros del sistema que podrían convertirse en un factor de riesgo importante en el centro educativo.
- Permite disfrutar de la energía necesaria para que todos los equipos funcionen sin problemas, en beneficio de las actividades escolares previamente programadas.

- Antes de hacer cualquier revisión, fijarse que estén apagados los *breakers* y los interruptores. Todas las llaves, tomas, interruptores o tableros deberán tener su tapa y contratapa correspondiente de protección firmemente colocada. Usar guantes aislantes. Previamente, se deberá verificar el corte de luz del circuito a trabajar.
- Se deberán reponer todas las lámparas o tubos fluorescentes quemados o dañados. Para desconectar un aparato, hacerlo tomando con cuidado la ficha de conexión. No tirar el cable.
- Controlar el apagado y encendido de circuitos de luz desde los tableros destinados a tal fin.
- Señalar en el tablero principal los circuitos de luz.
- No rebasar las capacidades nominales de las tomas, con equipos o aparatos que tengan potencia superior a ellas. Ejemplo: bombas eléctricas, equipos de audio grandes, entre otros.
- No realizar instalaciones con conductores a la vista, ni modificar la instalación original. Para cualquier modificación o necesidad de realizar una nueva instalación eléctrica se deberá dar aviso a Decanatura para realizar la autorización respectiva.
- Mantener libres de humedad las instalaciones y los equipos.
- Tocar los artefactos con las manos secas y con calzado en suela de fibra o goma.

- Evitar el uso de extensiones, triples y regletas con grandes consumos. La sobrecarga suele deteriorar sus componentes internos y generar cortocircuitos.
- No enchufe varios artefactos juntos. Nunca dejar cables pelados.

4.1.4. Bombas de agua

Las bombas de agua son de suma importancia, para la distribución de agua dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, el no contar con un plan de mantenimiento puede causar daños a las bombas, lo que significaría, un costo elevado de reparación y la falta de agua dentro de las instalaciones. Para lo cual se debe realizar un mantenimiento semanal, mensual y anual, así como capacitar al personal para así evitar la contratación de una empresa externa como ocurre en la actualidad, ya que con ello se evitarán daños mayores, tanto económicos como el paro de servicios principales al la comunidad educativa.

Tabla X. **Tareas del mantenimiento de bomba de agua**

<p>Mantenimiento semanal</p>	<p>Tiempo de duración una hora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de empezar a trabajar tomar todas la medidas de seguridad y precaución necesaria, que los interruptores estén apagados. • Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato. • Revisar que no existan fugas. • Revisar el nivel del reductor. • Revisar ruidos extraños en el motor. • Limpieza general del equipo.
<p>Mantenimiento mensual</p>	<p>Tiempo de duración una hora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de empezar a trabajar tomar todas la medidas de seguridad y precaución necesaria, que los interruptores estén apagados. • Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato. • Limpieza de las instalaciones eléctricas. • Limpieza del motor y la bomba. • Revisar que no existan falsos contactos en las instalaciones eléctricas. • Revisar la alineación del acople de la bomba y el motor. •
<p>Mantenimiento anual</p>	<p>Tiempo de duración ocho horas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de empezar a trabajar tomar todas la medidas de seguridad y precaución necesaria, que los interruptores estén apagados. • Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato. • Cambiar cojinetes del motor. • Desarmar la bomba y limpiarla. • Alinear el acople de la bomba y el motor. • Revisar las válvulas del sistema. • Revisar que no existan fugasen la tubería de succión y descarga.

Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico.

4.1.5. Instalaciones mecánicas

Se debe realizar mantenimiento a las instalaciones mecánicas que se encuentran en la Facultad de Ingeniería, entre las cuales están las tuberías de agua, tubería de aguas negras, colectores de agua.

4.1.5.1. Tuberías

La distribución de agua potable, que es un servicio indispensable para la población estudiantil, docente y administrativa, se lleva a cabo a través de redes de tuberías, las cuales, pueden tener una durabilidad de años y esto se logra prestándole a la red un mantenimiento adecuado, pues la cantidad de agua que circula a través de ellas, deteriora las condiciones físicas de la tubería, disminuyendo así las capacidades de transporte hidráulico.

En largos tiempos de servicio, la tubería adquiere defectos tales como la disminución de su diámetro, aumento de la rugosidad debido a incrustaciones calcáreas, paredes sucias, lo que puede provocar la contaminación de las aguas, y peor aún, la suma de todos estos factores trae consigo potenciales fisuras lo que posteriormente genera una pérdida volumétrica de agua irrecuperable, disminución en la capacidad de transporte, contaminación de las aguas, y como principal consecuencia, el incremento de presupuesto para la posterior reparación de la tubería.

A continuación, se describen los diferentes tipos de mantenimiento que se le pueden hacer a una red, con el fin de evitar situaciones anormales como las descritas anteriormente. Pero, si en determinados casos, la red presenta inconvenientes que el mantenimiento no puede superar, habrá que proceder a su rehabilitación y cuando ello resulte inviable llevar a cabo su renovación, lo

cual para la Facultad de Ingeniería, se traduce en una inversión de gran consideración.

Tabla XI. **Acciones de mantenimiento de tuberías**

Tubería	Acciones	Observaciones
Tubería de agua blanca	Verificar con un compresor de aire y manómetro acoplados a la tubería posibles fugas existentes en su recorrido (100 PSI por 15 minutos). Verificar manchas de humedad en las paredes y pisos que puedan estar señalando posibles fugas en la tubería. Pintar con pintura anticorrosiva la tubería.	Cuando se observe una fuga se debe reportar inmediatamente al jefe de mantenimiento para la reparación, dado que si no se hace la corrección el daño puede ser mayor.
Tuberías de aguas negras	Verificar permanentemente el libre fluido del líquido. Observar fugas, por medio de manchas en el piso y/o paredes. Recubrir la tubería con pintura anticorrosiva.	Cuando se observe una fuga se debe reportar inmediatamente al jefe de mantenimiento para la reparación, dado que si no se hace la corrección el daño puede ser mayor.
Colectores y bajantes de lluvia	Limpiar periódicamente para evitar la acumulación de basura. Recubrir con pintura anticorrosiva los canales de agua.	La limpieza se debe realizar semanalmente.

Fuente: elaboración propia.

4.1.5.2. Línea de agua

La línea de agua consiste en una red de tubería de PVC, drenajes subterráneos (para recirculación), bomba y colectores. Tiene como fin suministrar a los edificios de la Facultad de Ingeniería, agua desde las cajas de recirculación a los siguientes edificios:

- Edificio T 3
- Edificio T 4
- Edificio T 5
- Edificio T 6
- Edificio T 1
- Edificio T 7
- Área de prefabricados
- Edificio S-10 edificio S-11

Para la instalación de tuberías de la línea de agua, se deben tomar en cuenta varios factores:

- Instantes antes de efectuar el pegado de los accesorios como codos acoples, uniones, llaves, entre otros. Las superficies deben estar limpias y lisas para garantizar que el PVC quede correctamente pegado.
- Cuando se utilicen uniones roscadas, se debe amortiguar y sellar la unión utilizando cinta de teflón en una de las uniones.
- No se debe permitir que los accesorios con los que se compone la línea de agua se encuentren bajo esfuerzos de flexión. Para evitar estos esfuerzos se deben contemplar anclajes en las inmediaciones o sobre los accesorios. En la tubería no se deben evidenciar esfuerzos de flexión, para evitar esto se deben utilizar anclajes aéreos metálicos.

4.1.6. Instalaciones eléctricas

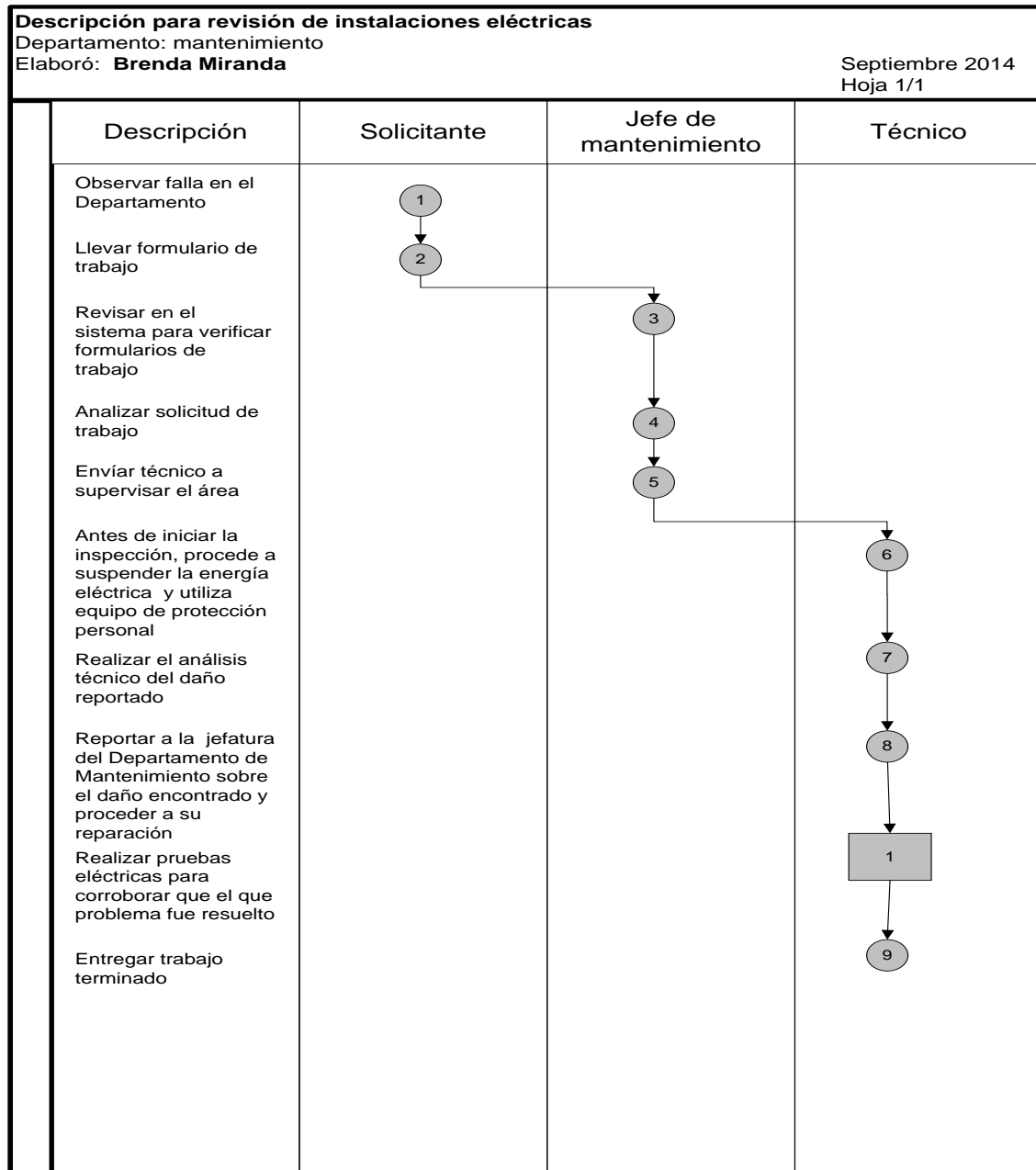
En las instalaciones de los edificios de la Facultad de Ingeniería se debe tener un mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas. Para lo cual antes de iniciar las operaciones de revisión, el técnico debe tomar las medidas de precaución para evitar accidentes.

Tabla XII. Descripción para revisión de instalaciones eléctricas

Secuencia	Actividad	Responsable
1	Observar alguna falla eléctrica en la oficina, aula, auditorium.	Solicitante
2	Proceder a llenar formulario de trabajo, para enviarlo vía electrónica al Departamento de Mantenimiento	Solicitante
3	Analizar solicitud por parte del departamento, unidad interesada.	Jefe de mantenimiento
4	Enviar técnico a supervisar el área afectada.	Jefe de mantenimiento
5	Antes de realizar la inspección de las instalaciones eléctricas reportadas, proceder a suspender la energía eléctrica del área a inspeccionar.	Técnico
7	El técnico verifica si cuenta con todo el equipo de protección personal, herramientas, equipo de medición para realizar el diagnóstico.	Técnico
8	Realizar el análisis técnico del daño reportado.	Técnico
9	Reportar a jefe de departamento sobre el hallazgo en contrato, procede a su reparación.	Técnico
10	Realizar pruebas eléctricas al finalizar el trabajo de reparación para corroborar que el problema fue resuelto satisfactoriamente.	Técnico
Fin del procedimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Descripción para revisión de instalaciones eléctricas





Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Equipo de protección personal para instalaciones eléctricas**

<p>Medidas de prevención</p>	<p>Antes de iniciar cualquier trabajo se debe cortar el suministro de energía eléctrica. Revisar que no existan cables expuestos. Revisar que no existan toma corrientes con objetos extraños.</p>
<p>Equipo de protección</p>	
<p>Casco: el principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa, de peligros, golpes, además es dieléctrico.</p>	
<p>Guantes aislantes de la electricidad: son guates dieléctricos para baja y alta tensión. La función es proteger al trabajador del contacto con líneas energizadas.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Gafas protectoras: se utilizan para evitar la entrada de objetos pequeños y/o grandes al ojo del trabajador, que puedan lastimarlo. • • Camisa manga larga 	

Continuación de la tabla XIII.

Equipo de protección	
<p>Arnés de seguridad con línea de vida: cuando se hacen trabajos en el altura, se debe contar con protección antiácidas, esto es una medida de seguridad para evitar accidentes fatales.</p>	
<p>Bota dieléctrica: calzado para aislar la corriente eléctrica, es de suma importancia utilizarlo para prevenir accidentes</p>	
Mantenimiento preventivo a realizar	
<p>Contactos eléctricos</p>	<p>Revisar el voltaje de los contactos, utilizando un probador de contactos.</p>
<p>Lámparas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se deber revisar cada semana, la iluminación interior, que el sistema de encendido y apagado funcionen de forma correcta, limpieza de los difusores, si está deteriorado se debe remplazar. • Las luminarias exteriores se deben limpiar cada semana, deben estar libres de humedad, insectos. • Verificar que la conexión del poste no presente deterioro. • Revisar las lámparas de emergencia cada semana, para comprobar su funcionamiento.
<p>Apagadores</p>	<p>Revisar que no tenga un falso contacto.</p>
<p>Tableros electrónicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de los cables, que no presenten deterioro. • Revisar el voltaje y amperaje de entrada y salida sea el correcto con un multímetro.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Consideraciones de operación

Los edificios, tanto en su conjunto como para cada uno de sus componentes, deben tener un uso y un mantenimiento adecuados. Por esta razón, las autoridades a cargo y los usuarios deben conocer las características generales del edificio y las de sus diferentes partes.

Un edificio en buen estado ha de ser seguro. Es preciso evitar riesgos que puedan afectar a los estudiantes y colaboradores. Los edificios a medida que envejecen presentan peligros tales como daño en las ventanas, puertas, gradas, sanitario, el escape de gas en el área de cafetería, la descarga eléctrica o el desprendimiento de una parte de la fachada. Un edificio en buen estado de conservación elimina peligros y aumenta la seguridad.

Un edificio bien conservado dura más, envejece más dignamente y permite disfrutarlo más años. Al mismo tiempo, con un mantenimiento periódico, se evitan los fuertes gastos que habría que efectuar, si de repente, fuera necesario hacer reparaciones importantes originadas por un pequeño problema que se haya ido agravando con el tiempo. Tener los edificios en buen estado trae cuenta a las autoridades de la Facultad de Ingeniería.

4.2.1. Manual de procedimientos de operación

Los edificios son complejos. Se han proyectado para dar respuesta a las necesidades de las actividades docentes y administrativas en el caso de la Facultad de Ingeniería. Cada elemento tiene una misión específica y debe cumplirla siempre.

La estructura soporta el peso del edificio. Está compuesta de elementos horizontales (forjados), verticales (pilares, soportes, muros) y enterrados (cimientos). Los forjados no solo soportan su propio peso, sino también el de los tabiques, pavimentos, muebles y personas. Los pilares, soportes y muros reciben el peso de los forjados y transmiten toda la carga a los cimientos y estos al terreno.

Las fachadas forman el cerramiento del edificio y lo protegen de los agentes climatológicos y del ruido exterior. Por una parte proporcionan intimidad, pero a la vez permiten la relación con el exterior a través de sus huecos tales como ventanas, puertas.

La cubierta, al igual que las fachadas, protege de los agentes atmosféricos y aísla de las temperaturas extremas. Existen dos tipos de cubierta: las planas o azoteas, y las inclinadas o tejados.

Los paramentos interiores conforman el edificio en diferentes espacios para permitir la realización de diferentes actividades. Todos ellos poseen determinados acabados que confieren calidad y confort a los espacios interiores del edificio.

Las instalaciones son el equipamiento y la maquinaria que permite la existencia de servicios para los usuarios del edificio y mediante ellos, se obtiene el nivel de confort requerido por los usuarios para las funciones a realizar en el mismo, para lo cual se describe el manual de procedimientos para la operación de mantenimiento preventivo de los edificios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XIV. Estructura del edificio: cimentaciones

<p>INSTRUCCIONES DE USO:</p> <p>Para el mantenimiento de los cimientos de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería, se deben tomar las siguientes consideraciones para su mantenimiento.</p> <p>Modificación de cargas: debe evitarse cualquier tipo de cambio en el sistema de carga de las diferentes partes del edificio. Si desea introducir modificaciones, o cualquier cambio de uso dentro del edificio es imprescindible consultar a un Ingeniero Civil.</p>							
<p>Lesiones: las lesiones (grietas, desplomes) en la cimentación no son apreciables directamente y se detectan a partir de las que aparecen en otros elementos constructivos (paredes, techos, entre otros). En estos casos hace falta que un Ingeniero Civil realice un informe sobre las lesiones detectadas, determine su gravedad y, si es el caso, la necesidad de intervención.</p>							
<p>Después de fuertes lluvias se observarán las posibles humedades y el buen funcionamiento de las perforaciones de drenaje y desagüe.</p>							
<p>Normas de mantenimiento</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Inspeccionar</td> <td>Cada 2 años</td> <td>Comprobación del estado general y funcionamiento de los conductos de drenaje y de desagüe.</td> </tr> <tr> <td>Cada 10 años</td> <td>Inspección de los muros de contención. Inspección general de los elementos que conforman la cimentación.</td> </tr> </table>			Inspeccionar	Cada 2 años	Comprobación del estado general y funcionamiento de los conductos de drenaje y de desagüe.	Cada 10 años	Inspección de los muros de contención. Inspección general de los elementos que conforman la cimentación.
Inspeccionar	Cada 2 años	Comprobación del estado general y funcionamiento de los conductos de drenaje y de desagüe.					
	Cada 10 años	Inspección de los muros de contención. Inspección general de los elementos que conforman la cimentación.					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Estructura del edificio: estructura horizontal (forjados de piso y de cubierta)**

<p>INSTRUCCIONES DE USO</p> <p>Para el mantenimiento de la estructura de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería, se debe tomar las siguientes consideraciones para su mantenimiento.</p> <p>Uso: en general, deben colocarse los muebles de gran peso o que contienen materiales de gran peso, como es el caso librerías, cerca de pilares o paredes de carga.</p>
<p>Modificaciones: la estructura tiene una resistencia limitada: ha sido dimensionada para aguantar su propio peso y los pesos añadidos de personas, mobiliario. Si se cambia el tipo de uso del edificio la estructura se sobrecargará y se sobrepasarán los límites de seguridad.</p>
<p>Lesiones: con el paso del tiempo es posible que aparezca algún tipo de lesión detectable desde la parte inferior del techo. Si aparece alguno de los síntomas siguientes se recomienda que realice una consulta a un Ingeniero Civil.</p>
<p>Relación orientativa de síntomas de lesiones con posible repercusión sobre la estructura:</p> <p>Deformaciones: abombamientos en techos, baldosas del pavimento desencajadas, puertas o ventanas que no ajustan.</p> <p>Fisuras y grietas: en techos, suelos, vigas y dinteles de puertas, balcones y ventanas que no ajustan.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Limpieza de edificios

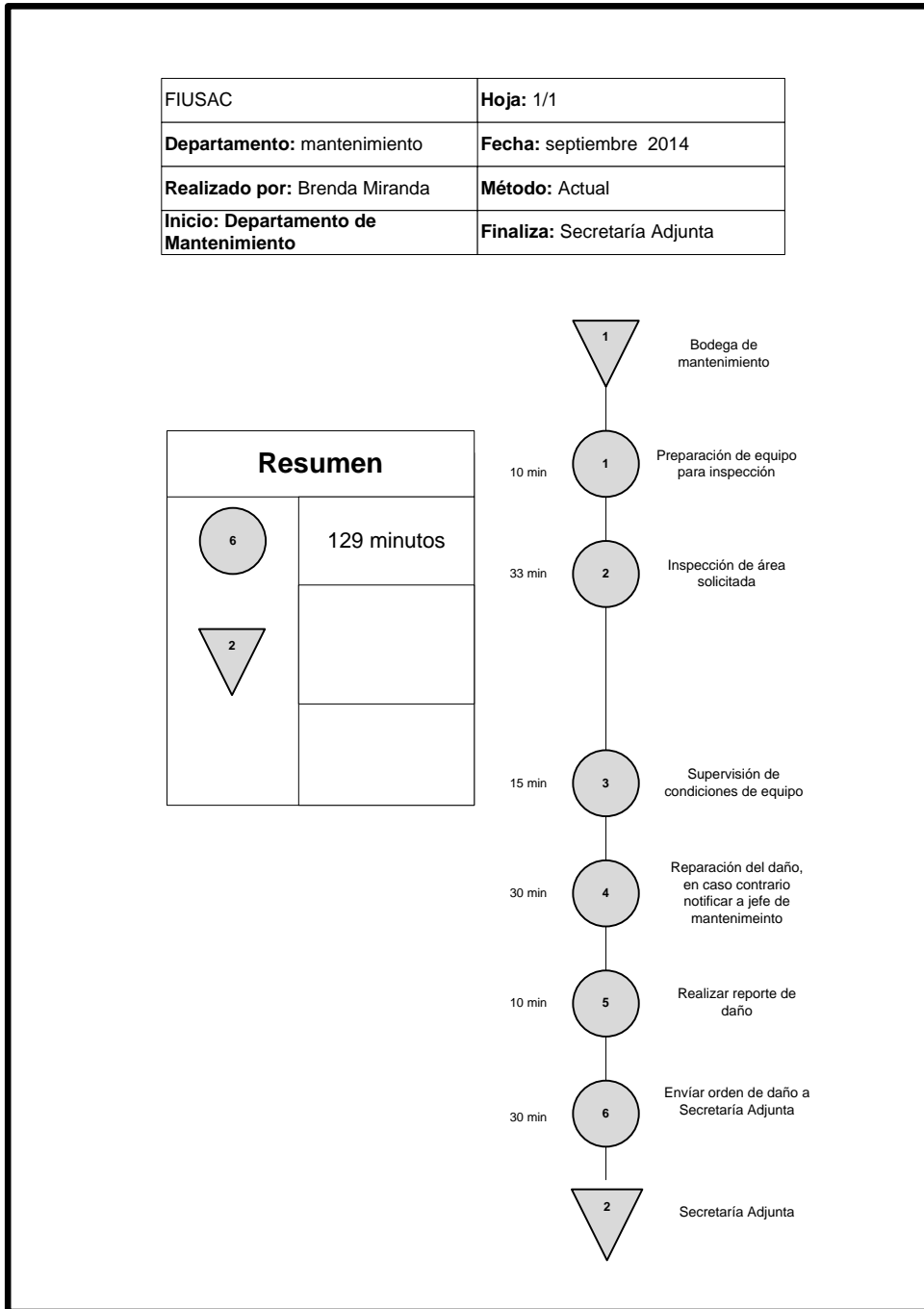
<p>INSTRUCCIONES DE USO</p> <p>Para la limpieza de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería. Se deben tomar las siguientes consideraciones para su mantenimiento.</p> <p>Uso: en general, se debe realizar limpieza de todas las instalaciones de los edificios.</p>
<p>Operación diaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barrido en todas los salones de clase, oficinas, accesos, pasillos, escaleras • Limpieza de polvo en mobiliario • Vaciado y de papeleras • Limpieza de pizarras • Retiro de los depósitos de basura • Limpieza de cristales • Retiro de carteles no autorizados por Decanatura • Limpieza de servicios sanitarios
<p>Operaciones semanales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de repisas interiores de ventanas • Limpieza de puertas de entrada • Riego y cuidado de plantas decorativas interiores • Limpieza de mobiliario urbano
<p>Operación trimestral:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de carpintería metálica • Limpieza de persianas • Limpieza de todos los cristales • Desempolvado de paredes, zonas altas, techos, luminarias • Tratamiento contra insectos y roedores • Limpieza de aceras y zócalos exteriores

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Diagramas de procesos

A continuación se presentan el diagrama de proceso para las actividades de inspección de condiciones físicas de las instalaciones.

Figura 27. Diagrama de operaciones inspección de instalaciones

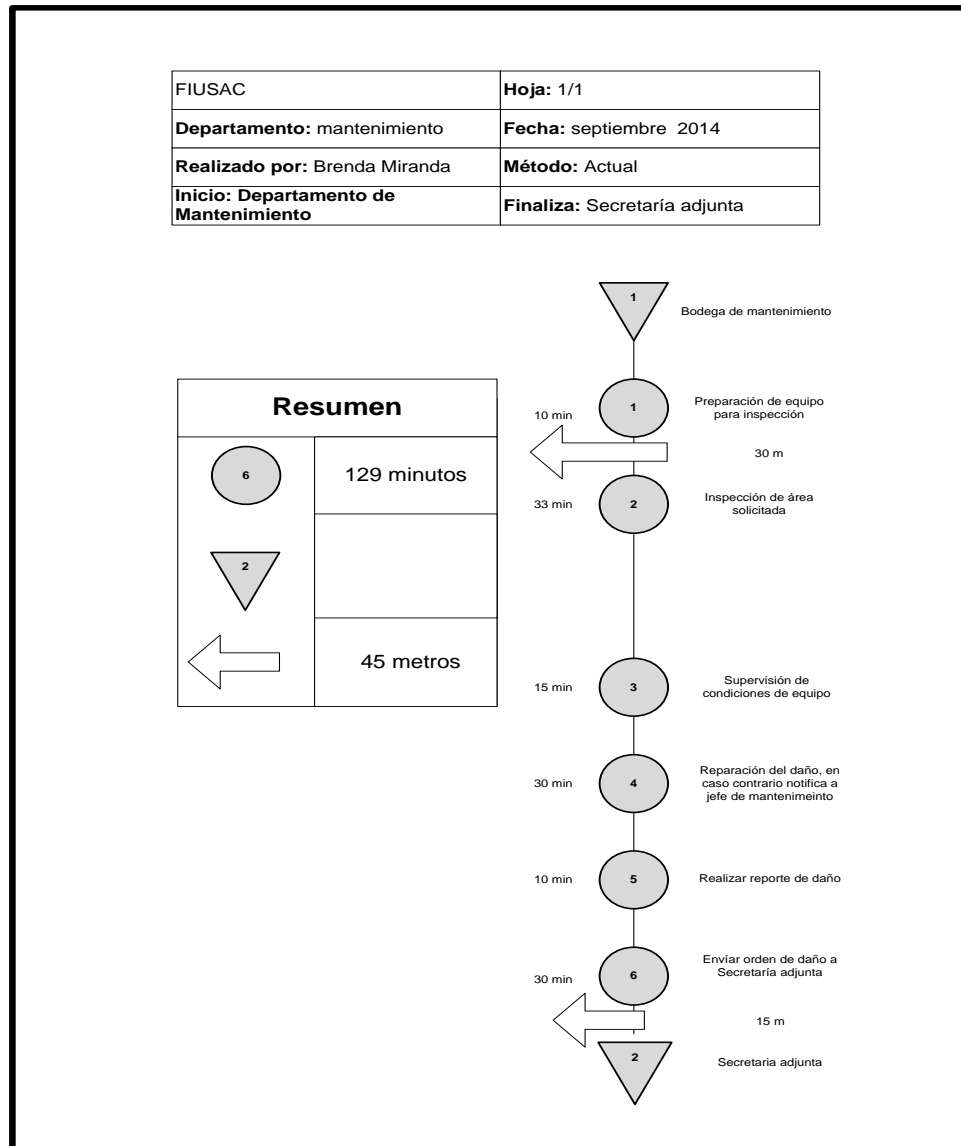


Fuente: elaboración propia.

4.2.2.1. Diagrama de flujo de procesos

Diagrama de acuerdo a las inspecciones y tiempos tomados en muestra.

Figura 28. Diagrama de flujo de inspección de instalaciones

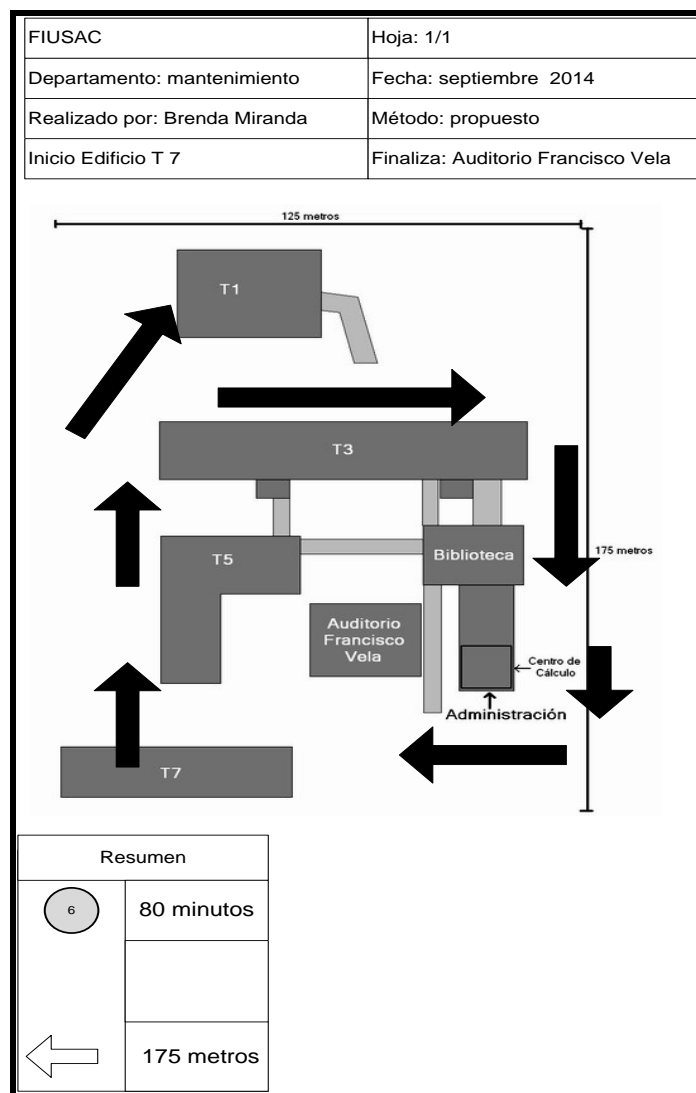


Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Diagrama de recorrido

A continuación se presenta el diagrama de recorrido para la inspección de los edificios de la Facultad de Ingeniería.

Figura 29. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

5. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

5.1. Mantenimiento del sistema

Para la ejecución del mantenimiento debidamente planificado por áreas en todas las instalaciones físicas de los edificios, se debe tomar en cuenta el plan de seguridad que más adelante se detallará, así como una supervisión de los trabajos de mantenimiento preventivo con el uso del equipo de seguridad, con el énfasis de evitar reparaciones mayores y retrasos y averías.

5.1.1. Programa de mantenimiento

Para las operaciones de mantenimiento de las instalaciones se debe contar con un programa de mantenimiento diario y periódico, a continuación se describe.

5.1.2. Mantenimiento diario

El mantenimiento diario que se debe dar a las instalaciones de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería es el siguiente.

- Limpieza de pasillos.
- Limpieza de salones de clase.
- Limpieza de áreas verdes.
- Limpieza y desinfección de baños.
- Extracción de basura de servicios sanitarios, salones de clase, oficinas y laboratorios.

- Reposición de jabón y papel en los sanitarios.

5.1.2.1. Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico que se debe dar a las instalaciones de los edificios de la Facultad de Ingeniería, se debe dar de forma semanal, mensual, trimestral, anual.

Tabla XVII. **Mantenimiento periódico**

Semanal Desempolvado de extintores.
Semanal Limpieza de puertas exteriores e interiores: marcos y cristales de las mismas.
Semanal Limpieza de balcones.
Semanal Lavado de las toallas.
Mensual Limpieza de los cristales por la cara interior.
Mensual Limpieza de los cristales por la cara exterior.
Mensual Limpieza de patios interiores.
Mensual Limpieza de cubiertas y terrazas planas.
Trimestral Limpieza de exteriores de luminarias, plafones y lámparas.
Cuatrimestral Limpieza de marcos exteriores de ventanas.
Anual Lavado de cortinas.
Anual Decapado, cristalizado y abrillantado de pavimentos.
Anual Limpieza de techos y paredes.
Anual Limpieza general.

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.2. Repuestos principales

A continuación se presenta un listado de los repuestos principales que debe tener el Departamento de Mantenimiento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.

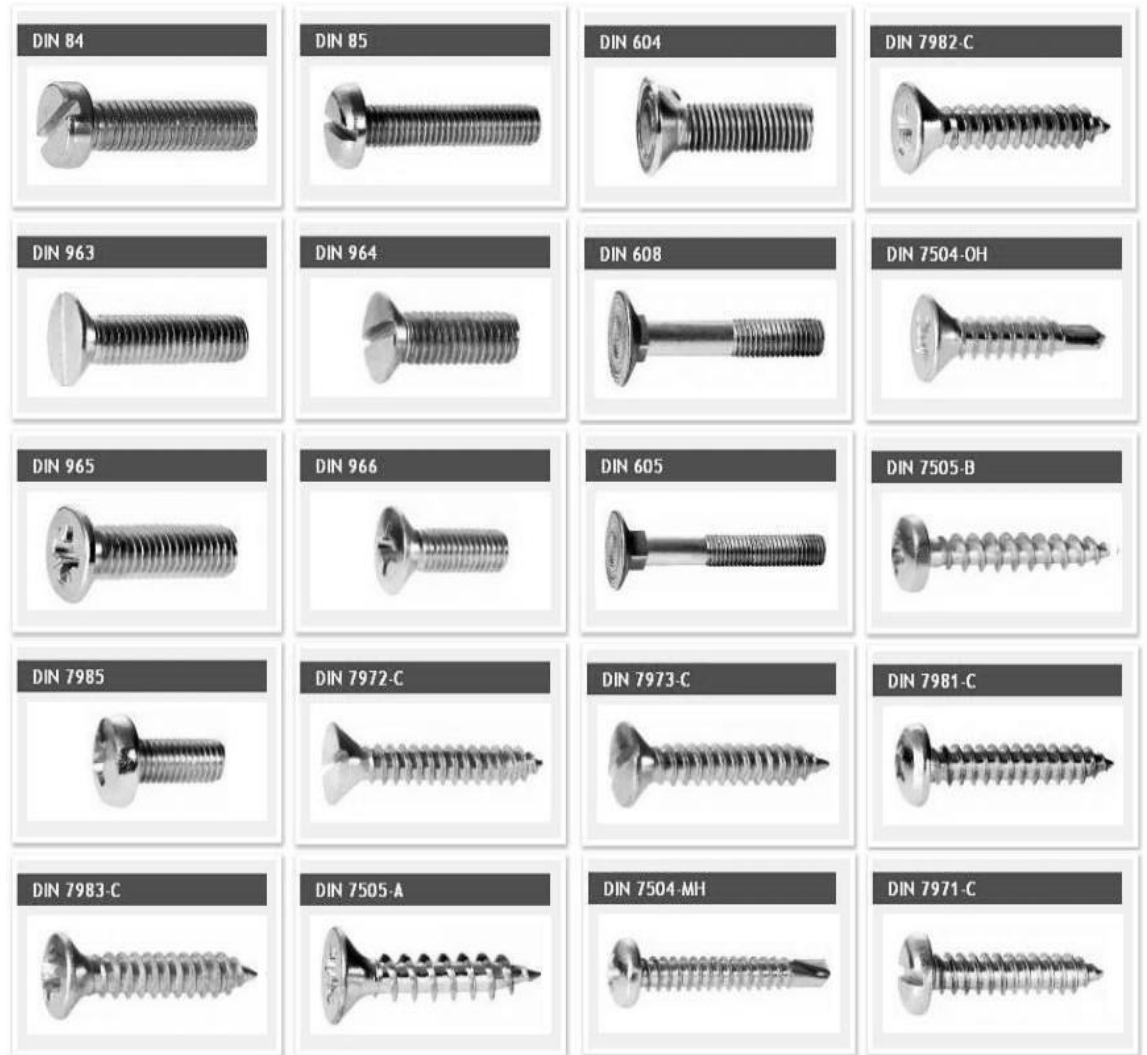
- Tornillos
- Cristales para ventana
- Piezas de madera para reparaciones menores
- Sifón para lavamanos
- Llaves de paso
- Mezcladora para lavamanos
- Chorros
- Tubos de varias medidas

Figura 30. **Mezcladora de lavamanos**



Fuente: *NOVEX*. www.novex.com. Consulta: septiembre de 2014.

Figura 31. Tipos de tornillos



Fuente: elaboración propia, con programa Adobe Illustrator.

5.1.2.3. Costos de repuestos e insumos para mantenimiento

Se realizó una entrevista no estructurada con el Departamento de Mantenimiento para conocer los requerimientos de repuestos, el costo de mantener el *stock* es de Q 30 000 anual.

5.1.3. Mantenimiento de otras instalaciones

Dentro de la Facultad de Ingeniería se encuentra el Auditorio Francisco Vela, en el se llevan a cabo las graduaciones de la Facultad, así como actos culturales, seminarios, exposiciones. Para su cuidado se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Se deben realizar revisiones de las líneas eléctricas.
- Dar acompañamiento al personal del CIAVI al debido mantenimiento del equipo de audiovisuales.
- Dar mantenimiento a los pisos de acuerdo al manual de instalación del mismo.
- Asignar a una persona permanente los días que existan actividades para evitar que la basura esté fuera de lugar.
- Planificar mensualmente la limpieza de los ventanales y de persianas respectivamente.
- Se vuelve a reiterar y repetir que es indispensable una persona vigilancia, para controlar el ingreso de ventas ambulantes.
- Se debe instalar un extintor en los puntos estratégicos del auditorio.

Es conveniente redactar un documento de uso, que se debe otorgar a los usuarios del mismo, el cual indique lo siguiente:

- Prohibido utilizar *tape*, *masking tape*, cintas y pitas alrededor de los mosaicos y madera que forra las columnas.
- Prohibido el ingreso de bebidas, comidas, dulces e ingerir estos dentro del auditorio.
- Prohibido utilizar fuego, aparatos con hielo seco en el escenario, con fines de crear efectos especiales en el área.
- Prohibido utilizar carbón o quema de inciensos, velas aromáticas, velas, y todo lo relacionado con combustión de materiales.
- Prohibido utilizar líquidos con ácido, aguas gaseosas, aguas anticorrosivas en el área.
- Prohibido pegar, colgar, clavar, amarrar elementos en la cáscara del auditorio (techo) con fines de cubrir áreas tipo telón.
- Prohibido pararse en butacas, sillas, mesas y mobiliario en general.

5.2. Seguridad

La seguridad de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería, e incluso deben regir en toda la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se debe regir con base en Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011, por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED).

La cual tiene como objetivo: establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en edificaciones e instalaciones de uso público, para resguardar a las personas en caso de eventos de origen natural o provocado, que puedan poner en riesgo su integridad física. Las Normas

Mínimas de Seguridad constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público, para alcanzar el objetivo descrito.

A continuación se citan varios artículos referentes al Acuerdo Número 04-2011.

- “Artículo 3. Edificaciones e instalaciones comprendidas. La presente norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, así como para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones, sin importar el titular del derecho de propiedad, a las que se permita el acceso, con o sin restricciones, de personal (como empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros) y/o usuarios (como clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros)”.⁵

- Son edificaciones de uso público, entre otras comprendidas en la descripción contenida en el párrafo que antecede, las siguientes:
 - Los edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas.
 - Las edificaciones destinadas al establecimiento de locales comerciales, incluyendo mercados, supermercados, centros de mayoreo, expendios, centros comerciales y otros similares.
 - Las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos.

⁵ Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 3.

- Los centros educativos, públicos y privados, incluyendo escuelas, colegios, institutos, centros universitarios y sus extensiones, centros de formación o capacitación, y otros similares.
 - Los centros de salud, hospitales, clínicas, sanatorios, sean públicos o privados.
 - Centros recreativos, parques de diversiones, incluso al aire libre, campos de juegos, cines, teatros, iglesias, discotecas y similares.
 - Otras edificaciones.
- “Artículo 13. Número de salidas de emergencia requeridas. Cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar con, por lo menos, una salida de emergencia, no menos de dos (2) salidas cuando sea requerido y salidas adicionales cuando:⁶
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de quinientos uno (501) a un mil (1 000) personas, no tendrá menos de tres (3) salidas de emergencia.
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de más de un mil (1 000) personas, no tendrá menos de cuatro (4) salidas de emergencia.
 - El número de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel de un edificio, deberá ser determinado utilizando su propia carga de ocupación, más los siguientes porcentajes de la carga de ocupación de otros niveles que tengan salida al nivel en consideración:

⁶ Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 7.

- Cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel arriba y cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel abajo, cuando este último salga a través del nivel en consideración.
- Veinte y cinco por ciento de la carga de ocupación del nivel inmediatamente arriba.
- El número máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel, deberá ser mantenido hasta que se llegue a la salida del edificio”.
- “Artículo 14. Ancho de las salidas de emergencia. El ancho total de las salidas de emergencia, expresado en centímetros, no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0,76 para gradas, y por 0,50 para otras salidas de emergencia, ni menores de 90 centímetros. el ancho total de las salidas de emergencia deberá ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las salidas de emergencia. El ancho máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido para todo el edificio”.
- “Artículo 15. Ubicación de las salidas de emergencia. En el caso de que únicamente se requieran dos (2) salidas de emergencia, estas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas, cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Cuando se requieran tres (3) o más salidas de emergencia, por lo menos dos (2) de ellas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas, cuya longitud no será menor a la mitad de la

distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Las salidas adicionales deberán tener una separación adecuada entre sí, de manera que si una de ellas quedase bloqueada, las otras sigan estando disponibles para una evacuación”.⁷

- “Artículo 17. Salidas a través de otros salones. Los salones podrán tener una salida de emergencia a través de otro salón adyacente, siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones”.
- “Artículo 24. Rampas de emergencia. Las rampas utilizadas en las salidas de emergencia deberán cumplir con los requerimientos de esta norma. El ancho mínimo de las rampas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50) o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.

La pendiente máxima de las rampas será del 8,33 por ciento cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12,5 por ciento cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas.

Las rampas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta (150) centímetros de elevación. Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta (150) centímetros. Los

⁷Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 8.

descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres (183) centímetros.⁸

Las puertas ubicadas en cualquier posición adyacente a una rampa no reducirán las dimensiones mínimas de un descanso a menos de 106 centímetros.

Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los mismos requerimientos que para gradas. La superficie de las rampas deberá ser antideslizante”.

5.2.1. Señalización

Será obligatorio rotular las salidas de emergencia cuando se tengan dos (2) o más salidas de emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos, o ser de un tipo auto luminiscente. Los rótulos deberán estar iluminados con una intensidad mínima de 53,82 lux de cada foco. La energía de uno de los focos será de la fuente principal de energía y la energía del segundo foco, será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Las señales que se localizarán en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón, o piedra, deben estar de forma segura y bien conectados por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión. No podrán utilizarse paredes de madera, tablayeso o fibrocemento para fijar señales de información de emergencia.

⁸Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 10.

No se debe instalar señales en el techo ni colgando de él. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero estas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes.⁹

- Señalización de salida de emergencia: señal de carácter informativo, la cual se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles tales como sobre o inmediatamente adyacente a una puerta de salida, que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: vía de evacuación derecha, vía de evacuación izquierda, salida superior y salida inferior.
- Señalización de vía de evacuación derecha: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha. Instalación: en muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha, teniendo presente que terminada la orientación hacia la derecha, se encontrara una vía de evacuación.
- Señalización de vía de evacuación izquierda: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la izquierda. Instalación: en muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la izquierda, teniendo presente que

⁹Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 13.

terminada la orientación hacia la izquierda, se encontrará una vía de evacuación.








- Señalización de salida hacia arriba: señal de carácter informativo que indica una salida hacia arriba, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso superior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios, y trabajará íntimamente relacionada con la señal salida de emergencia.
- Señalización de salida hacia abajo: señal de carácter informativo que indica una salida hacia abajo, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso inferior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios y trabajará íntimamente relacionada con la señal Salida de emergencia.
- Punto de reunión: localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. Instalación: en lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo.
- Señalización de cuidado al bajar: señal de carácter informativo que indica la existencia de un desnivel, por tal razón, en las zonas en que se advierta esta señal, se deberá tener cuidado al transitar. Instalación: en lugares visibles tales como cajas escalera, desniveles de piso, entre otros, esta señal se instalará tanto en edificios públicos y privados, siendo su instalación directamente en muros u otras estructuras.

- Señalización de empujar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, entre otros. La señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas. Esta señal trabajará en directa relación con la señal tirar para abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.
- Señalización de tirar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, entre otros. Esta señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar todas las salidas. Esta señal trabajará en directa relación con la señal Empujar para Abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.
- Señalización de romper para tener acceso en caso de emergencia: señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para lo cual es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. Instalación: directamente en panel de vidrio.
- Señalización de no corra por las escaleras: se utiliza para indicar la prohibición de correr por las escaleras, sean estas principales o de emergencia. Tanto al subir como al bajar de estas, dicha prohibición

deberá ser acatada tanto en circunstancias habituales como en caso de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (Cajas escaleras principales o de emergencia de hospitales, bibliotecas, entre otros.). La instalación de esta señal deberá realizarse tanto al inicio como al final de las escaleras.

- Señalización de no correr en los pasillos: se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para colaboradores como público en general, siendo aplicable en situaciones habituales como en los casos de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (pasillos de hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en muros u otras estructuras, de tal manera que advierta claramente sobre esta prohibición.
- Señalización sobre la localización del extintor: se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. Instalación: la señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso.

Figura 32. Señales de ruta de evacuación

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	

Continuacion de la figura 32.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 32.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

Continuación de la figura 32.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación de la figura 32.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación de la figura 32.

	<p>RED HÚMEDA</p>
	<p>RED SECA</p>
	<p>ALARMA DE INCENDIO</p>
	<p>CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO</p>
	<p>PUERTA CORTA FUEGO</p>
	<p>RED ELÉCTRICA INERTE</p>
	<p>ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA</p>
	<p>ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA</p>

Fuente: Norma de reducción de desastres número do-NRD2. CONRED. p. 28.

5.2.2. Dispositivos de seguridad

Los sistemas de detección y alarma tienen por objetivo descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y evacuación, por lo que se detallan los que serían recomendables a utilizar dentro de las instalaciones.

- **Térmicos:** en estos el calor por convección activa de forma directa una señal de aviso y generalmente se sitúan cerca del techo. Están regidos por un termostato, se disparan cuando la temperatura ambiente rebasa el nivel preestablecido, que por término medio suele ser el de los 58 °C, con una fluctuación de máxima de más o menos 4 °C. Son aparatos muy ligeros (pesan menos de 200 gramos), provistos de una carcasa de material plástico de diseño atractivo y moderno.

Funcionan conectados a la red general eléctrica o a un circuito de emergencia alimentado con acumuladores recargables. Tienen una tensión de alimentación de 16 a 27 voltios y apenas consumen energía en situación de reposo. Tratándose de zonas a cubrir cuya superficie sea igual o menor a los 40 metros cuadrados, bastará con montar un único detector. Si el espacio a proteger supera dicha superficie debe instalarse un aparato por cada 30 metros cuadrados. Estas dimensiones se refieren a cada una de las plantas que componen el edificio.

Figura 33. **Detector de fuego térmico**



Fuente: *CELASA*. www.celasa.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

Termovelocimétricos: funcionan cuando se detecta un aumento en la temperatura prefijada de 7 u 8 °C. por minuto.

Figura 34. **Detector de fuego termovelocimétricos**



Fuente: CELASA. www.celasa.com.gt. Consulta: septiembre de 2014.

5.2.3. Otras observaciones

Los colores utilizados en la señalización y rotulación de salidas de emergencia deberán identificarse de acuerdo al sistema RGB internacional, con 8 bits por canal para un total de 24 bits utilizando la notación hexadecimal. La identificación del color constará de 6 dígitos hexadecimales. De izquierda a derecha, los primeros dos dígitos representarán el canal rojo, los siguientes dos dígitos representarán el canal verde y los últimos dos dígitos representarán el canal azul. Los dígitos hexadecimales a utilizar serán 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

5.3. Seguridad en el mantenimiento

Cada colaborador debe contar con su equipo de protección personal, para la realización de las labores de inspección, reparación e instalaciones nuevas así como en los mantenimientos, esto con el fin de evitar condiciones inseguras de trabajo para lo cual se plantea realizar charlas de información y concientización del buen uso del equipo de seguridad.

- Casco: las características necesarias para un casco de protección son las siguientes:
 - Solidez y ligereza
 - Superficie lisa
 - Resistencia a la intemperie y a los agentes químicos
 - Posibilidad de aireación de la parte interior

- Entre los riesgos más habituales, que pueden afectar la zona de la cabeza, se puede citar:
 - Condiciones atmosféricas
 - Choques, impactos y caídas de objetos
 - Enganches de cabello
 - Radiaciones
 - Sustancias contaminantes
 - Agresivos químicos diversos

- Protección de los oídos: reducen el nivel de presión acústica a fin de no producir daño en el aparato auditivo del individuo expuesto. Existen dos tipos de protectores acústicos:
 - Protectores auditivos externos (orejeras y cascos)
 - Protectores auditivos internos (tapones y válvulas)

Figura 35. **Protección de oídos**



Fuente: *SEGURITEX*. www.seguritex.com. Consulta: septiembre de 2014.

- Protección de los ojos: dentro de este grupo se incluyen los equipos entregados para proteger al trabajador, frente a aquellos riesgos existentes en medio laboral que puedan afectar la vista y/o la cara.

Los principales agentes agresores que pueden causar accidentes o enfermedades profesionales son, entre otros:

- Impactos de partículas
- Salpicaduras de líquidos
- Atmósferas contaminadas

Figura 36. **Protección de ojos**



Fuente: *SEGURITEX*. www.seguritex.com. Consulta: septiembre de 2014.

- Guantes: los guantes deben ser confortables (en la forma y el material) y eficaces (solidez, resistencia, a los agentes externos)”.
- Los tipos son muy diversos: manoplas, guantes de tres dedos, guantes de cinco dedos, entre otros. Los guantes están hechos de diferentes materiales, según la utilización que se les quiera dar:
 - Caucho (para trabajos eléctricos)
 - Neopreno (resistente a la abrasión y a los agentes químicos)
 - Algodón o punto (para trabajos ligeros)
 - Cuero (manipulación en general)
 - Plástico (protegen de productos químicos y abrasivos)
 - Malla metálica (manipulación de piezas cortantes)
 - Lona (manipulación de objetos sin grandes asperezas)

5.3.1. Consideraciones generales

El plan de evaluación determinará las acciones a realizar ante una emergencia.

Que hacer en caso de un sismo o terremoto cuando se encuentre en salones de clase.

Actitudes y acciones cuando se encuentre en salones de clase:

- Identificar rutas de evacuación y puntos de reunión.
- El profesor de cátedra debe tener liderazgo para dirigir a los estudiantes.
- Haga su aula más segura, identificando objetos peligrosos y manteniendo el orden de la misma.

- Mantenga libre de obstáculos los pasillos donde transitan.
- Guarde la calma.
- Permanecer en su lugar hasta que el sismo termine.
- Cubrirse de lámparas, cañoneras u objetos que puedan caer y causar daño.
- Si está cerca de ventanales cubrirse el rostro y cuerpo, de tal manera para evitar que si se llegaran a quebrar, los vidrios provoquen cortes en la piel.
- No dejar que las actitudes vulnerables como el pánico, nervios o desesperación se apoderen de las personas.

Plan de evacuación cuando se encuentre en salones de clase:

- El profesor de cátedra debe guiar y evacuar de manera ordenada a los estudiantes, verificando que todos evacuen.
- Los estudiantes deben evacuar de manera ordenada y lo más rápido posible después de que termine el sismo.
- Al momento de evacuar siempre bajar de su lado derecho, para no obstruir el paso.
- Sí se encuentra en las aulas del edificio T-5, 303-305 (tercer nivel), bajar de manera ordenada por la salida de emergencia ubicadas frente al salón 304 y dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 2.
- Si se encuentra en las aulas del edificio T-5 del tercer nivel, dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 5, bajar de manera ordenada por las gradas próximas, siempre de su lado derecho, dirigirse al punto de reunión Núm. 5.
- Si se encuentra en los salones el edificio T-3, 110-114 (primer nivel), 210-216 (segundo nivel, 310-315 (tercer nivel), 410-415 (cuarto nivel),

bajar por las gradas más próximas, siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 2.

- Si se encuentra en los salones del edificio T-3, 101-109 (primer nivel), 201-209 (segundo nivel), 301-309 (tercer nivel), 401-409 (cuarto nivel), bajar por las gradas más próximas siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm. 3.
- Si se encuentra en el edificio T-1, bajar por las gradas más próximas siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm. 1.
- Si hay personas heridas ayudar con los recursos con los que se cuente en ese momento, para después trasladar a una clínica médica.
- Si se queda atrapada, guarde la calma y haga una señal sonora para que puedan encontrarla y brindarle ayuda.

Qué hacer en caso de un incendio cuando se encuentre en salones de clase.

Actitudes y acciones cuando se encuentre en los salones de clase:

- Identificar rutas de evacuación y puntos de reunión.
- Mantener los pasillos y lugares de trabajo libres de obstáculos.
- Conocer la ubicación de los extintores.
- Tener el conocimiento del uso de los extintores.
- Saber qué tipo de extintor usar para cada evento.
- Usar el equipo de seguridad en todo momento.
- Verificar si el extintor no está fuera de fecha, es decir si la fecha de carga ya expiró.
- Verificar que el manómetro del extintor esté en la zona verde.
- Verificar que la boquilla del extintor esté en buen estado.

Plan de evacuación cuando se encuentre en los salones de clase.

- Informar al profesor sobre lo sucedido.
- Mantener la calma.
- Buscar el extintor más cercano.
- Alejar del área donde se produce el fuego, papeles o materiales combustibles y cerrar puertas y ventanas.
- En caso de que haya humo, salir del lugar agachados o gateando, cubriéndose la nariz con una toalla mojada.
- Si al salir la ropa prende en llamas, deténgase de inmediato, ruede por el suelo cubriéndose el rostro con las manos, hasta extinguir las llamas.
- Si está dentro de un aula colocar tela mojada por debajo de la puerta para evitar que el humo entre.
- Colocar por la ventana más accesible y visible un pedazo de tela, para que puedan ubicarlos y rescatarlos.
- Sí se encuentra en las aulas del edificio T-5, 303-305 (tercer nivel), bajar de manera ordenada por la salida de emergencia ubicadas frente al salón 304 y dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 2.
- Si se encuentra en las aulas del edificio T-5 del tercer nivel, dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 5, bajar de manera ordenada por las gradas próximas, siempre de su lado derecho, dirigirse al punto de reunión Núm. 5.
- Si se encuentra en los salones el edificio T-3, 110-114 (primer nivel), 210-216 (segundo nivel), 310-315 (tercer nivel), 410-415 (cuarto nivel), bajar por las gradas más próximas, siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm. 7 o Núm. 2.
- Si se encuentra en los salones del edificio T-3, 101-109 (primer nivel), 201-209 (segundo nivel), 301-309 (tercer nivel), 401-409 (cuarto nivel),

bajar por las gradas más próximas siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm. 3.

- Si se encuentra en el edificio T-1, bajar por las gradas más próximas siempre de su lado derecho y dirigirse al punto de reunión Núm.1.

Qué hacer en caso de un sismo o terremoto cuando se encuentre en laboratorios.

Actitudes y acciones cuando se encuentre dentro de los laboratorios:

- Conozca el laboratorio.
- Permanecer en su lugar hasta que el sismo termine.
- Haga su aula más segura, identificando objetos peligrosos y manteniendo el orden de la misma.
- Si está dentro de laboratorio asegurarse que todo esté en orden y que los integrantes de cada grupo estén coordinados.
- Evitar que coloquen objetos sobre los pasillos que sirven de ruta de evacuación.
- Procurar que se mantengan cerrados los cajones y puertas de muebles.
- Ubicar las salidas de emergencia.
- Mantener el orden de la cristalería, equipo o materiales de consulta con los que se trabaja.
- Identificar actitudes vulnerables.

Plan de evacuación cuando se encuentre en los laboratorios.

- El instructor será el encargado de dirigir y evacuar de manera rápida y adecuada a los estudiantes.

- Tenga calma y traté de conservarla con los demás, ayude a las personas que sean presas del miedo, terror o pánico.
- Cierre las válvulas de suministro de gas.
- Abra las puertas para evitar que queden trabadas.
- Aléjese de ventanas, puertas que tienen cristales u otros muebles que puedan caerse.
- Si no puede salir permanezca de pie junto a las columnas que sirven como soporte del edificio o cúbrase debajo de las mesas o escritorios.
- Si puede salir camine junto a los muros, no use elevadores si los hay.
- Si tiene visitantes, diríjalos de acuerdo a estas instrucciones. Usted es responsable de su seguridad.
- Al terminar el sismo o temblor, no fume, si la energía eléctrica queda suspendida, ponga en posición de apagado los interruptores de luces y de contactos, no los encienda hasta haberse asegurado de que no existen fugas de gas y en tal caso, hasta no haberlas controlado y haber ventilado el lugar.
- El auxiliar de laboratorio debe asegurarse que todos los alumnos estén a salvo y en el punto de reunión indicado.
- Si se encuentra en el laboratorio de Química Núm.1 o Núm. 2, Fisicoquímica, siga la ruta de evacuación y dirigirse al punto de reunión Núm. 7.
- Si se encuentra en el Laboratorio de Operaciones Unitarias o LAFIQ siga la ruta de evacuación y dirigirse al punto de reunión Núm. 5.
- Si se encuentra en el laboratorio LIEXVE (laboratorio de extractos vegetales), siga la ruta de evacuación y dirigirse al punto de reunión Núm. 6.
- Si se encuentra en el laboratorio de Microbiología, siga la ruta de evacuación y dirigirse al punto de reunión Núm. 5.

- El instructor de laboratorio después de evacuar el laboratorio debe asegurarse que todos los estudiantes estén bien, si falta algún alumno reportarlo y brindar ayuda.

Qué hacer en caso de un incendio cuando se encuentre en laboratorios.

Actitudes y acciones cuando se encuentre en los laboratorios:

- Identifique rutas de evacuación y puntos de reunión.
- Mantener los pasillos y lugares de trabajo libres de obstáculos.
- Conocer la ubicación de los extintores.
- Tener el conocimiento del uso de los extintores.
- Saber qué tipo de extintor usar para cada evento.
- Usar el equipo de seguridad en todo momento.
- Verificar si el extintor no está fuera de fecha, es decir si la fecha de carga ya expiró.
- Verificar que el manómetro del extintor esté en la zona verde.
- Verificar que la boquilla del extintor esté en buen estado.
- Si hay daño o no se encuentra en buen estado el equipo con el que se trabaja, reportarlo al instructor de laboratorio.

Plan de evacuación cuando se encuentre en los laboratorios.

- Cuando escuche se presente una emergencia, suspenda todas las actividades.
- Prepárese para evacuar, dejando los equipos que estén a su cargo fuera de operación, ejemplo: caldera, calentadores, equipo de destilación, entre otros.
- Ayude a que salgan las personas de su grupo de trabajo.

- Mantenga la calma y evacue el área rápidamente, pero en forma ordenada.
- Permanezca en el área de reunión, hasta recibir instrucciones del coordinador general.
- Llame a la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química y reporte la emergencia indicando el lugar, cual es la emergencia, si hay lesionados, diga el nombre de quien reporta la emergencia.
- Si puede usted apagar el fuego usando un extintor u otro medio adecuado, inténtelo, no corra riesgos excesivos, no utilice agua en cables eléctricos y/o equipo eléctrico.
- Cerciórese de que el fuego fue controlado, retire materiales combustibles, evitando la reincidencia del fuego, aísla el área y avise al responsable de seguridad y a su jefe inmediato.
- Si no puede controlar el fuego, no se exponga, conserve la calma y retírese del lugar.
- Identifique y siempre tenga presente la localización de la salida de emergencia.
- Si existiera fuego o humo, cúbrase la boca y nariz con algún pañuelo o tela, húmeda de preferencia.
- Si se encuentra en el Laboratorio de Química Núm. 1 o Núm. 2, Fisicoquímica, siga la ruta de evacuación y diríjase al punto de reunión Núm. 7.
- Si se encuentra en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, (LAFIQ), siga la ruta de evacuación y diríjase al punto de reunión Núm. 5.
- Si se encuentra en el Laboratorio LIEXVE, siga la ruta de evacuación y diríjase al punto de reunión Núm. 6.
- Si se encuentra en el Laboratorio de Microbiología, siga la ruta de evacuación y diríjase al punto de reunión Núm. 5.

- El instructor de laboratorio después de evacuar este debe asegurarse que todos los estudiantes estén bien, si falta algún alumno reportarlo y brindar ayuda.

Qué hacer en caso de un sismo o terremoto si se encuentra en las oficinas.

Actitudes y acciones:

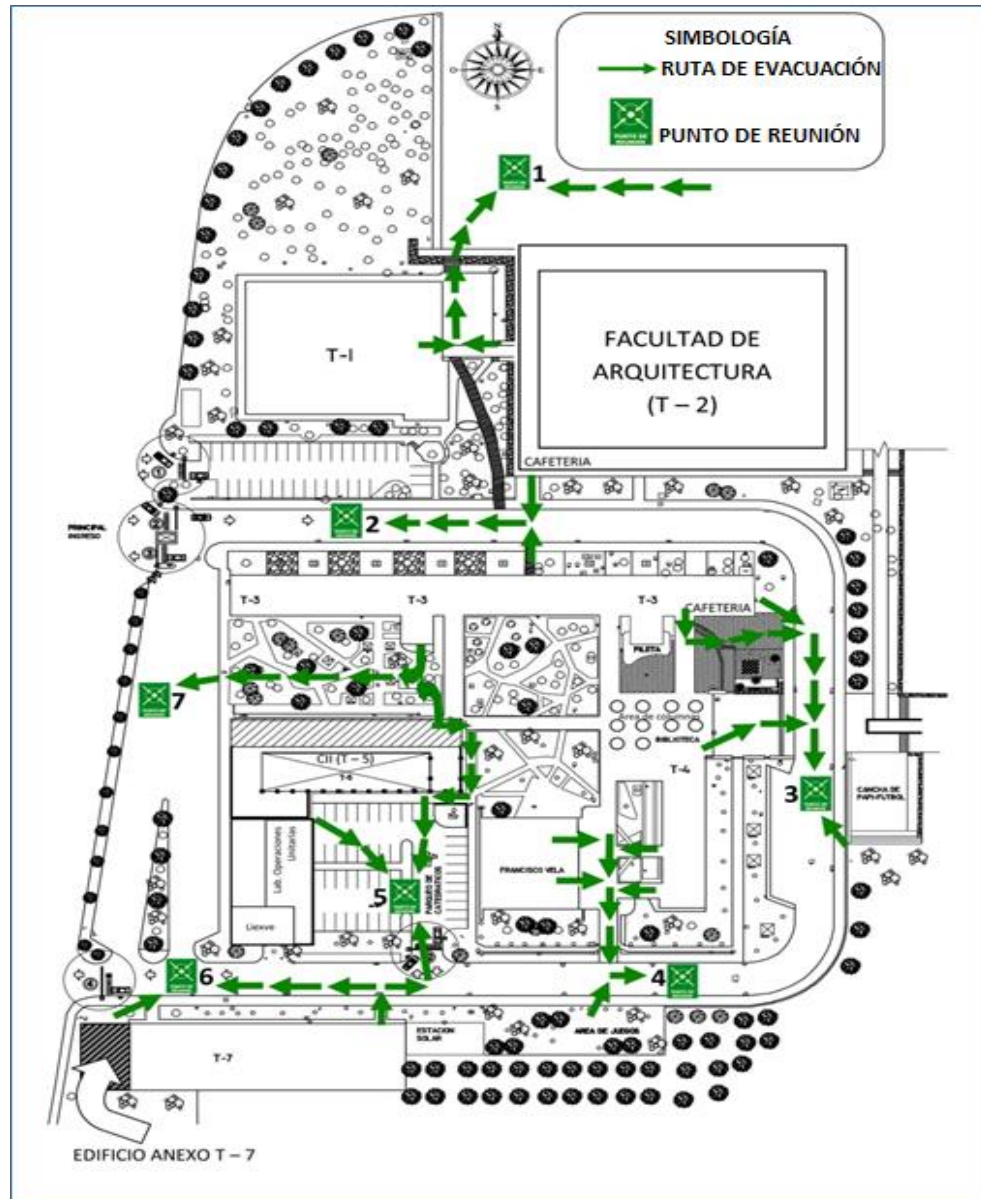
- Identificar rutas de evacuación y puntos de reunión.
- Haga su oficina más segura, identificando objetos peligrosos y manteniendo el orden de la misma.
- Mantenga libre de obstáculos los pasillos donde transitan.
- Guarde la calma.
- Permanecer en su lugar hasta que el sismo termine.
- Si está cerca de ventanales cubrirse el rostro y cuerpo, de tal manera para evitar que si llegaran a quebrarse, los vidrios provoquen cortes en la piel.
- No dejar que las actitudes vulnerables como el pánico, nervios o desesperación se apoderen de las personas.

Plan de evacuación cuando se encuentre en las oficinas.

- Permanezca en su lugar de trabajo hasta que el sismo termine.
- Cada persona dentro de las oficinas debe evacuar de manera rápida y ordenada.
- Cuando evacue, siempre tome en cuenta que debe protegerse de objetos peligrosos que puedan caer, como lámparas.

- Al momento de evacuar siempre caminar de su lado derecho para no obstruir el paso.
- Asegurarse que todas las personas que estén dentro de la oficina estén a salvo.
- Si alguna persona queda atrapada, trate de hacer sonidos fuertes con lo que tenga cerca para que puedan rescatarla y brindarle ayuda.

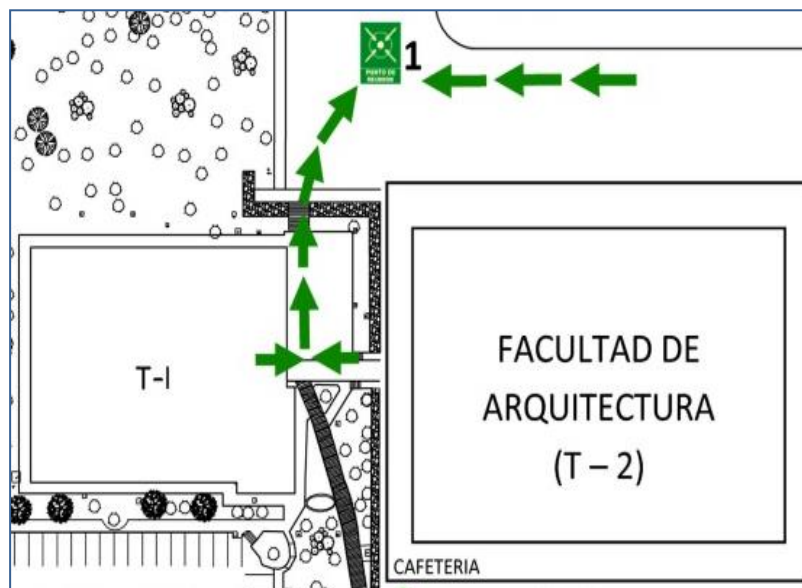
Figura 37. Simbología de los puntos de reunión



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

- Punto de reunión 1: ubicado en el parqueo que se localiza en el edificio T – 1 de la Facultad de Arquitectura, se tomó en cuenta las siguientes precauciones:
 - Señalización horizontal del punto de reunión en la calle que dirige a la salida, no debe ser ubicado en las áreas donde se parquean los vehículos.
 - Se debe realizar señalización vertical, indicando la ubicación del punto de reunión.
 - Informar en carteles la inmovilización de vehículos al momento de un desastre.

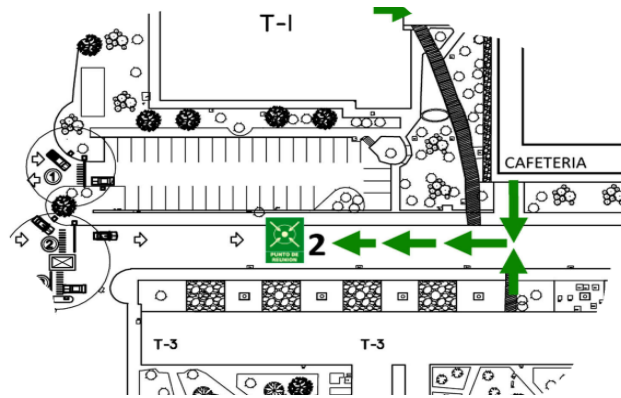
Figura 38. Punto de reunión 1



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

- Punto de reunión 2: ubicado en el parqueo que se localiza entre los edificios T – 1 y T – 3 de la Facultad de Ingeniería, se tomó en cuenta las siguientes precauciones:
 - Señalización horizontal del punto de reunión en la calle que dirige a la salida, no debe ser ubicado en las áreas donde se parquean los vehículos.
 - Se debe realizar señalización vertical, indicando la ubicación del punto de reunión.
 - Informar en carteles la inmovilización de vehículos al momento de un desastre.
 - Verificación de la tubería ubicada en el pasillo del T – 3 debido al rompimiento del mismo causando accidentes, así como la ubicación.

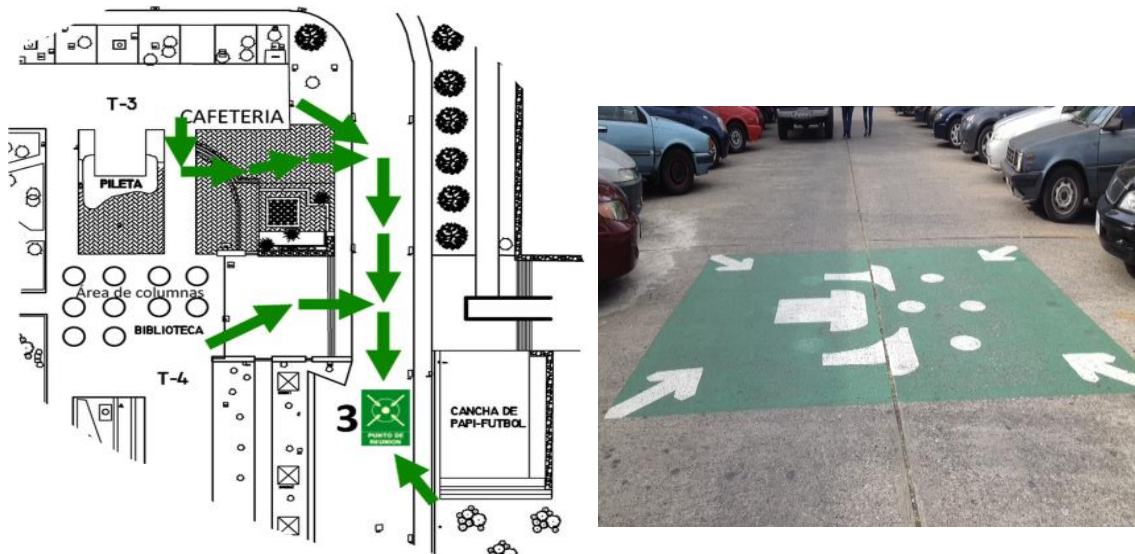
Figura 39. Punto de reunión 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

- Punto de reunión 3: ubicado a un costado del edificio T – 4 y la cancha de papifutbol de la Facultad de Ingeniería, tomando en cuenta las siguientes precauciones:
 - Señalización horizontal del punto de reunión Núm. 3.
 - Señalización vertical para indicar la ubicación del punto de reunión Núm. 3.
 - Verificación de las instalaciones eléctricas ubicadas en este sector.
 - Eliminación de espacios de parqueo para la movilización de personas hacia el punto de reunión Núm. 3.
 - Eliminación de espacios de parqueo cuando estos se encuentran a doble fila.
 - Colocación de barandas en los espacios de parqueo para que los vehículos no se ubiquen en ellos.

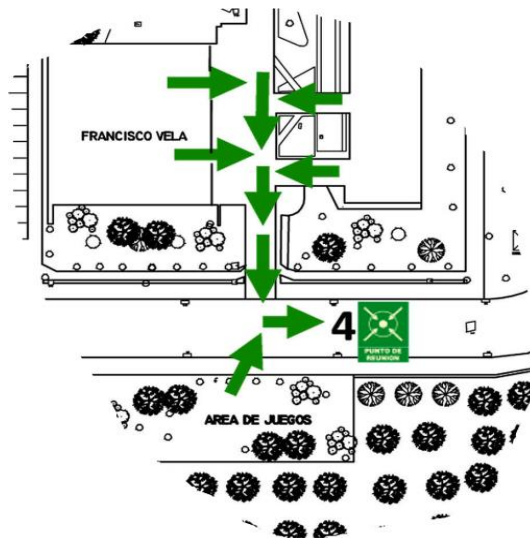
Figura 40. Punto de reunión 3



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

- Punto de reunión 4: ubicado entre el parque de juegos y el edificio T – 4 de la Facultad de Ingeniería, tomando en cuenta las siguientes precauciones:
 - Señalización horizontal del punto de reunión Núm. 4
 - Señalización vertical de la ubicación del punto de reunión Núm. 4
 - Poda de los arboles ubicados en el área de juegos de la Facultad de Ingeniería.

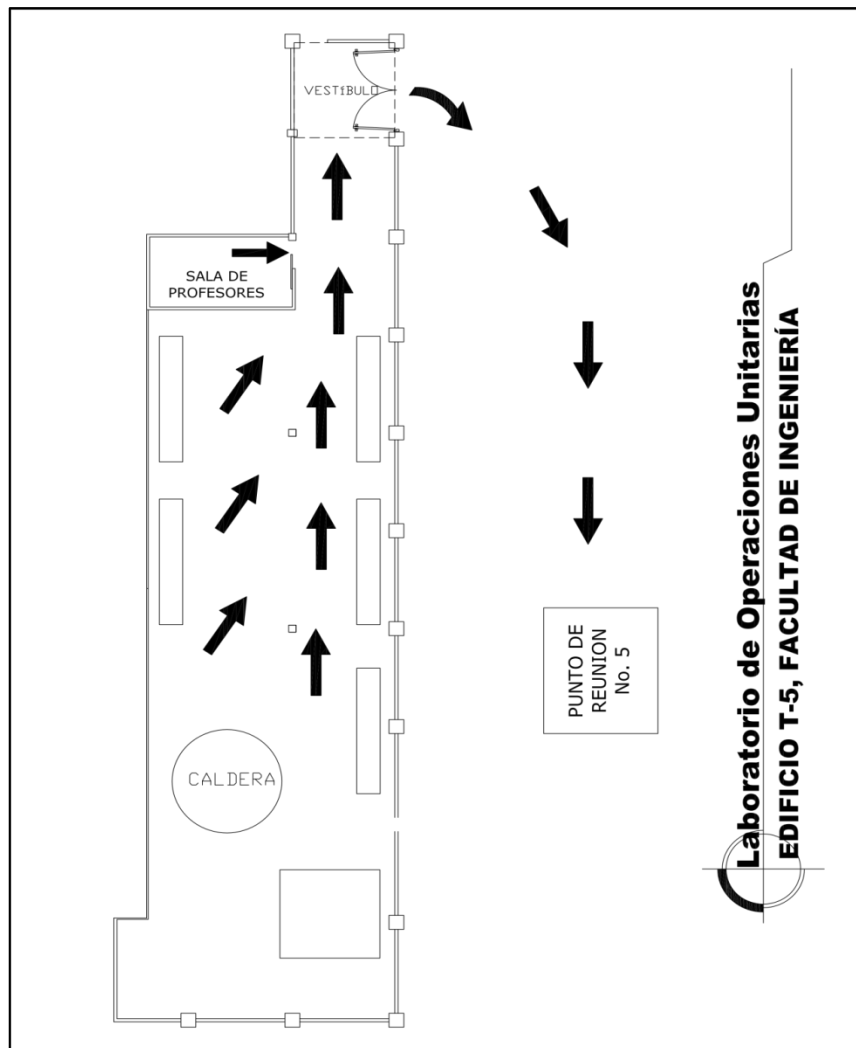
Figura 41. Punto de reunión 4



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014

- Punto de reunión 5: en esta área se reúnen las personas que se encuentran en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, las oficinas de la Escuela de Ingeniería Química, LAFIQ, Laboratorio de Microbiología.

Figura 42. Punto de reunión 5

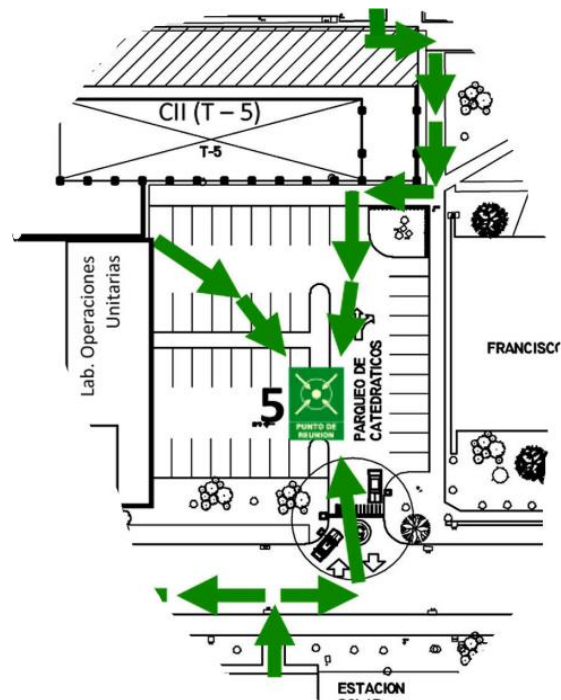


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014

Ubicado en el parqueo de catedráticos de la Facultad de Ingeniería, a la par del edificio T – 5. Tomando en cuenta las siguientes precauciones se ubicó el siguiente punto de reunión.

- Señalización horizontal del punto de reunión Núm. 5
- Señalización vertical indicando la ubicación del punto de reunión Núm. 5

Figura 43. **Ubicación del punto de reunión 5**



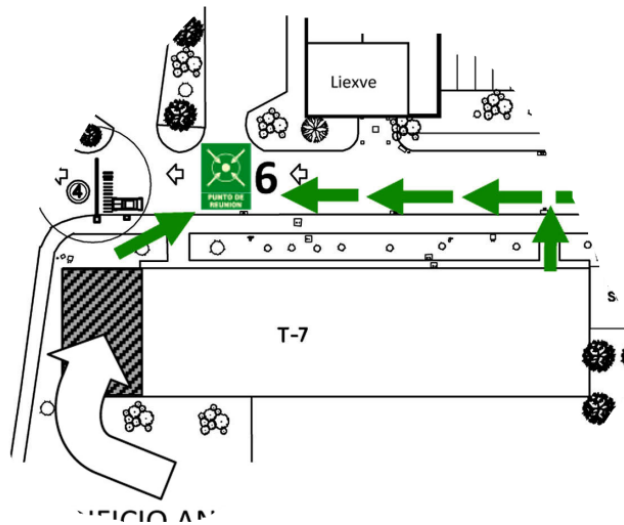
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

- Punto de reunión 6: ubicado en el parqueo localizado en las instalaciones anexas del edificio T – 7, a este punto de reunión deben acudir las personas que estén trabajando en el Laboratorio del LIEXVE (Laboratorio de Extractos Vegetales); así como estudiantes que se encuentren en el

edificio T-7. El punto de reunión Núm. 6 se señaló con base en lo siguiente:

- Señalización horizontal del punto de reunión Núm. 6.
- Señalización vertical indicando la ubicación del punto de reunión Núm. 6
- Ubicar a las personas en un lugar seguro, que se encuentren el laboratorio LIEXVE o edificio T-7.

Figura 44. Punto de reunión 6



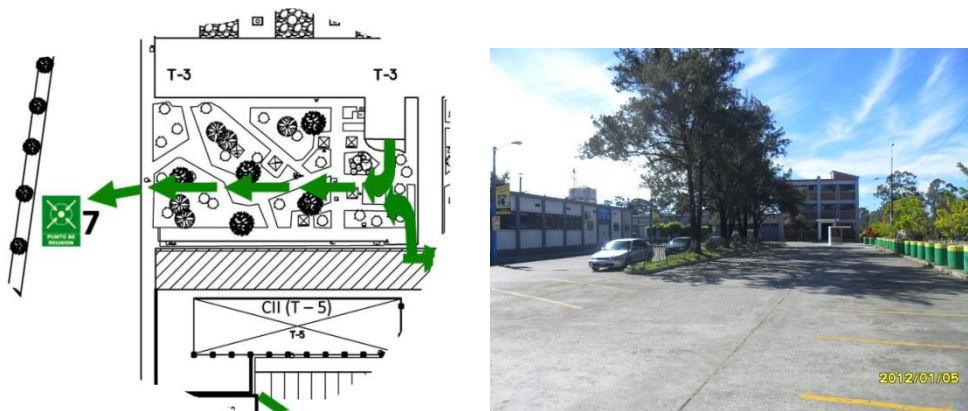
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

El punto de reunión Núm. 7 está ubicado en el parqueo oeste de la Facultad de Ingeniería, específicamente en la parte trasera del edificio T – 5. Se tomaron en cuenta las siguientes precauciones:

- Señalización horizontal del punto de reunión Núm.7
- Señalización vertical para indicar la ubicación del punto de reunión.
- Poda de árboles en el sector de la ruta de evacuación.

- Readecuación de la ruta de evacuación ubicada en el jardín entre los edificios T – 3 y T – 5.
- Eliminación de los espacios de parqueo para la movilización de las personas hacia los puntos de reunión.

Figura 45. **Ubicación del punto de reunión 7**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

CONCLUSIONES

1. Realizado el análisis de la situación actual del Departamento de Mantenimiento de la Facultad, se determinó que se presentan varias falencias de las cuales destacan:
 - a) Falta de equipo para los trabajadores.
 - b) No cuentan con el equipo de protección necesario mínimo, existen un descontrol dado que no hay un orden cronológico en la acción de sus operaciones de supervisión, dado que se asigna en ocasiones poco personal para una labor, en contradicción a veces hay más de un trabajador para una tarea simple.
2. Al momento de recopilar la información de las funciones de cada trabajador, se encontró que nadie tiene una función específica o categoría alguna por lo que todos están en disponibilidad de resolver cualquier falla existente, ya que no existe especialidad alguna.
3. Los procesos no están documentados, es decir que no existe memorias en donde se detalle la falla y la solución, así como las recomendaciones para evitar la misma, no existe planificación de mantenimiento preventivo, solamente el correctivo.
4. Actualmente las medidas de seguridad son mínimas y se determinan por medio de las *Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público*, regulado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), se realizan simulacros con la comunidad estudiantil semestralmente.

5. En el espacio de recomendaciones se hacen las mismas, con la finalidad de que dado el momento, se tomen en cuenta para futuras fallas y evitar inconvenientes, así como accidentes laborales y estudiantiles.

RECOMENDACIONES

1. Los trabajadores deben contar con su equipo de protección personal para la realización de sus actividades, con más énfasis si realizan trabajos en instalaciones eléctricas dado que una descarga eléctrica puede provocar hasta la muerte. Para poder tener buen desempeño laboral, es preciso equiparlos con las herramientas mínimas mencionadas en este trabajo.
2. Que el personal contratado tenga especialidades y que se defina claramente, las tareas que debe desarrollar el encargado de mantenimiento, supervisores y operarios para capacitarse y reasignar labores, según el resultado de evaluación de este trabajo, para mantener o ampliar la vida útil de las instalaciones e infraestructura, minimizando la vulnerabilidad que estos presentan en la actualidad.
3. El mantenimiento de los edificios y sus instalaciones se debe realizar periódicamente, es decir que se debe planificar los mantenimientos preventivos diarios, semanales, mensuales, semestrales, y anuales, para evitar daños mayores, lo que representaría un costo elevado de reparación, una interrupción de las actividades en el caso de los salones de clase y oficinas administrativas, así se llevará un control y se podrá documentar los mismos, en el caso de presentarse una falla esta sería mínima y el tiempo de resolución de igual manera.
4. Se debería capacitar al personal en los temas de seguridad, para que puedan distinguir una condición insegura, de un acto inseguro y puedan

evitar accidentes, se recomienda involucrar al personal fijo en los simulacros que se realizan semestralmente a nivel estudiantil y que estos sean generales.

5. Asignar a un trabajador como jefe de Servicios, puesto que en la actualidad toda la función de este depende directamente de Secretaría Adjunta, al mismo tiempo es importante hacer reuniones periódicas con los trabajadores, para que estos sepan de las normativas existentes y que se respetan y que existen pactos colectivos al que se deben ambas partes sin desvirtuarse, para que todo funcione en perfectas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO ROSALES, Francisco José. *Remodelación y reparación de la infraestructura física de la Facultad de ingeniería*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 111 p.
2. CHIN HERRERA, Luis Arnulfo *Mantenimiento recurrente, preventivo y correctivo, para los edificios escolares nacionales, rurales del nivel primario*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1982. 115 p.
3. JEREZ GONZALES, Margarita Lucía: *Evaluación post-sísmica de la seguridad de construcciones de concreto reforzado y mampostería reforzada*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad del Valle de Guatemala, 1999. 145 p.
4. PACAJA MEYER, Hugo Alfonso, *Aplicaciones de Ingeniería Mecánica Industrial en Administración de mantenimiento de edificios de la USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 134 p.
5. VILLAGÓMEZ VELÁSQUEZ, Hugo, plomería, *Sistema de agua fría, desagüe e instalaciones sanitarias*, México: Limusa, 1998. 233 p.

ANEXOS

Componentes de las señales aprobadas de Emergencia o Seguridad

