

Diseño de un Plan Modelo de Mantenimiento para Edificios del ICE



Abstract

This document contains the procedures used to design a Model Maintenance Plan for buildings of the Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

The goal of this project is to document the tools used to plan the building maintenance. It is expected that the proposed design could be emulated and applied to other buildings. The functionality of the system elaborated was based on the "Torre Z" building, which consists of 4 409 m² of construction. It is located in San Pedro de Montes Oca, San Jose and houses administrative offices of the Division of Services and Security Division of the ICE, in particular.

The maintenance plan was focused in the inclusion of preventive maintenance to a system that works totally corrective and in creating a tool that allows the creation of historical maintenance records.

By means of maintenance cycles guides, periodic inspections, programmed interventions and a system of database generation it is obtained a method to generate maintenance historical records (statistics). From these records it is possible to know the indexes of goods and services used to attend the needs of a building.

Keywords: Maintenance, Buildings, Preventive, ICE.

Resumen

Se presentan en este documento los procedimientos utilizados para diseñar un Plan Modelo de Mantenimiento para edificios del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

El objetivo de este proyecto es documentar las herramientas utilizadas para planificar el mantenimiento de edificios. Se espera que el diseño propuesto pueda ser emulado y aplicado a otros edificios del ICE. Para demostrar el funcionamiento se toma como base el edificio "Torre Z", el cual consta de 4 409 m² de construcción. Se ubica en zona de San Pedro de Montes de Oca, San José y alberga oficinas administrativas de la División de Servicios y División de Seguridad del ICE principalmente.

El plan estaba enfocado en integrar el mantenimiento preventivo a un sistema donde se trabaja de forma correctiva, además se centra en crear una herramienta que permita generar históricos de mantenimiento.

Mediante guías de ciclos de mantenimiento, inspecciones periódicas, intervenciones programadas y un sistema generador de base de datos se obtuvo un método para generar históricos de mantenimiento (estadísticas). A partir de estos registros se puede conocer los índices de bienes y servicios utilizados para atender las necesidades de cada edificio.

Palabras clave: Mantenimiento, Edificios, Preventivo, ICE.

Diseño de un Plan Modelo de Mantenimiento para Edificios del ICE

PABLO CAMACHO SALAZAR

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Enero del 2009

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
MARCO CONCEPTUAL.....	5
METODOLOGÍA.....	13
RESULTADOS	16
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	45
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	51
APÉNDICES.....	52
ANEXOS.....	53
REFERENCIAS	54

Prefacio

La planificación del mantenimiento en edificios puede evitar gastos innecesarios y pérdida de tiempo. Ya que la falta de esta implementación conduce a edificios degradados prematuramente, limitando así su vida útil y deteriorando la calidad de vida de quienes los habitan.

Es común encontrar que muchos administradores de edificios y jefes de mantenimiento trabajan únicamente de forma correctiva, es decir realizando reparaciones solamente cuando se presentan fallas o el deterioro de la estructura es avanzado, por ello el costo de realizar la actividad de reparación es elevado, por eso se establecen los planes de mantenimiento preventivo que permitan prever las fallas que puedan presentarse sin dejar de lado que en algunos casos, se deberá trabajar de forma correctiva de todo modos.

La finalidad de este proyecto es brindarle a la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles (DABI) del ICE un documento técnico donde se muestren los procedimientos y herramientas empleados para el diseño de un plan de mantenimiento, así obtener un modelo que se pueda emular y adaptar a los edificios que administra.

La DABI es la encargada de velar por el mantenimiento de los edificios del ICE, actualmente no cuenta con un procedimiento establecido que permita integrar mantenimiento preventivo a los procesos de operación, además nunca ha documentado los trabajos de mantenimiento, por ello carece de registros históricos. Resultado de esto es que no ha establecido como calcular la cantidad de material que requiere un edificio para cubrir sus necesidades en el año.

El diseño del plan de mantenimiento se enfocó en integrar procedimientos y herramientas para implementar mantenimiento preventivo a los edificios y generar históricos de mantenimiento para así obtener índices de cantidad de material que requiere un edificio para cubrir sus necesidades.

El objetivo de este proyecto es documentar la información y procedimientos requeridos para establecer un plan de mantenimiento preventivo/correctivo para edificios del ICE, tomando como base el edificio "Torre Z".

Finalmente deseo agradecer a mis padres por todo el apoyo incondicional brindado en los años de estudio y desarrollo de mi carrera. A mis compañeros de casa Roosevelt por colaborar en todas las consultas realizadas que permitieron el avance y desarrollo de este proyecto. También agradecer a mi profesor guía el ingeniero Juan Carlos Coghi Montoya por brindarme la dirección en la realización del proyecto y ayuda en todas las consultas presentadas. A mi novia Tatiana por toda su paciencia, ayuda y el apoyo brindado. A Esteban Monge por la gran ayuda aportada en la programación de Access. Finalmente agradecer a Dios por siempre darme la fortaleza para seguir adelante y por permitir el desarrollo de este proyecto.

Resumen ejecutivo

Un plan de mantenimiento (preventivo/correctivo) provee beneficios tanto a los usuarios del edificio como al encargado de administrar el mantenimiento, pues busca minimizar las fallas prematuras de los elementos componentes de un edificio, también anticipar que estas fallas se den y poder atenderlas a tiempo.

El propósito de este informe es documentar la base técnica, los procedimientos y herramientas necesarios para poner en marcha un plan de mantenimiento de edificios. Este plan está enfocado para los edificios administrativos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Se espera que el documento provea de un modelo para planificar y pueda ser emulado por la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles (DABI) del ICE para adaptarlo y aplicarlo a los edificios que atiende.

Para lograr el diseño del plan de mantenimiento se debió realizar entrevistas con el personal involucrado en el mantenimiento de los edificios. También se aplicaron entrevistas al personal de mantenimiento de otras instituciones como el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR) y la empresa Ingenierías Jorge Lizano y Asociados. Además se hizo una revisión documental para proveer de base técnica a los procedimientos y herramientas generados.

Para adaptar el plan de mantenimiento a los edificios del ICE, se debe evaluar el método de operar de la DABI, en este caso se evalúa el Proceso de Ejecución Técnica del Servicio Zona Sur. A partir de la evaluación y de una revisión documental, se elabora una matriz de guías de ciclos de mantenimiento preventivo. Esto se obtiene de identificar deterioros y fallas más comunes para la tipología de edificios del ICE, tomando como base el edificio denominado "Torre Z".

Para resolver el conflicto que tiene la DABI con respecto de la obtención de registros históricos de mantenimiento, se crea una herramienta para registrar los reportes de mantenimiento de cada edificio y puedan ser consultados de forma ágil y automatizada. Las

herramientas para planificar el mantenimiento están integradas en un sistema gestor de base de datos. Para la realización de este proyecto se utiliza Microsoft Access. Éste permite realizar consultas automatizadas de los reportes de mantenimiento y crear informes.

Para recopilar la información de las actividades de mantenimiento se elaboraron dos tipos de formularios: uno para inspecciones y otro para intervenciones.

Para que el plan de mantenimiento pueda ser funcional se deben integrar todos los procedimientos y herramientas de planificación como lo son las guías de ciclos de mantenimiento, inspecciones periódicas a los elementos de un edificio y realizar intervenciones como resultado de un reporte de alguna inspección. A su vez, estos reportes quedarán registrados en la base de datos para consultas posteriores.

El tema de planificación del mantenimiento puede ser de interés para que la Escuela de Ingeniería en Construcción presente nuevos proyectos de investigación de este tema, pues existe poca documentación del tema especialmente índices y estadísticas. Además actualmente el ritmo de la construcción ha empezado a disminuir debido a la crisis financiera actual, por lo que se debe dar mayor interés en conservar las edificaciones para que éstas alcancen su vida útil de diseño.

Además es de interés de la DABI obtener un modelo con base técnica para transformar el modo de operación actual de atención de los edificios a uno que incluya planificación y medidas preventivas.

Introducción

En el 2002 la Sección de Mantenimiento del ICE que en ese momento se llamaba Oficina de Construcción y Mantenimiento de Edificios Amplía su alcance y se transforma en la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles (DABI). Se crea para dotar al ICE de los bienes inmuebles de uso general requerido para el desarrollo de su gestión, también optimizar el uso del espacio físico de los inmuebles con una estandarización de áreas y materiales, gestionar el desarrollo, ordenamiento y mantenimiento de las edificaciones y terrenos propios arrendados por el ICE. Por ello su función es atender las remodelaciones y solicitudes de mantenimiento de los edificios administrativos y comerciales del ICE. Actualmente esta Dirección no ha podido llevar a cabo un método que permita planificar el mantenimiento de la infraestructura de los edificios, esto ha repercutido en los cálculos de los presupuestos que requiere para operar, pues trabaja bajo el sistema del “día a día” (mantenimiento correctivo) por lo que debe invertir más recursos en atender las estructuras pues este sistema conlleva mucha inversión de tiempo y costo.

Con el propósito de resolver el conflicto que tiene la DABI para planificar el mantenimiento se diseñó un plan de mantenimiento (correctivo/preventivo). El propósito es documentar la base técnica, procedimientos y herramientas necesarios para implementar mantenimiento preventivo y generar registros históricos de mantenimiento de forma integral.

Para realizar un plan de mantenimiento se toman aspectos de mantenimiento preventivo y correctivo, y el costo de oportunidad para aplicar cada uno con el propósito de seleccionar el método menos costoso para atender las necesidades de cada edificio. La ley Sitter señala que el mantenimiento correctivo puede llegar a ser cinco veces más costoso que el

mantenimiento preventivo¹. El administrador de edificios debe sopesar la cantidad de mantenimiento preventivo y correctivo brindada, porque, si bien es cierto, el costo de reparar anticipadamente una falla es menor, el gasto incurrido en la inversión de trabajar preventivamente puede llegar a ser mayor a operar correctivamente².

Para llevar a cabo un sistema de planificación se debe crear los procedimientos y herramientas necesarios para medir el comportamiento de un edificio. Para ello se requiere de inspecciones periódicas, y a partir de ellas realizar las intervenciones requeridas (reparaciones, sustituciones, renovaciones y limpieza). Es importante que independientemente, de si una intervención se haya planificado o no, ésta se registre en una base de datos, para así generar registros históricos de mantenimiento. Si éstos se llevan a cabo, a futuro se podrán obtener índices de la cantidad de bienes y servicios demandados por cada edificio para cubrir sus necesidades de conservación, así poder estimar la cantidad y monto requeridos para dar mantenimiento a las edificaciones.

Objetivo general

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo/correctivo que pueda servir de modelo para que la DABI pueda emularlo.

Objetivos específicos

- Identificar los principales elementos componentes de un edificio típico del ICE que requieren de un mantenimiento preventivo y la frecuencia con que debe dársele.

¹ Do Lago, 1997

² Matulionis & Freitag, 1990

- Inventariar, evaluar y priorizar los elementos considerados en el mantenimiento preventivo y correctivo del edificio “Torre Z”.
- Identificar las principales estructuras que pueden deteriorarse o fallar según su importancia para el uso normal de la edificación.
- Elaborar una matriz con los ciclos de mantenimiento preventivo recomendados para la tipología de edificio seleccionado.
- Elaborar un método que permita identificar las principales fallas y deterioros que se darían en un edificio que permitan llevar un control del comportamiento de éste.
- Establecer una estructura para realizar la implementación de las actividades del plan.
- Elaborar un procedimiento que pueda aproximar los costos anuales para el mantenimiento de edificios del ICE.

No se toma en cuenta la cuantificación de la mano de obra por tarea utilizada en las actividades de mantenimiento, debido a que un procedimiento para cuantificar representaría un costo de inversión mayor (lo cual no es rentable). Sin embargo, el método propuesto sí permite registrar el tiempo empleado en las diferentes intervenciones requeridas.

Limitaciones

El plazo para el desarrollo de este documento no permitió extender su alcance a otros edificios.

La DABI al no tener registros de mantenimiento y procedimientos establecidos de planificación de mantenimiento, dificultó de manera considerable la obtención de información del modo de operación.

El modelo sólo presenta los procedimientos y herramientas necesarios para obtener registros de mantenimiento, pues para generar resultados reales de éstos se requiere un plazo mínimo de un año para que los datos obtenidos puedan servir para planificar el mantenimiento.

Exclusiones

No se incluyen en el plan propuesto los equipos que componen un edificio como ascensores, plantas de emergencia, etc, pues el mantenimiento de estos elementos por lo general esta a cargo de una empresa subcontratada la cual se encarga de brindar el mantenimiento preventivo respectivo, además el método para mantener estos equipos escapa al alcance y enfoque de este informe.

Marco Conceptual

Definición de Mantenimiento

La definición de mantenimiento ha sido ampliamente desarrollada por diversos autores debido a que existe la necesidad de conservar y mantener no sólo las edificaciones sino todo aquello que pueda deteriorarse dentro de su vida útil. Según una recopilación realizada por Arencibia (2008) se puede extraer que:

“El mantenimiento no es más que los trabajos que deben realizarse de forma cíclica para la atención de equipos y de los elementos componentes de las construcciones con el fin de subsanar sus deficiencias y mantener de manera eficaz los servicios que brinden con énfasis especial de aquellas partes que por su uso continuado o por su ubicación se encuentran más expuestos al deterioro” (Arencibia, 2008, Mantenimiento de Edificaciones, 3).

Lo anterior se refiere a todas aquellas actividades y tareas que se deben realizar de forma constante y rutinaria, para conservarlo en adecuadas condiciones que permiten que cumpla su vida útil.

Conceptos fundamentales

El mantenimiento es la tarea que garantiza la prolongación de la vida útil de las edificaciones, al evitar que con el deterioro queden inutilizables. Las características del mantenimiento y las reparaciones están en función de la tipología de la edificación en sí y se relaciona estrechamente

con la época de construcción y los materiales que se emplearon en su ejecución. (Arencibia, 2008).

La planificación del mantenimiento en edificios puede evitar gastos innecesarios y pérdida de tiempo, pues la falta de esta implementación, conduce a edificios degradados prematuramente, limitando su vida útil y deteriorando la calidad de vida de sus ocupantes. (Ricucci, 2003).

El proceso de deterioro de una edificación se debe a la interacción de ésta con el medio, ya que éstas se ven degradadas por elementos ambientales como cambios de temperatura, luz solar, humedad ambiental, lluvia, además del uso mismo a través del tiempo (Quintana, 2004).

Ricucci (2003) señala que un plan de mantenimiento es necesario debido a que es una actividad constante durante la vida útil del edificio, pues estos se deterioran con el paso del tiempo, con el maltrato y la falta de conservación. Para ello se requiere una metodología con fundamento técnico que permita establecer un uso sostenible de los edificios y se pueda ejercer un control real sobre su comportamiento.

Clasificación

Existen diversas formas de clasificar el mantenimiento de edificaciones atendiendo a factores como el tipo de obra, el propietario del inmueble y el momento en que se realiza el mismo (Arencibia, 2008). La clasificación más práctica es desde el punto de vista del momento que se realiza el mantenimiento y, en ella, se puede incluir los demás. En esta el mantenimiento de edificios se clasifica en dos, el preventivo y el correctivo.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una actividad destinada a evitar gastos mayores en los edificios, especialmente en aquellos casos donde se han realizado grandes inversiones. Busca prevenir que se den fallas y deterioros en las estructuras, cuyo costo de reparación es más elevado una vez que se presenten. También el mantenimiento preventivo busca alargar la vida útil de las obras civiles, y mejorar aspectos como la estética y salubridad de las edificaciones. (García, 2002).

El objetivo del mantenimiento preventivo es evitar que se produzcan fallas tempranas en los elementos que componen un edificio. Las edificaciones pueden llegar a su vida útil esperada si se les brinda mantenimiento de forma adecuada, por tanto, es el principio fundamental en que se basa el mantenimiento preventivo. Es además el más recomendable, dado que trata de llevar una planificación integral que pueda hacer una asignación de recursos (mano de obra, materiales, etc.) adecuada para conservarlo en buen funcionamiento. En este sistema se trata de llevar un proceso de inspecciones rutinarias y sistemáticas, además realizar algunas correcciones menores que prevengan un acelerado deterioro del inmueble (Matulionis & Freitag, 1990).

Mantenimiento Correctivo

Por otro lado, el mantenimiento correctivo se refiere a realizar acciones solamente cuando se presentan fallas o el deterioro de la estructura es avanzado y se ha hecho visible (por lo general), causando molestias a los ocupantes del edificio, además de que puede detener el uso normal de la infraestructura.

En muchos de los casos el costo de realizar la actividad de reparación o sustitución es elevado, debido a que muchas de las correcciones que se realizan se pudieron prever y evitar a tiempo, esto cuando el problema no tenía mucha significancia. En resumen, el mantenimiento correctivo se centra en atacar de forma inmediata (por lo general) el problema cuando éste es visible o sus consecuencias se han hecho notorias. Esta acción no es planificada sino que responde a una necesidad, producto del

uso mismo de la estructura y a su interacción con el medio ambiente.

Importancia de planificar

Un plan de mantenimiento (preventivo/correctivo) para edificios provee beneficios para los usuarios y propietarios de éste. Busca minimizar las fallas prematuras de los diferentes elementos componentes de un edificio, protegiendo así la inversión realizada. Prevenir fallas en la mayoría de los casos es menos costoso que repararlas. Además implementando un plan ayuda a que los distintos elementos del edificio alcancen su vida útil de forma planificada. Por otro lado, una edificación bien conservada permite mantener una imagen deseable de la empresa y contribuye positivamente en la moral de los empleados (Matulionis & Freitag, 1990).

Un edificio sin mantenimiento es inseguro, por tanto, un plan de mantenimiento busca atacar las fallas y deterioros que comprometen la seguridad del edificio y sus ocupantes.

Una de las razones fundamentales por las cuales se debe realizar mantenimiento planificado a los elementos que componen una obra civil, son los gastos que genera, los cuales repercuten en el presupuesto de operación del inmueble. Arencibia (2008) señala que los costos de mantenimiento y uso de un edificio durante su vida útil pueden llegar a ser más importantes que los de construcción o instalación, de hecho son más difíciles de prever pues en gran medida, el mantenimiento se hará de forma correctiva. La falta de mantenimiento de un inmueble ocasionará que a corto plazo deje de cumplir sus funciones. Los costos de mantenimiento pueden disminuir conforme aumenta la planificación del mantenimiento. Estos costos pueden ser útiles en dos sentidos: evalúan los resultados internos de mantenimiento y comparan la inversión con los resultados obtenidos. Para conocer los costos de mantenimiento se debe unir los conceptos administrativos y técnicos que expliquen el origen de los trabajos de mantenimiento, conocer distribuciones internas, consumos puntuales, picos, partes intervenidas con frecuencia, causa

de fallas y encontrar la relación acción-acción-causa-efecto. (Arencibia, 2008).

Una demostración del grado de relevancia que tienen los costos puede ser explicada con la "Ley de los cinco de Sitter". Ésta afirma que si se dividen las etapas de construcción y de uso de un edificio en cuatro períodos, que corresponden a las de etapas de diseño, la ejecución, mantenimiento preventivo efectuado antes de los tres primeros años y al mantenimiento correctivo efectuado posteriormente al surgimiento de problemas, a cada uno le corresponderá un costo que sigue una progresión geométrica de razón cinco, como lo muestra la Figura 1 (Do Lago, 1997).

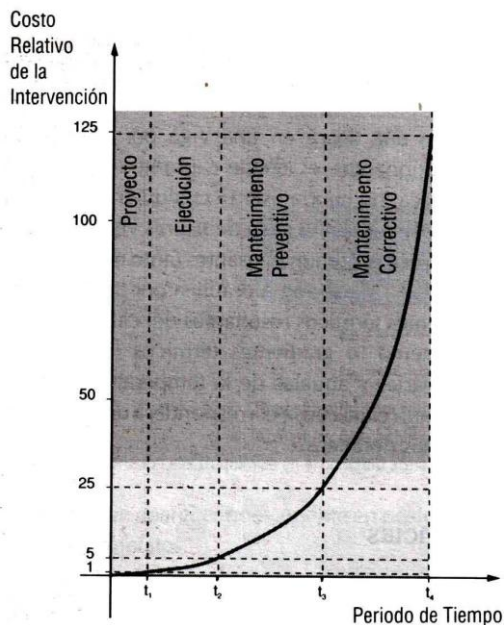


Figura 1. Ley de evolución de los costos de Sitter. (Do Lago, 1997).

Fase de proyecto (diseño): Ésta se refiere a toda medida tomada a nivel de diseño con el objetivo de aumentar la protección y la durabilidad de la estructura, como por ejemplo: aumentar el espesor del recubrimiento de la armadura de refuerzo, reducir la relación agua/cemento del concreto, especificar tratamientos protectores superficiales, escoger detalles constructivos adecuados, entre otros., esto implica un costo que puede ser asociado a una unidad (1). (Do Lago, 1997).

Fase de ejecución (construcción): Incluye toda medida fuera del proyecto, tomada durante la fase de construcción propiamente, se incluye la obra recién construida, implica un costo cinco veces superior al costo que representaría tomar una medida equivalente en la fase de proyecto, para poder obtener el mismo nivel final de protección, durabilidad o vida útil de la estructura. (Do Lago, 1997).

Fase de mantenimiento preventivo: Se refiere a toda medida tomada con antelación y previsión, durante el período de uso y mantenimiento de la estructura. Se le asocia un costo cinco veces menor que aquel necesario para la corrección de los problemas generados a partir de una intervención no preventiva. A su vez, está asociada a un costo 25 veces superior a aquel que habría ocasionado una decisión de proyecto para la obtención de mismo "grado" de protección y durabilidad de la estructura (Do Lago, 1997).

Fase de mantenimiento correctivo: En este periodo se encuentran los trabajos de reparación, refuerzo y protección de las estructuras que ya perdieron su vida útil de proyecto y presentan manifestaciones patológicas, o sea, corrección de problemas evidentes. A estas actividades se puede asociar un costo 125 veces superior al costo de las medidas que podrían y deberían haber sido contempladas en la fase de diseño que resultarían en el mismo nivel de durabilidad y protección (Do Lago, 1997).

La ley de Sitter como lo expresa Do Lago (1997) explica que el hecho de aplazar una intervención significa aumentar los costos directos en progresión geométrica de razón 5. Si bien es cierto, las fases de diseño y construcción no están directamente relacionadas con el uso y mantenimiento de una edificación, sí destaca la importancia que tiene el hecho de realizar acciones planificadas a tiempo. Pues generan una disminución de gastos de operación y evitan que se desperdicie tiempo.

Los administradores de edificios y jefes de mantenimiento usualmente no están en conocimiento del potencial real que tiene estructurar e implementar un plan de mantenimiento de forma efectiva (Matulionis & Freitag, 1990). Además es frecuente encontrar que simplemente se está de acuerdo con el presupuesto total asignado anualmente para el mantenimiento de las edificaciones, sin que éste

haya realizado una evaluación técnica del estado de los bienes de los cuales es responsable o hecho una división de las actividades que son vitales para conservar la integridad estructural. Si se hace puede justificar la concesión de un presupuesto aceptable acorde con las necesidades de la infraestructura, lo cual es deseable. (Miles, 1978).

Los procedimientos de un plan de mantenimiento son aplicables a todos los elementos componentes de la estructura del edificio, a los sistemas de ventilación y aire acondicionado, eléctrico, mecánico, entre otros. Si se monitorea el funcionamiento de estos sistemas y se detiene su degradación antes que la falla esperada ocurra, se puede obtener un ahorro considerable de costos (Matulionis & Freitag, 1990).

Estructura de un plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento de edificios se refiere a establecer procedimientos normalizados para administrar las acciones, ya sean preventivas o correctivas de un inmueble o grupo de éstos, con el propósito de atender mejor las necesidades que presentan los elementos componentes de un edificio. Para que el plan sea efectivo, debe ser continuo. El comportamiento de los sistemas del edificio y equipo deben ser monitoreados y documentados continuamente. Los registros de mantenimiento proporcionan continuidad y dirección. (Matulionis & Freitag, 1990).

Desarrollar los registros de inspecciones e intervenciones lleva tiempo, así se debe comenzar a registrar la información desde que se implementa la primera actividad del plan. La continuidad depende también de la habilidad de la organización para obtener mano de obra calificada y administración capaz. Esto debido a que si la información de un edificio no es registrada, si no que se designa a la memoria de algunos individuos involucrados en las actividades de mantenimiento, esta información puede llegar a perderse y crear vacíos en el

programa de mantenimiento. Esto se evita si este está bien organizado y documentado.

Existen algunos puntos que se deben tomar en cuenta para estructurar el plan, estos incluyen la revisión del grado de capacitación del personal, qué áreas del inmueble son más susceptibles al deterioro, qué elementos del edificio son alta prioridad y establecer los objetivos que se quieren alcanzar con el plan.

Para desarrollar efectivamente un plan de mantenimiento se debe seleccionar al administrador del mantenimiento de los edificios, quien debe ser experimentado, responsable y con criterio suficiente para desarrollar el plan. (Matulionis & Freitag, 1990).

El primer paso para plantear adecuadamente un plan de mantenimiento de un edificio es conocer su uso y los elementos con que está compuesto. Durante esta etapa es importante obtener, los planos actualizados, así como los registros de las reparaciones realizadas si se tuviera registro de ello o si se han realizado. Esto debido a que permite al desarrollador del plan darse una idea del comportamiento de la estructura durante su periodo de uso. Este estudio preliminar puede indicar qué elementos de la estructura están deteriorándose y con qué frecuencia. Además puede revelar cómo se han venido tratando las fallas conforme éstas han aparecido. Una buena aproximación para empezar un plan de mantenimiento es rectificar los problemas (si los hubiera) causados por defectos de diseño y construcción. Lo más deseable sería realizar una inspección final del proyecto una vez terminado, en busca de identificar aquellos elementos que tienen una degradación potencial arriba de la normal y realizar las modificaciones necesarias (Matulionis & Freitag, 1990). Por lo general, esta inspección no se realiza cuando la obra es terminada; sin embargo, si se desea establecer un plan de mantenimiento adecuado a la edificación, debe realizarse una inspección general (un diagnóstico) del edificio donde se desea implementar, el propósito de hacer esto es realizar las reparaciones que permitan corregir las fallas y el deterioro avanzado de los sistemas que lo componen.

Inspecciones

Medir el comportamiento de un edificio es clave en una buena administración de mantenimiento, debido a que ingenieros y administradores dependen de datos (números) para trabajar. Aquellas actividades que no son medidas tienden a subestimarse (ya sea porque se piensa que no pueden ser medidas o no vale la pena hacerlo). Esto es lógico pues las actividades deben ser medibles si la planificación requiere ser cuantificada y las acciones monitoreadas y evaluadas (Miles, 1978). Para diagnosticar el comportamiento de un edificio se deben realizar inspecciones con cierta periodicidad. Para hacerlo ha de establecer una guía para realizar estas inspecciones con el fin de evitar que se hagan al azar o algún elemento quede por fuera de la inspección. El administrador de mantenimiento debe siempre procurar conservar los estándares de mantenimiento y reparaciones lo más uniformes posible. La primera limitación con la cual se debe lidiar es la diversidad de problemas que pueden causar que los materiales componentes de un edificio comiencen a deteriorarse. Éstos incluyen las condiciones climáticas, contaminación, ataque de insectos, rayos ultravioleta, etc. Estos agentes rara vez dañan un edificio de forma uniforme, peor si se le suma el hecho de que los ocupantes hacen uso del mismo de formas muy distintas. Es por eso que los planes de mantenimiento y el presupuesto que es calculado a partir de ello, no puede ser rígido, de ser necesario, el administrador debe reestructurarlo y los recursos asignados con el fin adaptar el plan a las necesidades reales de la edificación (Miles, 1978).

Para hacer esto la labor del administrador de mantenimiento debe estar enfocada en planear sistemáticamente las inspecciones de los edificios de los cuales es responsable. Existen cinco puntos claves que deberían especificarse en las inspecciones (Miles, 1978):

- La frecuencia con que un edificio debe inspeccionarse.
- Los elementos que deben inspeccionarse.
- El tipo de mantenimiento por realizar como resultado de la inspección.

- El grado de deterioro de un elemento en el cual debe ser reparado.
- El grado de deterioro en el cual un elemento debe ser sustituido.

Para especificar estos puntos es necesario establecer formularios que faciliten estas inspecciones. Pueden ser elaborados por el administrador de edificios si cuenta con la experiencia suficiente para ello y si se ocupara asistencia, se puede consultar guías y manuales que provean las directrices adecuadas para realizarlo.

Independientemente de quien realice la inspección, este debe ser capaz de seguir los procedimientos de inspección establecidos por el administrador del edificio.

Los procedimientos de inspección pueden ser de interés para el personal propio de la empresa. Sin embargo, cualquier consultor externo debe ser capaz de seguir los procedimientos de inspección establecidos por la empresa interesada, estos deben ser específicos y claros. Preparar procedimientos detallados de inspección puede generar una inversión de tiempo considerable, pero una vez establecidas las instrucciones específicas son de gran ayuda y requieren de una inversión de tiempo adicional menor a la inicial. (Matulionis & Freitag, 1990).

Guías de ciclos de mantenimiento

Con el propósito de facilitar las inspecciones y que éstas se realicen como una actividad uniforme y estandarizada, se requiere de guías de mantenimiento de los elementos componentes de un edificio que son de común deterioro. En ellas se debe indicar la frecuencia recomendada con qué los elementos deben inspeccionarse o sustituirse, según sea el requerimiento. Por lo general, el administrador de edificios tiene algún conocimiento de las frecuencias con que deben inspeccionarse los diferentes elementos de un edificio. Existen además guías, manuales y textos que puede ayudar a establecer estos ciclos si no se está seguro de como hacerlo. Por ejemplo, los muros de mampostería generalmente se inspeccionan una vez al año. Otros elementos

con mayor frecuencia debido al deterioro que presentan o por algún requerimiento de seguros. Una vez establecida una guía de ciclos de mantenimiento se puede cambiar las frecuencias dependiendo de las prioridades o en respuesta al desarrollo de algún deterioro (Matulionis & Freitag, 1990).

Los formularios de inspección, las órdenes de trabajo (intervenciones) generadas a partir de éstos y los ciclos de mantenimiento son parte de la gestión de un plan de mantenimiento. En ocasiones pueden ser la causa de que falle, pues demasiados formularios o mal elaborados hacen que el proceso sea innecesariamente complejo para el personal. Éstos deben ser simples y flexibles para que puedan ser usados fácilmente por el personal (Matulionis & Freitag, 1990).

Sistema de registro y consulta de información

Toda la información obtenida de inspecciones, intervenciones, actividades de mantenimiento periódicas y las frecuencias de mantenimiento deben almacenarse en un formato accesible. Éste puede ser tan simple como archivar en carpetas todos los registros de mantenimiento efectuados, hasta crear un sistema computarizado de registro y consulta. Para proyectos pequeños un sistema manual puede funcionar efectivamente, para proyectos más grandes es necesario utilizar un sistema computarizado. Además posee la ventaja de que agiliza el procedimiento de registro y consulta de información, se le puede dar mejor seguimiento y control a éste. (Matulionis & Freitag, 1990). Lo ideal es crear un sistema computarizado, se puede lograr elaborando una base de datos con los registros generados del plan de mantenimiento. Actualmente existen varios sistemas gestores de bases de datos (SGBD), entre los cuales se pueden citar algunos: Fox Pro, MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server, Microsoft Access, entre otros.

La ventaja de establecer un sistema de registro y consulta de información, es que a partir de este se puede establecer un punto de control para monitorear el progreso del plan de mantenimiento. Cuando se ha cumplido algún objetivo del plan, debe registrarse. El soporte administrativo de un plan de mantenimiento depende de que se documente correctamente la información. El administrador del edificio debe supervisar y evaluar continuamente las labores del plan y debe verificar que el trabajo de campo reportado haya sido completado para que sea ingresado en la base de datos. Además, la base de datos permite consultar aquellos elementos que requieren de acciones correctivas o actividades frecuentes de mantenimiento, esto con el fin de que se pueda retroalimentar el plan y practicarle mejoras (Matulionis & Freitag, 1990).

Métodos para ejecutar planes de mantenimiento

Dentro de una organización existen tres formas para ejecutar planes de mantenimiento para edificios: la primera es utilizando recursos propios de la organización, la segunda es mediante contrataciones externas y la tercera es la combinación de las anteriores (ver Cuadro 1). El método más eficiente para ejecutar el plan es aquel donde se obtiene la productividad más alta. La utilización de estos métodos será consultada y decidida de forma óptima tomando en consideración el tiempo y el costo mismo, además de las limitaciones propias de la organización (Hegazy, 2006).

CUADRO 1. MÉTODOS PARA EJECUTAR PLANES DE MANTENIMIENTO			
	Recursos propios	Contrataciones externas	Combinación de ambos
Conveniente	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos urgentes - No hay tiempo para definir alcances, redactar contratos y evaluar ofertas - Existe personal capacitado en diseño y ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos riesgosos - Trabajos especializados - Hay tiempo para definir alcances, redactar contratos y evaluar ofertas - No existe personal capacitado en diseño y ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> - Para variedad de planes de mantenimiento - Grandes organizaciones
Retos	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el orden de ejecución - Estimar la cuadrilla necesaria - Programar las cuadrillas sin interrupción de trabajo - Administrar la carga de trabajo de las cuadrillas - Control del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el orden de ejecución - Administrar varias contrataciones - Coordinar entre los distintos equipos involucrados - Flujo de caja disponible - Dificultad para administrar cambios 	<ul style="list-style-type: none"> - Combina los retos de las anteriores
Necesidades	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente administración de proyectos - Una herramienta eficiente para programar y controlar el proyecto - Fuerza de trabajo flexible 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente administración de contratos - Buena administración de proyectos - Una herramienta eficiente para administrar contratos, flujo de caja y controlar el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Buena administración de proyectos - Buena administración de contratos - Una herramienta eficiente para los recursos propios y las contrataciones externas

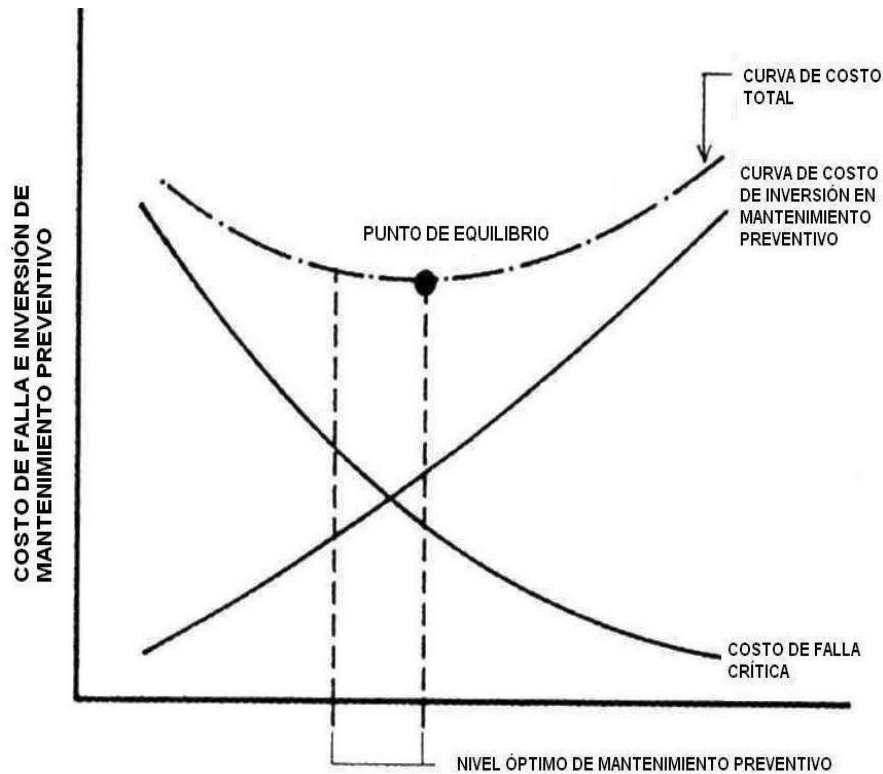
Fuente: (Hegazy, 2006)

Costo de inversión de mantenimiento preventivo

Muchos de los elementos componentes de un edificio requieren de algunos años antes de ser renovados, sustituidos o desechados. El costo del elemento incluye la inversión inicial de éste, así como los costos debido a los intereses de préstamos, a la inflación, los impuestos y la ganancia perdida (costo de oportunidad) que pueden resultar de la falla del elemento, dado

que puede paralizar el trabajo de una sección del edificio (Matulionis & Freitag, 1990).

La interrelación de los costos de falla e inversión en mantenimiento preventivo y la extensión de actividades de planificación se muestran en la Figura 2. Ésta señala que cuanto mayor sea la inversión de mantenimiento preventivo, menos costosa es la corrección de fallas y deterioros, hasta que llega un punto donde el costo de planeamiento supera el costo de reparación y sustitución. La tarea del administrador de edificios es llegar a un punto balance procurando siempre mantener los costos al mínimo. Para establecer un punto balance se debe asumir una vida útil del elemento evaluado, los costos que pueden incurrir, como inflación e impuestos (Matulionis & Freitag, 1990).



EXTENSIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Figura 2. Determinando el punto de equilibrio de mantenimiento preventivo. (Matulionis & Freitag, 1990).

Técnica “Justo a Tiempo” Aspectos Finales a tomar en cuenta

El “Justo a Tiempo” es una técnica administrativa japonesa, que comenzó a ser usada en 1970 por la empresa Toyota.

El objetivo de esta técnica es producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando así la existencia de inventarios. (Hay, 2005).

Esta técnica puede ser aplicada para la adquisición de materiales que ocupa un edificio para ser atendido en un lapso determinado de tiempo.

Se puede generar contrataciones de “Justo a Tiempo” para proveer a un edificio de los insumos necesarios, permitiendo así un ahorro en los costos de almacenaje y deterioro de los materiales.

Es importante que una vez establecido un plan de mantenimiento, el administrador pueda demostrar con datos el alcance y los beneficios obtenidos con su implementación. Lo que típicamente se puede esperar es que el 80% de los problemas de un edificio son causados por un 20% de los elementos que los componen. Si se escoge trabajar preventivamente algún elemento del grupo del 20%, el administrador puede esperar una reducción de los problemas presentados.

Un plan de mantenimiento eficiente requiere de una cuidadosa planeación, organización e implementación. Para alcanzar los beneficios de implementar uno, se debe asegurar que los diferentes componentes del plan funcionen de forma eficiente y armónica. (Matulionis & Freitag, 1990).

Metodología

El diseño del plan modelo de mantenimiento para edificios administrativos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), está enfocado en crear los procedimientos y herramientas necesarios para que se pueda poner en marcha un plan de mantenimiento preventivo/correctivo a los edificios y casas que atiende la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles (DABI), con el fin de que sea utilizado como guía para emularlo y aplicarlo a mayor escala.

Para efectos de ejemplificar el modo en que funciona el plan se tomó como base el edificio Torre Z, ubicado en Los Yoses de San Pedro de Montes de Oca en San José. Éste forma parte de un conjunto de edificios que conforman la Subregión de San Pedro, la cual es atendida por el Proceso de Ejecución Técnica del Servicio Zona Sur, el cual es parte de la DABI. Esta dirección está compuesta por tres grandes procesos los cuales se dividen la administración de los edificios y terrenos utilizados por el ICE (ya sean propios o arrendados) en todo el país.

El primer paso para el elaborar el plan fue investigar el modo de operación del proceso en lo se refiere al mantenimiento de los edificios, con el propósito de observar los procedimientos que se realizan para atender las necesidades de un edificio. Para ello se conversó con el personal del proceso, en especial con los coordinadores de las subregiones, quienes son los encargados de dirigir la ejecución de los trabajos de reparación y remodelación principalmente. También se investigó el proceso administrativo que conlleva el mantenimiento de los edificios de las subregiones, para ello se recopiló información de las actividades de mantenimiento cada subregión, como los informes de labores y gastos mensuales (diciembre del 2007 a Junio del 2008). Lo anterior con el propósito de observar si al edificio Torre Z se le habían hecho reparaciones o alguna modificación en la estructura. Por otro lado, se estudió la estructura organizativa del proceso, para el caso del Proceso de la Zona Sur se

subdivide en varias subregiones (San Pedro, Cartago, Brunca y Atlántica) y además de varias áreas de apoyo. Cada coordinación de subregión se encarga de la ejecución de los proyectos (incluyendo el mantenimiento) de la región correspondiente, mientras que las áreas de apoyo tratan los asuntos administrativos y de presupuesto.

Durante la elaboración del plan de mantenimiento, paralelamente el Proceso de la Zona Sur se encontraba desarrollando un proyecto de inventario de edificios con el fin de crear un programa (software) que permitiera consultar la cantidad y tipo de material que compone cada edificación. Además este programa contiene también información sobre las distribuciones de áreas útiles y comunes de las edificaciones, y especificaciones de los equipos eléctricos y mecánicos de las instalaciones

El sistema de inventario es utilizado para revisar los materiales civiles, eléctricos y de cableado estructurado instalados en las edificaciones. En este caso se verificó el de Torre Z, el plan de mantenimiento se enfoca entonces para que el sistema de inventario pueda servirle de complemento y se pueda aprovechar la información del inventario como insumo del plan mismo.

Por otro lado, con el propósito de comprender qué otras herramientas e información son necesarias para el diseño de un plan de mantenimiento, se realizaron entrevistas con profesionales involucrados en esta actividad con el objetivo de comparar los modos de operación y funcionamiento, así éstos pudieran aportar ideas para estructurar el plan. Las entrevistas estaban enfocadas en obtener información sobre qué elementos son de común deterioro en una edificación, además de la frecuencia con que deben establecerse los ciclos de mantenimiento, así como las herramientas que se emplean para planificar el mantenimiento y los principales problemas que enfrentan.

Al ser el ICE una institución pública, se buscó entrevistas con instituciones de este sector debido a que la manera de operación es similar en cierto modo, para ello se aplicaron entrevistas con personal del Departamento de Administración del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica y con la Oficina de Construcción y Mantenimiento del Banco Nacional de Costa Rica. De ellas se logran comprender las principales limitaciones y conflictos que enfrenta el mantenimiento preventivo y la planificación del mantenimiento. Por otro lado, con el fin obtener un punto de vista del sector privado se realizó una entrevista también con personal de la empresa Ingenierías Jorge Lizano & Asociados, ésta se dedica, entre otras actividades, al diseño de planes de mantenimiento preventivo/correctivo para edificios. De esta entrevista se obtienen los requerimientos básicos de la estructura de un plan de mantenimiento como por ejemplo la adaptación de inspecciones rutinarias para analizar el comportamiento de cada edificio.

Una vez realizadas las entrevistas se analizan y documentan, para luego realizar una revisión documental de libros, revistas, tesis y artículos electrónicos que aportaran la base teórica para estructurar el plan de mantenimiento. Una vez realizado esto se elaboran las guías de los ciclos de mantenimiento de los elementos de deterioro más comunes, para ello se investiga con personal de mantenimiento sobre los síntomas de fallo y deterioro más frecuentes que se dan en los edificios del ICE. También se debió establecer la tipología de elementos (tipos de pared, piso, cielos, etc) que componen un edificio ICE. Para ello se consultó conjuntamente el sistema de inventario de edificios y las especificaciones técnicas de los materiales utilizados en la remodelación y mantenimiento de edificios, se obtuvieron de las especificaciones técnicas de una contratación externa que realizó otra dependencia del ICE para atender las necesidades de sus edificios, cabe destacar que esta dependencia no es atendida por la DABI.

Al evaluar el inventario y las especificaciones técnicas se determinaron los principales elementos de deterioro que componen los edificios adaptados para oficinas administrativas del ICE. Para establecer las frecuencias se tomó como base varios manuales de uso y mantenimiento de edificios, éstos se evaluaron y se realizó una síntesis de la información, para luego adaptarlos a la tipología

de edificio utilizada por el ICE, con esto se establecieron frecuencias recomendadas para inspecciones, limpieza y renovaciones como guía para la implementación del plan de mantenimiento.

Con base en los ciclos de mantenimiento se elaboró un formulario para recopilar información sobre el estado de deterioro de los elementos que componen un edificio. Se estructuró con el fin de que sea fácil de llenar por los inspectores a través de inspecciones visuales que permitan cuantificar el grado de deterioro de los distintos elementos. Para ello se investigó en la tipología encontrada, las fallas y deterioros más comunes y de mayor cuidado. Con realizar inspecciones rutinarias se espera medir el comportamiento del deterioro de cada edificio, para así tomar decisiones con respecto de las acciones de reparación, sustitución o renovación que requiera cada elemento, éstas deben realizarse para anticipar la falla o evitar que el deterioro alcance una etapa avanzada. Para ello también se crea un formulario para registrar las intervenciones que se requieran ya sea por resultado de una inspección realizada o por alguna solicitud de mantenimiento, con el propósito de cuantificar el volumen de intervenciones realizadas a lo largo del año.

El hacerlo tiene dos propósitos por un lado cuantificar las actividades que surgieron a partir de solicitudes de mantenimiento para analizar las causas de cada solicitud e incluirlas en las inspecciones para adaptarlas al comportamiento real del edificio. El formulario de intervenciones está adaptado para que se registren los materiales utilizados en la intervención así como la cantidad utilizada. El objetivo es medir los materiales utilizados en los diferentes elementos de cada edificio así como la cantidad requerida en un año o algún otro período determinado. Realizarlo permite generar estadísticas de los materiales por emplear para cada edificio por año, por ello se puede preparar un presupuesto de los insumos que se ocuparán para cada edificio en particular.

Para brindar mayor funcionalidad al uso de las guías de mantenimiento y los formularios de inspecciones e intervenciones, así como que la información sea registrada y consultada con facilidad, y dar seguimiento al plan de mantenimiento, se creó una de base de datos, integrando así todos formularios y guías en un solo sistema que permita acceder a los registros

de forma ágil y automatizada. Para ello se utilizó Microsoft Access el cual es un sistema gestor de base de datos (SGBD), permite realizar diferentes consultas con la información de los registros de la base de datos y a partir de estos elaborar informes. Con esta herramienta se logra un método para obtener históricos de mantenimiento, así como un procedimiento para atender las edificaciones de forma más eficiente en procura de administrar mejor los recursos, y dar mayor seguimiento y control a las actividades de mantenimiento.

Resultados

Parte del procedimiento para estructurar el plan de mantenimiento propuesto se basó en investigar la estructura y funcionamiento del Proceso de Ejecución Técnica del Servicio Zona Sur de la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles (DABI). Este Proceso está dividido en cuatro subregiones: San Pedro, Cartago, Brunca y Atlántica (ver Figura 3). La función del Proceso es atender los edificios administrativos del ICE (como por ejemplo las agencias), ya sea propios o arrendados por concepto de uso.

Entre los servicios que brinda se encuentran los siguientes:

- Construcción de obra menor
- Mantenimiento de la infraestructura y equipos
- Acondicionamientos y distribuciones de espacio
- Remodelaciones de la infraestructura
- Gestión de alquileres
- Pago de servicios públicos
- Gestión de servicios de limpieza

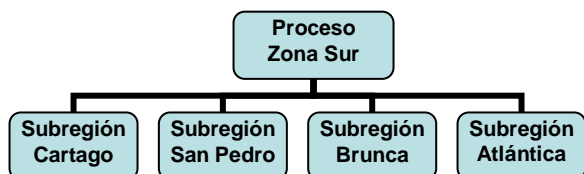


Figura 3. División de las Subregiones que conforman el Proceso de Ejecución Técnica Zona Sur de la DABI.

A continuación, se detalla el procedimiento de operación empleado por el Proceso para atender los edificios de los cuales es responsable.

Evaluación del Proceso

El procedimiento utilizado por el Proceso de la Zona Sur para brindar mantenimiento es totalmente correctivo en lo que se refiere a atención de la infraestructura, sólo para la atención de equipos como ascensores, plantas de emergencia, aires acondicionados, sistemas contra incendio y UPS se aplica mantenimiento preventivo, ya sea a cargo del o por contrataciones externas. El Cuadro 2 presenta la clasificación del mantenimiento brindado por el Proceso de la Zona Sur de la DABI.

Cuadro 2. TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO	
Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo
<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura civil - Instalación eléctrica - Instalación mecánica - Cableado estructurado 	<ul style="list-style-type: none"> - Ascensores - Plantas de emergencia - Aires acondicionados - Sistemas contra incendio - UPS

El procedimiento para la atención de las fallas y deterioros se realiza con base en solicitudes de mantenimiento a través del correo electrónico institucional, el cual es el medio formal para realizar dicha solicitud. Ésta es enviada al coordinador de subregión correspondiente, dependiendo de lo que indique la solicitud envía el personal (cuadrilla) indicado a inspeccionar el problema y repararlo si puede hacerlo de una vez, sino debe reportar la situación encontrada y definir los materiales, herramientas y

procedimiento necesarios para solucionar el problema.

Cada subregión posee materiales almacenados de común deterioro como tubos de abasto, cacheras, sentaderos, tapas de inodoro, lámparas incandescentes y fluorescentes, set del tanque de inodoro, por citar algunos, en ciertos de los edificios que atiende, principalmente aquellos que demandan mucho mantenimiento. Para reparaciones más grandes o que requieran de más material ha de solicitar una requisición de material al almacén correspondiente, estos almacenes son propiedad del ICE y en ellos se

encuentra el inventario de materiales para las actividades de atención de edificios. El material de las bodegas de los edificios proviene de los almacenes también. En caso de que en el almacén no hubiere suficiente material, éste debe cotizarse y comprarse en el mercado. Para ello se requiere realizar una contratación de compra de bienes y/o servicios, según sea la actividad que se requiera realizar. El Cuadro 3 muestra los montos a los que está sujeto el ICE para contrataciones, según la Ley de Contratación Administrativa.

CUADRO 3. MONTOS ESTABLECIDOS PARA CONTRATACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	
Tipo de Contratación	Monto (en colones)
Contratación Directa	Hasta ¢42.300.000,00
Licitación Abreviada	De ¢42.300.000,00 a ¢4.521.740.646,00
Licitación Pública	A partir de ¢4.521.740.646,00

Fuente: (DABI, 2008)

Los conflictos que enfrenta la DABI es que no ha podido convertir el procedimiento de mantenimiento en una actividad planificada y normalizada porque las necesidades que presenta la infraestructura se atienden conforme se solicitan por los usuarios del edificio, por lo que en repetidas ocasiones debido a la falta de planeamiento, las fallas y deterioros presentados no han podido ser atendidos a tiempo y de forma correcta, especialmente por falta de materiales para realizar reparaciones o sustituciones de elementos, debido al retraso que produce realizar los trámites de requisición de material.

A la DABI se le asigna anualmente un presupuesto para operación. El monto destinado para mantenimiento de los edificios es aproximadamente un 15% del presupuesto, este monto incluye el fondo de trabajo, cuyo propósito es para pago de viáticos, servicios e imprevistos. Sin embargo, debido a falta de planificación se ha producido un exceso de uso de este fondo.

También actualmente no existen registros históricos de mantenimiento, por lo cual no hay estadísticas de la cantidad de material que requiere una edificación para cubrir sus necesidades. Para efectos de comprar material en ocasiones, se ha tenido que comprar exceso de éste.

Como parte para mejorar la administración de la información el Proceso de la Zona Sur, desarrolló un sistema de inventario de edificios, consiste en crear una base de datos en la cual se registra el inventario civil, eléctrico y de cableado estructurado de cada una, además este contiene el detalle de áreas útiles, comunes y la distribución de personal por departamento, planos del edificio y especificaciones de los equipos. El Cuadro 4 resume la forma de operación actual del Proceso.

CUADRO 4. OPERACIÓN ACTUAL DEL PROCESO

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Amplio personal técnico en diversas disciplinas. - Se mantiene algunas existencias de materiales para atender necesidades inmediatas de la infraestructura. - Actualmente desarrollando el Sistema de Inventario de Edificios. - Mantenimiento preventivo de equipos, especialmente por medio de contrataciones externas. - Contrataciones externas de servicio limpieza de los edificios, esto permite una mejor atención de la estructura.
Conflictos	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de uso del fondo de trabajo para realizar actividades de mantenimiento. - Mantenimiento no planificado (falta de implementación de mantenimiento preventivo de la infraestructura civil, instalaciones electromecánicas y cableado estructurado). - Presupuesto de materiales para mantenimiento no es calculado con base en datos estadísticos. - Carencia de registros históricos de mantenimiento. - Atrasos en los proyectos por trámites de requisiciones y contrataciones (especialmente licitaciones). - No existe programación de actividades. - Materiales almacenados en bodega durante mucho tiempo, no se pueden utilizar por deterioro de éstos. - Poco personal profesional a cargo de actividades que requieren de planificación y control con base en criterio técnico.
Necesidades	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo. - Herramienta para generar históricos de mantenimiento. - Método para calcular el material utilizado por año para cada edificio por concepto de mantenimiento de los diferentes elementos que lo componen. - Estructura para coordinar las actividades de planificación.

Edificio Modelo

Para identificar los principales elementos componentes de un edificio que habrán de ser mantenidos con regularidad, se toma como base el Edificio Torre Z (Figura 4). Éste reúne aspectos típicos de la tipología de edificios atendidos por la DABI. El inventario de esta edificación se encuentra en el Anexo 1 de este informe. En el Cuadro 5 se detallan los aspectos relevantes que reúne el inmueble.



Figura 4. Edificio Torre Z.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO TORRE Z	
Tipología:	Estructura formada con marcos de concreto reforzado, con cerramientos de muro seco (gypsum) y ventanería de marcos de aluminio. El interior está modulado con panelería para distribución de oficinas.
Área construcción:	4 409,00 m ²
Área lote:	5 992,00 m ²
Uso:	Está adaptado para albergar oficinas administrativas principalmente de la División de Servicios y la División de Seguridad del ICE y una porción de la planta baja fue cedida al Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.
Cantidad niveles	Consta de seis pisos y dos sótanos.
Condición:	El edificio es arrendado y aun le restan tres años de contrato.
Ubicación:	Se ubica en Los Yoses de San Pedro.

Guías de ciclos de mantenimiento

Para establecer las frecuencias de mantenimiento se identificaron los principales elementos componentes de un edificio típico atendido por la DABI que son de frecuente deterioro y, a su vez, prioridad en caso de falla. Se tomó como base el edificio Torre Z y se agregaron otros elementos comunes en la tipología de edificios para oficinas administrativas del ICE. El Cuadro 6 muestra los elementos identificados. Cada elemento integra distintas estructuras.

Estos elementos son resultado de agrupar varios tipos de elementos por categorías, para facilitar las inspecciones e intervenciones que se deban realizar. Los Cuadros 7 al 17 muestran las guías de mantenimiento elaboradas para Torre Z y edificios ICE con condiciones similares. En estos se incluyen los problemas frecuentes y ciclos de mantenimiento preventivo recomendado para cada elemento identificado.

CUADRO 6. ELEMENTOS IDENTIFICADOS	
Ítem	Elemento
1	Paredes y acabados
2	Pisos
3	Techo y red pluvial
4	Cielos
5	Estructuras de concreto reforzado
6	Puertas y ventanas
7	Red de agua potable
8	Grifería y loza sanitaria
9	Red sanitaria
10	Instalación eléctrica y de cableado estructurado
11	Barandillas, rejas y persianas

CUADRO 7. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA PAREDES Y ACABADOS		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	6 meses	Revisión general del estado de conservación de las paredes (interiores e exteriores) del edificio incluyendo las paredes livianas, se revisa la aparición de grietas, fisuras, huecos, deformaciones, desgaste, humedad, manchas, suciedad, etc.; así como la condición del acabado de estas como el repello, revestimientos, enchapes y pintura (según sea el caso).
	1 año	Inspección del estado de remates, cornisas, balcones y salientes de la fachada.
Limpiar	6 meses	Limpieza de las paredes y divisiones interiores. Limpieza de banquinas, cornisas y demás acabados.
	2 años	Limpieza general de las paredes exteriores.
Renovar	5 años	Sustitución de las láminas y/o paneles que presenten deterioro avanzado.
		Repintado de la protección de los elementos metálicos accesibles de la fachada.
		Repintado de las paredes (según deterioro que presente).
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Pared rígida (Mampostería de Bloques de Concreto)	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas/Fisuras en los bloques y en la sisas - Bloques quebrados o con huecos - Suciedad - Manchas (Degradación química del concreto o del acero de refuerzo) - Focos de Humedad/Hongos - Deformaciones (alineamiento de pared o desplome) 	
Paredes Livianas (Gypsum, Fibrolit, Durock y panelería)	<ul style="list-style-type: none"> - Reventaduras de las láminas - Grietas/Fisuras (especialmente en la juntas) - Suciedad - Manchas - Focos de Humedad/Hongos - Deformaciones (alineamiento de pared o desplome) - Desgaste de las láminas - Despegue de las láminas 	
Acabados de Pared	<ul style="list-style-type: none"> - Repello: grietas y fisuras, manchas, despegue - Revestimientos y enchapes: grietas y fisuras, suciedad, manchas, despegue - Pintura: abombamientos, despegues, manchas, desconchados 	

CUADRO 8. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA PISOS		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	6 meses	Revisión general del estado de conservación de los diferentes tipos de piso del edificio, se revisa la aparición de grietas, fisuras, huecos, despegues, desgaste, humedad, manchas, ralladuras, suciedad, etc. (según sea el caso). Así como el deterioro del rodapié y otros acabados de piso.
Limpiar	1 semana	Limpieza y cepillado con productos antimanchas del piso vinílico.
		Limpieza y cepillado con aspirador del piso alfombrado.
		Limpieza del rodapié
	6 meses	Encerado de los pisos cerámicos.
		Limpieza con agua a presión del piso lujado.
Abrillantado del piso de terrazo.		
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Piso (vinílico, de terrazo, cerámico y lujado)	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas/Fisuras - Despegue de piezas(a excepción del lujado) - Suciedad - Manchas - Rayaduras/Desgaste - Humedad (en el caso del vinílico) 	
Piso alfombrado	<ul style="list-style-type: none"> - Despegue de alfombra - Humedad - Suciedad/Manchas - Rasgaduras/Deshilache 	
Rodapié (PVC, Madera, Hule)	<ul style="list-style-type: none"> - Reventaduras - Despegue - Suciedad/Manchas - Humedad/Hongos - Rayaduras/Desgaste 	

CUADRO 9. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA TECHO Y RED PLUVIAL		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	3 meses	Revisión de aparición de goteras y de detectarse alguna su reparación debe ser inmediata (Especialmente en estación lluviosa).
		Revisión de deformaciones o pérdida de agua en las canoas y bajantes, de detectarse alguna falla se debe reparar de inmediato (Especialmente en estación lluviosa).
		Revisión de estancamiento en las limahoyas y canoas debido acumulación de hojas u otros, de presentarse se debe limpiar de inmediato.
	6 meses	Revisión general del estado de conservación del techo y red pluvial, revisar la cubierta, limahoyas, limatones, botaguas, cumbreras, canoas, bajantes pluviales y las cajas de registro, se debe realizar una inspección antes de que comience la época lluviosa para realizar las intervenciones que se requieren para preparar la estructura y otra finalizando con el propósito de observar el desempeño de este.
Limpiar	3 meses	Limpieza externa e interna de las láminas transparentes de la cubierta. Limpieza de las canoas.
	1 año	Limpieza de la cubierta de techo.
Renovar	1 año	Revisión y resocado de los anclajes de láminas de cubierta y canoas.
	5 años	Sustitución de canoas deterioradas.
		Sustitución de los bajantes deformados o rotos.
		Repintado de la cubierta de techo.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Cubierta		<ul style="list-style-type: none"> - Roturas u orificios. - Corrosión. - Láminas mal traslapadas. - Láminas sueltas debido a una mala sujeción a los clavadores y tornillos desocados. - Deformación/hundimiento de la cubierta. - Pintura: suciedad, manchas, hongos, humedad, desconchados.
Limahoyas, Limatones, Canoas, Cumbreras y Botaguas		<ul style="list-style-type: none"> - Roturas u orificios - Corrosión - Mal anclaje (en cuanto a las canoas y bajantes se puede dar el desacople de uniones) - Deformaciones - Pintura: suciedad, manchas, hongos, humedad, desconchados. - Estancamientos producidos por acumulación de hojas u otros (en el caso de las limahoyas y canoas)
Cajas de registro pluvial		<ul style="list-style-type: none"> - Mal funcionamiento - Filtraciones - Resquebrajamiento

CUADRO 10. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA CIELOS		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	6 meses	Revisión general del estado de conservación de los diferentes tipos de cielos del edificio, se revisa la aparición de fisuras, huecos, láminas desacomodadas, pandeo, goteras, humedad, manchas, etc. (según sea el caso) Así como el deterioro de las cornisas y otros acabados de cielo, de presentar algunos de estos síntomas se debe proceder a su reparación inmediata.
Renovar	5 años	Sustitución de las láminas de cielo que muestren deterioro avanzado. Repintado de los cielos (según deterioro que presenten).
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Cielo suspendido (fibra mineral) Cielo de fibromineral antifuego (gypsum) Cielo de fibrocemento (fibrolit)	<ul style="list-style-type: none"> - Láminas desacomodadas - Focos de humedad - Suciedad - Manchas (principalmente debido goteras o filtraciones). - Pandeo de la estructura de sujeción del cielo - Pintura: abombamientos, despegues, manchas, desconchados. 	
Cielo de losa (concreto reforzado)	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas/Fisuras - Flechas (deformación) - Suciedad - Manchas - Focos de Humedad/Hongos - Repello: grietas y fisuras, manchas, despegue u otros. 	
Cornisas	<ul style="list-style-type: none"> - Reventaduras - Despegue - Suciedad/Manchas - Focos Humedad - Rayaduras/Desgaste 	

CUADRO 11. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	1 año	Revisión general del estado de conservación de los diferentes elementos estructurales de concreto reforzado del edificio (columnas y vigas), se revisa la aparición de fisuras, grietas, huecos, flechas, humedad, manchas, degradación química, suciedad, etc. (según sea el caso). En la mayoría de los casos se debe consultar a un experto sobre las causas de estos síntomas y las intervenciones por realizar.
	5 años	Revisar la resistencia del concreto. (Consultar a un experto).
	10 años	Inspección del recubrimiento del concreto de las barras de acero. (Consultar a un experto).
Renovar	5 años	Renovación de las juntas estructurales en las zonas de sellado que se encuentren deterioradas.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Columnas y Vigas (Corona, banquina, medianera)		<ul style="list-style-type: none"> – Grietas/Fisuras – Flechas (deformación) – Suciedad – Manchas – Focos de Humedad/Hongos. – Repello: grietas y fisuras, manchas, despegue u otros) – Acabados como revestimientos y enchapes: grietas y fisuras, suciedad, manchas, etc. – Pintura: abombamientos, despegues, manchas, desconchados.

CUADRO 12. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA PUERTAS Y VENTANAS		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	3 meses	Revisión general del estado de conservación de los distintos tipos de puertas y cerraduras del edificio, se revisa la aparición de golpes, hundimientos grietas, huecos, desplomes, humedad, hongos, manchas, suciedad, efectividad de cierre, etc (según sea el caso).
		Revisión general del estado de conservación de los distintos tipos de ventanas (incluye vidrios, celosías y marcos), se revisa la aparición de golpes, hundimientos, rayaduras grietas, huecos, desplomes, humedad, hongos, manchas, suciedad, mecanismos de cierre, etc. (según sea el caso).
Limpiar	1 mes	Limpieza integral de superficies expuestas de puertas y ventanas.
	6 meses	Limpieza de los canales y las perforaciones de desagüe de las ventanas y de las guías de los cerramientos tipo corredizo.
		Limpieza con producto abrillantador de los acabados de acero inoxidable y galvanizados.
Renovar	3 meses	Lubricación de bisagras, pivotes y los brazos hidráulicos.
		Lubricación de los elementos móviles de las ventanas y herrajes de celosía.
		Lubricación de las cerraduras de las puertas con polvo grafitado (no usar aceite o grasa).
	5 años	Renovación del sellado de los vidrios con los marcos de las puertas.
		Sustitución de las cerraduras fatigadas.
		Pulido de las rayaduras y los golpes de las ventanas y del aluminio lacado.
		Renovación de los acabados (pintura, lacados y barnizados) de las puertas (según sea el caso).
		Renovación del tratamiento contra los insectos y los hongos de las puertas y marcos de madera (según sea el caso).
Renovación del sellado de los marcos con la fachada.		
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Puerta de madera sólida Puerta de madera liviana (plywood, melamina, fibrocartón) Puerta de marco de aluminio y vidrio Puerta metálica Puerta de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> - Deformación (Golpes, Hundimiento, etc). - Humedad/Hongos - Suciedad/Manchas - Rayaduras/Desgaste - Mal anclaje del marco de madera, aluminio o metal. - Mal funcionamiento del cierre y de tope de las puertas. - Corrosión, y mal alineamiento de las bisagras). - Cerraduras fatigadas - Mal funcionamiento del brazo hidráulico - Mal ajuste del vidrio al marco, desajuste de la venilla(para la puerta de vidrio y aluminio) 	
Ventanas con marco de madera Ventanas con marco de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad/Hongos - Suciedad/Manchas - Rayaduras/Desgaste - Vidrios quebrados o faltantes - Paletas quebradas o faltantes (celosías) - Deterioro del herraje de las celosías y comprobación del mecanismo de cierre. 	

CUADRO 13. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE AGUA POTABLE		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	3 meses	Revisión del estado del depósito de agua (si hay) se realiza detección de fugas, además el vaciado y limpieza de éste, medición de la capacidad efectiva del depósito de agua.
		Revisión de la condición de las llaves de paso y chorro y demás válvulas y accesorios componentes de la red, comprobación de apertura y cierre y detección de fugas, ante desperfectos reparación o sustitución inmediata.
		Revisión de las válvulas reductoras de presión, se debe comprobar el funcionamiento de regulación.
		Comprobar el funcionamiento de la red de suministro contra incendios.
		Comprobar el funcionamiento del sistema hidroneumático (bombas, tanque hidroneumático, etc).
	6 meses	Revisión general del estado de conservación y funcionamiento de la red de suministro de agua potable, se revisan las tuberías, válvulas y accesorios expuestos (visibles) con el propósito de detectar fugas y roturas, revisar los anclajes y deterioro general.
	Revisión de las tapas de concreto de las cajas de registro, posible sustitución si se encuentran en mal estado.	
	1 año	Realizar prueba de funcionamiento de las llaves de corte.
Limpiar	1 año	Limpiar las llaves de paso y lubricación del vástago. Si hay fugas en el vástago cambiar la empaquetadura.
		Limpieza de las cajas de registro.
		Limpieza de la red de agua potable debido a sedimentos producidos por el agua e incrustaciones internas (Consultar a un experto).
Renovar	5 años	Sustitución de llaves de paso, llaves de corte, válvulas de reductoras de presión degradadas.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Red de Agua Potable		<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de tubos - Fugas - Deterioro de los anclajes de las tubería expuesta - Mal funcionamiento de las llaves de paso, llaves de chorro y demás válvulas y accesorios. - Condición de otras válvulas y accesorios - Suciedad en el tanque de almacenamiento de agua potable. - Presión de suministro insuficiente - Mal funcionamiento de la bomba(s) y el sistema hidroneumático.

CUADRO 14. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA GRIFERÍA Y LOZA SANITARIA		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	1 mes	Revisar tapas de inodoro y sentaderos, ante rotura sustitución inmediata. Comprobar el funcionamiento de todas las piezas de los inodoros, inspección del tanque de agua.
	3 meses	Revisión general del estado de conservación y funcionamiento de la grifería y la loza sanitaria, se revisan los inodoros, mingitorios, lavatorios, fregaderos, pilas y todos sus componentes con el propósito de detectar fugas, roturas, manchas, suciedad, revisar los anclajes y deterioro general.
Limpiar	1 día	Limpeza y desinfección de los lavatorios, orinales, inodoros, portarrollos y toalleros.
Renovar	5 años	Sustitución general de llaves de control, tubos de abasto, cacheras, sifones, sentadero y tapas de inodoro por degradación de uso.
		Sustitución general de los espejos por deterioro.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Lavatorios y Fregaderos/Pilas		<ul style="list-style-type: none"> - Apariencia general, presencia de manchas, suciedad, rayadura del vitrificado u otros - Rotura/fisuras - Mal funcionamiento del sifón (Deterioro, fugas) - Mal funcionamiento de la llave de control (Deterioro, fugas) - Mal funcionamiento del tubo de abasto (Deterioro, fugas) - Mal funcionamiento de las cachera (Rotura, fugas) - Mal funcionamiento del desagüe (Deterioro, fugas) - Deterioro de los anclajes de los lavatorios.
Mingitorios		<ul style="list-style-type: none"> - Apariencia general, presencia de manchas, suciedad, rayadura del vitrificado u otros - Rotura/fisuras - Deterioro de los anclajes de los lavatorios. - Fugas - Fluxómetro: deterioro y mal funcionamiento.
Inodoros		<ul style="list-style-type: none"> - Apariencia general, presencia de manchas, suciedad, rayadura del vitrificado u otros - Rotura - Deterioro de los anclajes (elementos de fijación inodoro-piso y inodoro-tanque) - Mal funcionamiento de la válvula de entrada - Mal funcionamiento de la llave de control (Deterioro, fugas) - Mal funcionamiento del tubo de abasto (Deterioro, fugas) - Asiento y tapadera: suciedad, rotura, despegue u otros. - Mal funcionamiento y deterioro del set de tanque del inodoro

CUADRO 15. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA RED SANITARIA		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	6 meses	Revisión general del estado de conservación y funcionamiento de los colectores, bajantes, cajas de registro, arquetas, trampas de grasa, con el propósito de detectar fugas y roturas, revisar los anclajes y deterioro general.
Limpiar	6 meses	Limpieza de arquetas, trampa de grasa y cajas de registro.
	1 año	Limpieza del tanque séptico y drenajes.
Renovar	5 años	Sustitución de los sumideros, bajantes y tuberías degradados.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Red sanitaria		<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de tubos. - Fugas. - Deterioro de los anclajes de la tubería expuesta. - Mal funcionamiento y deterioro de la trampa de grasa. - Mal funcionamiento y deterioro de las cajas de registro. - Mal funcionamiento y deterioro de las arquetas. - Mal del funcionamiento del tanque séptico y drenajes (Fugas, malos olores).

CUADRO 16. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA INSTALACIÓN ELECTRICA Y CABLEADO ESTRUCTURADO		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	1 mes	Revisión del estado y funcionalidad de los interruptores y tomacorrientes, en caso de rotura o deterioro sustitución inmediata.
		Revisión de luminarias fluorescentes, detección de iluminación oscilante o fundida, roturas y sujeción, en caso de presentarse sustitución inmediata.
		Revisión de lámparas incandescentes (interiores y exteriores) y fotoceldas, detección lámparas fundidas, rotura y sujeción, en caso de presentarse sustitución inmediata.
	1 año	Verificación del estado de las conexiones de las líneas de distribución principal y secundaria, verificación de la continuidad eléctrica de la línea. En caso de deterioro reparación o sustitución inmediata.
		Revisión del estado y funcionamiento del tablero de distribución eléctrica.
		Revisión del estado de las conexiones que se encuentran a la intemperie, en caso de deterioro o mal funcionamiento reparaciones inmediatas.
	5 años	Revisión general de la instalación de salidas de voz y datos, además de la canaleta y el ducto de cableado.
		Comprobación de las intensidades nominales de la instalación en relación con la sección de los ductos y revisión del correcto funcionamiento de los mecanismos de protección de las líneas.
		Revisión del estado y funcionamiento de la red de puesta a tierra.
Limpiar	6 meses	Limpeza de los apagadores, tomacorrientes y lámparas en general.
	1 año	Limpeza de los rótulos y de la iluminación. Desmontaje y limpieza de los difusores de las lámparas fluorescentes.
Renovar	5 años	Sustitución general de los tubos fluorescentes, balastros y demás componentes de las luminarias fluorescentes que presenten deterioro.
		Sustitución general de las lámparas incandescentes (interiores y exteriores) y fotoceldas.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura, despegue y suciedad de los apagadores. - Rotura y despegue de los Plafones. - Luminarias Incandescentes fundidas - Tubos fluorescentes fundidos - Balastros fundidos o en mal funcionamiento. - Rotura y mala sujeción lámparas fluorescentes e incandescentes. - Rotura, fundición y mala sujeción de las Fotoceldas. 	
Instalación Eléctrica y Cableado Estructurado	<ul style="list-style-type: none"> - Mal funcionamiento, rotura y suciedad de los tomacorrientes. - Deterioro del anclaje ducto metálico para cableado estructurado. - Rotura, focos de humedad y mala sujeción de la canaleta. - Mal funcionamiento, rotura y suciedad de las salidas de voz y datos. - Rasgos de sobrecalentamiento, deterioro de la integridad física y partes faltantes del tablero de distribución eléctrico principal y secundarios. 	

CUADRO 17. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS ICE

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA BARANDILLAS, REJAS Y PERSIANAS		
CICLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADOS		
Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspeccionar	6 meses	Revisión general del estado de conservación de las rejas y barandillas de acero y madera.
		Inspección del funcionamiento de los elementos móviles de las persianas enrollables.
	1 año	Revisión de la condición general de funcionamiento y deterioro de las persianas.
		Comprobación del estado de solidez, anclaje y fijación de las barandillas y rejas.
Limpiar	6 meses	Limpieza integral de las rejas, barandillas y persianas.
Renovar	3 años	Sustitución de las cintas de las persianas enrollables.
		Engrasado de las guías y del tambor de las persianas enrollables.
		Renovación del barniz de las barandillas de madera.
		Renovación del esmalte de las barandillas de acero.
DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES		
Barandillas, rejas y persianas		<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro del anclaje y fijación de la barandillas y rejas - Corrosión de la barandillas y rejas de acero - Rotura - Deformaciones (hendiduras, golpes, pandeo). - Pintura: abombamientos, despegues, manchas, desconchados. - Mal funcionamiento y deterioro de las persianas.

Formularios

Inspecciones

Establecidas las frecuencias recomendadas con que un edificio se debe inspeccionar, se elaboró un formulario para recopilar datos de las fallas y deterioros de los elementos identificados para edificios del ICE.

En este formulario (Figura 5) se indica el tipo de elemento por inspeccionar y los deterioros más comunes que presentan, para que puedan ser revisados visualmente a modo de detectar la aparición de alguno, luego se procede a clasificar la condición del deterioro o falla (si es que existe alguna). La condición puede ser “Ninguno”, “Leve” o “Grave”, y está sujeta al criterio y

experiencia del inspector decidir cómo clasificar las fallas. Estas condiciones están dadas para que se clasifique el deterioro propiamente según el grado de desarrollo de éste y la importancia que establece para que no se altere el uso normal de las instalaciones. Una vez clasificada la condición se procede a describir el porcentaje (%) que este deterioro representa de la cantidad total inspeccionada. Así el inspector puede incluir alguna observación del problema encontrado si lo considera pertinente reportarlo.

Al final del formulario se incluye una sección para que se registre el resumen de la inspección, la cual debe indicar la condición general del elemento inspeccionado, éste se puede clasificar en “Aceptable”, “Regular” y “Deficiente”, el Cuadro 18 muestra los parámetros para asignar la condición general al elemento inspeccionado.

CUADRO 18. PARÁMETROS DE LA CONDICIÓN DE DETERIORO	
Condición	Descripción
Aceptable	No se presenta deterioro o fallas en el elemento o estas se presentan muy leves, sin perjudicar la apariencia general de la estructura.
Regular	Se presenta deterioros o fallas de consideración, pero estos no perjudican el uso normal del edificio o la seguridad de sus ocupantes.
Deficiente	Existen fallas y deterioros graves que impiden el uso normal del edificio o ponen en riesgo la seguridad de sus ocupantes.

En el resumen de inspección se puede anotar si se requiere de alguna intervención específica, en este caso reparación, sustitución o renovación y limpieza. También si fuere del caso, debe indicar un plazo para realizar dicha inspección a fin de clasificar las urgentes de las que pueden ser programadas.

Toda la información que recopila el inspector va a estar sujeta al piso y cantidad inspeccionados. Estos datos junto con la fecha son importantes para llevar un control de las inspecciones y para darle seguimiento al comportamiento del edificio.

En el Apéndice 1 se encuentran 42 formularios distintos para los tipos de elementos identificados.

intervención, estas actividades pueden ser reparaciones, sustituciones, renovaciones y limpieza, al igual que combinaciones de ellas.

Se elaboró un formulario (Figura 6) para poder recopilar información de las actividades realizadas. En este se registran los bienes y servicios empleados en dicha actividad, así como la cantidad utilizada y el precio de éstos. También se incluye el código armonizado; código que asigna el ICE para clasificar los materiales y servicios que utiliza. En este formulario se debe indicar la cantidad atendida en la intervención, el piso y la fecha de la actividad. Esto al igual que el formulario de inspecciones para llevar el control y seguimiento de las actividades.

Intervenciones

Una vez realizada una inspección, ésta va a determinar si el elemento requiere de alguna



Registro de Inspecciones de Mantenimiento

Fecha:	Inspector:
--------	------------

Subregión:	Edificio:
------------	-----------

Detalle de la Inspección

Elemento: Paredes y Acabados	Nivel a inspeccionar:	Última Inspección :	Motivo Inspección:	Inspección Periódica (Preventiva) []
Tipo: Pared de Gypsum	Cantidad a inspeccionar:	Unidad:		Solicitud de Mantenimiento (Correctivo) []

Descripción:

Deterioro/Falla	Condición del Deterioro/Falla			% Deterioro	Observaciones
	Ninguno	Leve	Grave		
Grietas/Fisuras (juntas)					
Suciedad/Manchas					
Focos de Humedad/Hongos					
Deformaciones (alineamiento de pared o desplome)					
Desgaste de las láminas					
Despegue de las láminas					
Condición de los acabados de pared como revestimientos, enchapes u otros (grietas y fisuras, suciedad, manchas, etc)					
Condición de la pintura (abombamientos, despegues, manchas, desconchados u otros).					
Otros: (Especificar)					

Resumen de la Inspección

Condición general:	Aceptable []	Regular []	Deficiente []	Intervención Requerida:	Ninguna []	Reparación []	Sustitución/ Renovación []	Limpieza []
Plazo Intervención:	Ninguno []	Programable []	Urgente []	Indique plazo:				

Observaciones Generales:



Registro de Intervenciones de Mantenimiento

Fecha:		Responsable:					
Subregión:		Edificio:					
Detalle de la Actividad							
Elemento:	Nivel atendido:	Actividad Realizada :	Ninguna []	Reparación []	Sustitución/ Renovación []	Limpieza []	
Tipo:	Cantidad atendida:	Unidad:					
Descripción actividad:							
Resumen de la Actividad							
Tiempo utilizado en la ejecución de la actividad:			Monto total:				
Actividad realizada debido a:	Solicitud de Mantenimiento (Correctivo) []	Mantenimiento Preventivo []					
Observaciones:							

Figura 6. Formulario de intervenciones de mantenimiento para edificios.

Sistema de registro y consulta

Para llevar a cabo el registro de inspecciones, intervenciones, ciclos de mantenimiento, deterioros y fallas, así como del personal de mantenimiento del Proceso de la Zona Sur de la DABI, se utilizó un sistema gestor de base de datos para poder automatizar e integrar todos los procedimientos de mantenimiento en un programa de cómputo, que permita registrar y consultar la información de manera eficiente. Para ello se empleó el programa Microsoft

Access. A continuación se detalla el funcionamiento del programa.

En la pantalla inicial (Figura 7) del sistema se encuentran los diferentes procesos para administrar el mantenimiento de edificios. Las opciones que se puede seleccionar son las siguientes:

- Personal DABI – Zona Sur
- Registro de Edificios
- Registro Tipos de deterioro y fallas
- Registro ciclos de mantenimiento
- Ingresar inspección
- Ingresar intervención realizada
- Programar inspecciones
- Programar intervenciones



Figura 7. Pantalla de inicio de la base de datos

En el registro del personal (Figura 8) se pueden observar las personas que trabajan en el mantenimiento de edificios según su función, desde esta ventana se agregarían nuevos individuos, además cuenta con registro del

número telefónico de cada empleado para que sea fácil localizarlo. También se puede aplicar un filtro a la información, si se desea revisar solo el personal de alguna subregión en específico.

Registro de Personal

Nombre Danilo	Apellidos Artavia Fuentes	Cédula 1-0497-0354	Teléfono 2206-1627
Puesto TEEM2	Función Coordinador Subregión	Subregion San Pedro	

Subregion	Apellidos	Nombre	Cédula	Puesto	Función	Teléfono
San Pedro	Artavia Fuentes	Danilo	1-0497-0354	TEEM2	Coordinador Subregión	2206-1627
San Pedro	Cruz Arias	Esteban	1-1168-0921	TECM1	Técnico Civil	8826-0144
San Pedro	Lester Francis	Wilfredo	1-0571-0335	TECM1	Soldador	8364-9515
San Pedro	Barrantes Herrera	Martin	1-0625-0367	TECM1	Técnico Civil	8829-8383
San Pedro	Quesada Serrano	Rafael	1-0664-0045	TECM1	Albañil	8813-8166
San Pedro	Tinoco Nuñez	Alexander	1-0768-0103	TECM1	Auxiliar de Soldadura	8358-1610
San Pedro	Gamboa López	Mauricio	1-1025-0122	TECM1	Panelería/Cielo Suspendido	
San Pedro	Mayorga Rodríguez	Esteban	1-1043-0371	TECM1	Técnico Electricista	8334-3112
San Pedro	Mejía Bustos	Greivin	1-1116-0351	TECM1	Técnico Electricista	8890-9129
San Pedro	García Araya	Olman	9-0069-0858	TECM1	Coordinador Subregión	8810-2563
San Pedro	Jiménez Bolaños	Gilbert	1-1282-0461	TECM1	Soporte administrativo/Comprador	8885-4991
San Pedro	Porras Huete	Mauricio	1-1287-0946	TECM1	Técnico Aires Acondicionados	8338-0951
San Pedro	Salazar Masís	David	1-1333-0165	TECM1	Técnico Aires Acondicionados	8843-1827
San Pedro	Gómez Ocón	Jacob Arturo	2-0411-0870	TECM1	Fontanero	8895-0685

Figura 8. Ventana de registro de personal

Para ingresar inspecciones e intervenciones a un edificio, se verifica que este se encuentre en la base de datos, si no se debe agregar primero para asignarle los registros que le corresponden. Para la ventana de ingreso de edificios (Figura 9), se detalla información sobre el edificio:

- Nombre del Edificio y Subregión a la que pertenece
- Cantidad de Niveles (Pisos)
- Tipo de plano que posee (Constructivo o Arquitectónico)
- Área de Lote y de Construcción
- Ubicación
- Condición del Edificio (Alquiler o Propio)
- Arrendador (si aplica)
- Administrador del Edificio
- Empresa a cargo del contrato de limpieza
- Descripción del uso del edificio
- Imágenes del Edificio

Ingreso de Edificios

Subregion:	San Pedro		
Edificio:	Torre Z	Niveles:	8
Área Edificio:	4,409.00	Área Lote:	5,992.00
Ubicación:	Los Yoses, San Pedro de Montes de Oca, 200 metros oeste de la fuente de la hispanidad.		
Condición:	Alquiler	Propietario:	ACOBO S.A.
Administrador:	Danilo Artavia Fuentes		
Contrato Limpieza:	EULEN de Costa Rica S.A.		
Descripción:	Edificio arrendado utilizado para albergar oficinas administrativas de la División de Servicios, Gestión Seguridad Institucional, la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles, la División de Capital y de Gestión Documentación e Información.		
Imágenes:	Imagen\Torre Z\Fachada Principal.JPG		

Figura 9. Ingreso de edificios

En la Figura 10 se muestra la ventana utilizada para registrar y verificar los tipos de deterioros y fallas que puede presentar un determinado elemento. Además, se pueden incluir otros tipos de elementos con sus respectivos deterioros.

Para planificar las actividades de mantenimiento se emplean los ciclos

recomendados de mantenimiento (Figura 11), esta ventana se utiliza como consulta pero sus valores también pueden ser modificados a criterio del administrador de edificios. Se pueden incluir más ítemes conforme se requiera para aumentar el detalle de los ciclos.

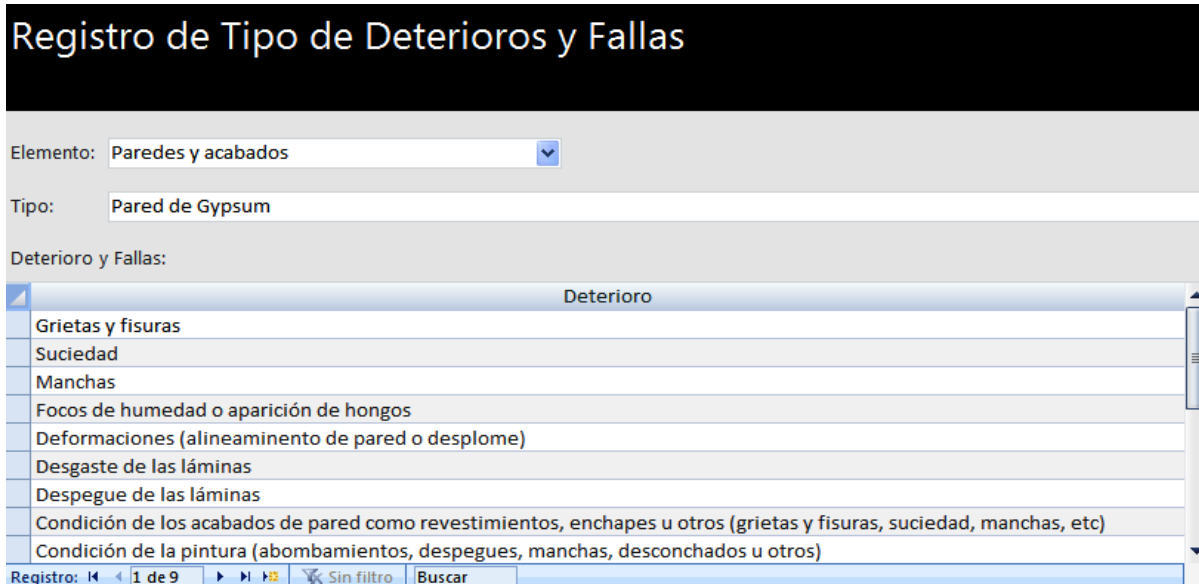


Figura 10. Registro y consulta de deterioros y fallas

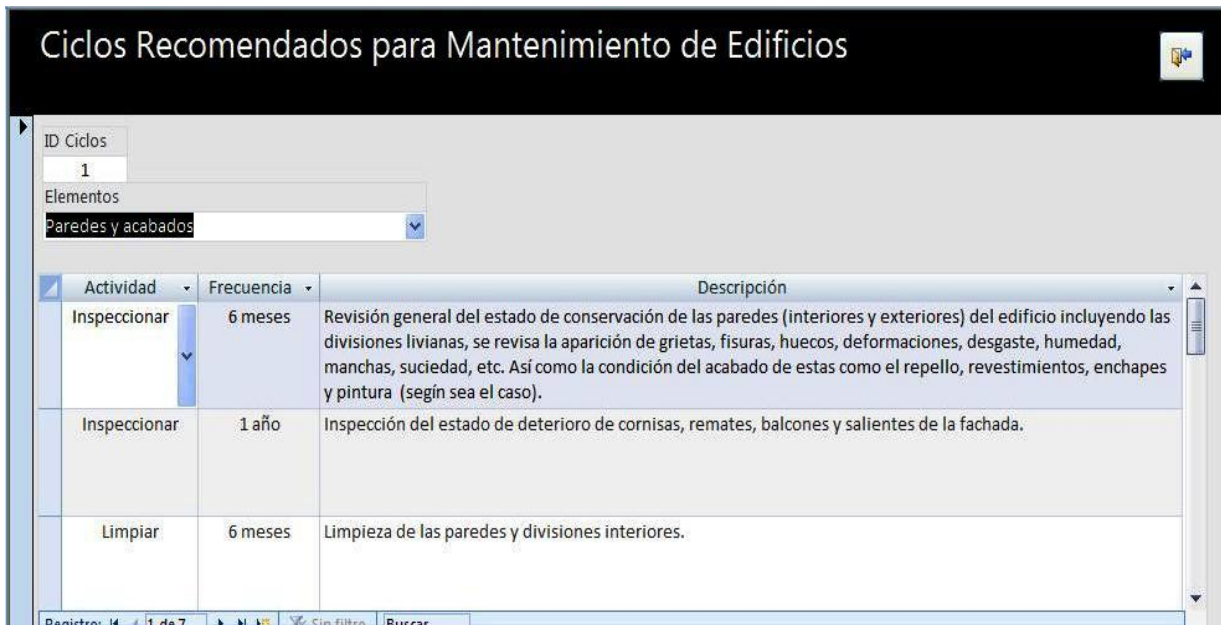


Figura 11. Guía de ciclos de mantenimiento

La Figura 12 muestra la ventana utilizada para registrar inspecciones, ésta lleva el mismo formato que el formulario de inspecciones, para ingresar los resultados de una inspección los tipos de elementos deben estar registrados, si no debe hacerse el registro en la ventana adaptada para tal fin, con el propósito de que no se ingresen registros duplicados o sin la información requerida. La opción programar inspecciones (Figura 13) permite que el usuario programe una fecha para realizar la siguiente inspección del elemento, puede referirse a las guías de ciclos de mantenimiento para programarla.

El mismo sistema aplica para el registro de intervenciones (Figura 14). La información se ingresa con base en el formulario de intervenciones, en cual se anotan el tipo, cantidad y precio de los bienes y servicios requeridos para la intervención de mantenimiento realizada.

Una vez que la base de datos tiene almacenado registros se pueden utilizar las opciones de consulta e informe para obtener reportes de los datos ingresados. La Figura 15 muestra un ejemplo de reporte que se puede generar Microsoft Access para la obtención de información específica.

Ingreso Inspecciones

Descripción
Corresponde a solicitud del administrador con el propósito de verificar el estado de deterioro de las paredes.

Deterioros	Condición	% Det	Descripción
Grietas y fisuras	Leve	30	Se observaron fisuras en las juntas entre láminas.
Suciedad	Leve	60	Paredes se encuentran sucias debido a que es una zona muy transitada.
Focos de humedad o aparición de hongos	Grave	70	Existen zonas hay mucha humedad presente, especialmente cerca de los baños.
Condición de la pintura (abombamientos, despegues, manchas, desconchados u otros)	Leve	10	Existen zonas donde la pintura se ha empezado a abombar y despegar.
Despegue de las láminas	Ninguno	0	No hay problemas.

Figura 12. Ingreso de inspecciones

Programar Inspecciones

Id Programar: Fecha Actual: 11/5/2008

Subregion: San Pedro

Edificio: Torre Z

Proxima Inspecc	Pisos	Elemento	Tipo
11/11/2008	Piso 2 al 5	Cielos	Cielo suspendido (Fibra Mineral)
11/15/2008	Piso 6	Cielos	Cielo suspendido (Fibra Mineral)
11/30/2008	Piso 6	Paredes y acabados	Pared de Mampostería de Bloques de Concreto

Registro: 1 de 3 Sin filtro Buscar

Figura 13. Programar Inspecciones

Registro Intervenciones

Actividad
Reparación

Descripción actividad
Material comprado para reparar varias fallas del piso 2 y 3 de Torre Z.

Recursos Empleados

*	Código	Material	Cantidad	Unidad	Precio unitario
	533563454	LAMINA DE FIBROCEMENTO (FIBROLIT) DE 1.22 X 2.44 EN 22 mm	45	un	3,464.75
	643626523	LAMINA FIBRA MINERAL DE 610 mm X 1,22 m	30	un	9,866.00
	700381906	VIDRIO LAMINADO TRANSPARENTE DE 3.17 mm X 0.58 mm X 1.19 m	67	un	4,775.75

Figura 14. Registro de intervenciones.

Reporte de Inspección Realizada

Fecha: 10/30/2008 **Subregion:** San Pedro
Inspector: Gustavo Ulate Vargas **Edificio:** Torre Z

Piso 1

Última Inspección: 10/30/2008
Elemento: Paredes y acabados
Tipo: Pared de Gypsum
Motivo Inspección: Corresponde a solicitud del administrador con el propósito de verificar el estado de deterioro de las paredes.
Cantidad: 55.00
Unidad: m
Condición General: Regular
Plazo Intervención: Programable
Intervención a realizar: Reparación
Observaciones: Se debe programar la intervención para 1 mes máximo, la limpieza de las paredes debe ser de inmediato se debe notificar al personal de limpieza.

Detalle de los deterioros observados

Detalle	Gravedad	Descripción
Focos de humedad o aparición de hongos	Grave	Existen zonas hay mucha humedad presente, especialmente cerca de los baños.
Condición de la pintura (abombamientos, despegues, manchas, desconchados u otros)	Leve	Existen zonas donde la pintura se ha empezado a abombar y despegar.
Suciedad	Leve	Paredes se encuentran sucias debido a que es una zona muy transitada.
Grietas y fisuras	Leve	Se observaron fisuras en las juntas entre láminas.
Despegue de las láminas	Ninguno	No hay problemas.

Figura 15. Informe típico de una inspección realizada.

Estructura del plan de mantenimiento

Se establece la estructura organizativa para implementar el plan de mantenimiento para edificios del ICE. Para que el plan de mantenimiento pueda ser desarrollado se definen las figuras de administrador de edificios y jefe de mantenimiento, el Cuadro 19 presenta las funciones que deben desempeñar el administrador de edificios y el jefe de mantenimiento. Es importante aclarar que el

administrador de edificios esta enfocado en la actividad de planificación y control de las necesidades de cada edificio y es quien lleva el seguimiento del plan de mantenimiento, por otro lado el jefe de mantenimiento es quién coordina a los técnicos para realizar las inspecciones e intervenciones necesarias para atender las necesidades de cada edificio, su labor es más operativa que de planificación. Según la cantidad de edificios un administrador puede contar con varios jefes de mantenimiento, o puede asignar uno por especialidad (civil, eléctrico, aire acondicionados, equipos, etc).

CUADRO 19. FUNCIONES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Administrador de edificios	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar el proceso por el cual se establecen los objetivos de trabajo. • Manejar los recursos de una forma provechosa para poder alcanzar los objetivos. • Programar las actividades que deben realizarse en cada edificio. • Evaluar las actividades de trabajo con el fin de que se realicen con orden y un propósito. • Monitorear los procesos de mantenimiento • Visualizar los objetivos alcanzados y las posibles amenazas a los proyectos para aplicar cambios a futuro.
Jefe de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar la ejecución de los trabajos de mantenimiento. • Revisar que la ejecución sea conforme con lo planificado. • Evaluar posibles conflictos que pongan en peligro el alcance de los objetivos e informarlos a la administrador • Supervisar y dirigir inspecciones de mantenimiento. • Realizar reportes de las actividades realizadas.

La estructura para implementar el plan se muestra en la Figura 16. El esquema señala el procedimiento que sigue para obtener registros históricos de mantenimiento y así crear un sistema de planificación integral.

Este sistema de planificación integral está apoyado en el Sistema de Inventario de Edificios desarrollado por el Proceso de la Zona Sur.

El método para retroalimentar el plan de mantenimiento a través del sistema de planificación integral se muestra en la Figura 17.

Además la Figuras 18, 19 y 20, muestran un diagrama de flujo el cuál describe el procedimiento funcional del plan de mantenimiento.

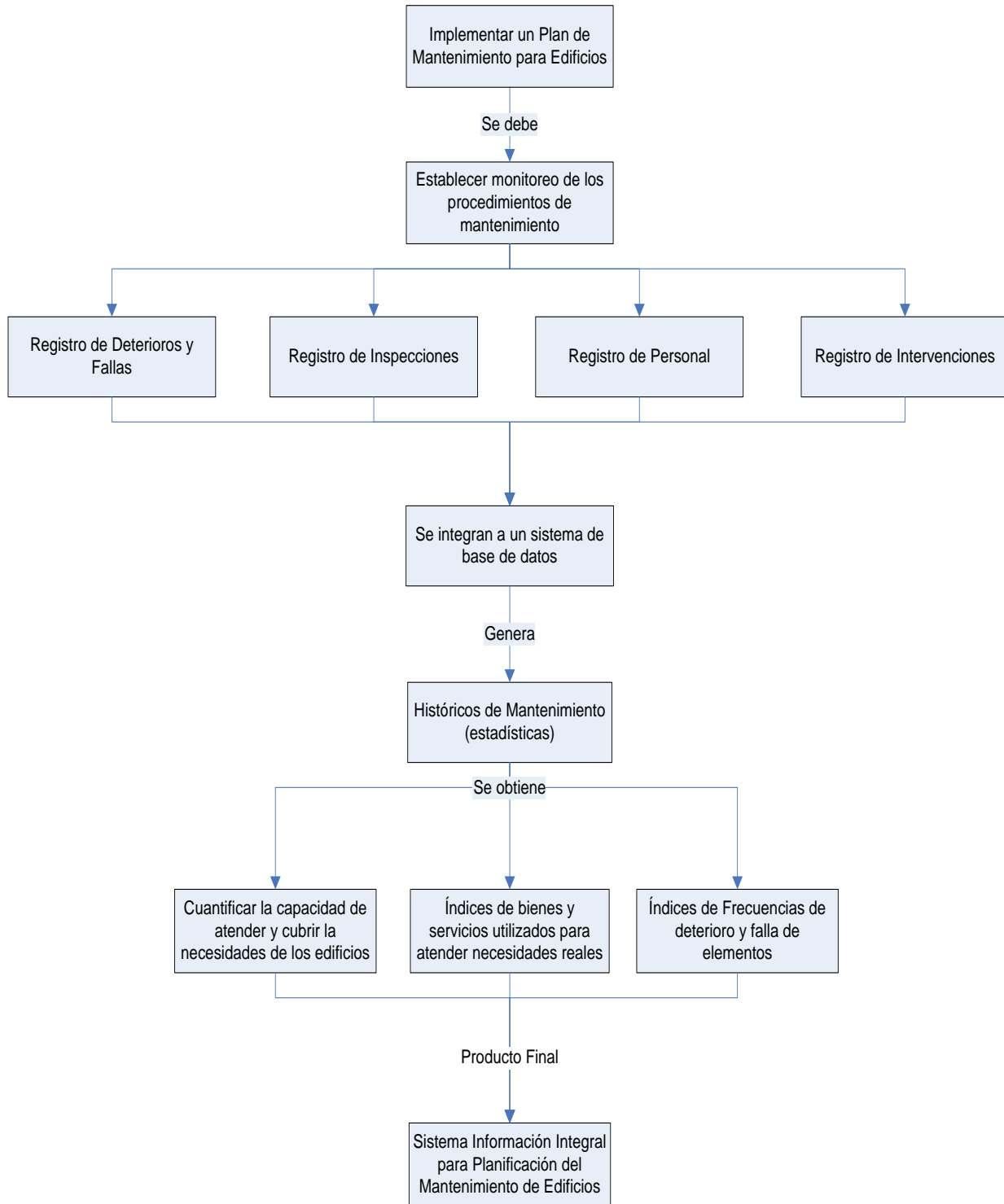


Figura 16. Estructura para implementar el plan de mantenimiento



Figura 17. Ciclo que debe seguir un plan de mantenimiento

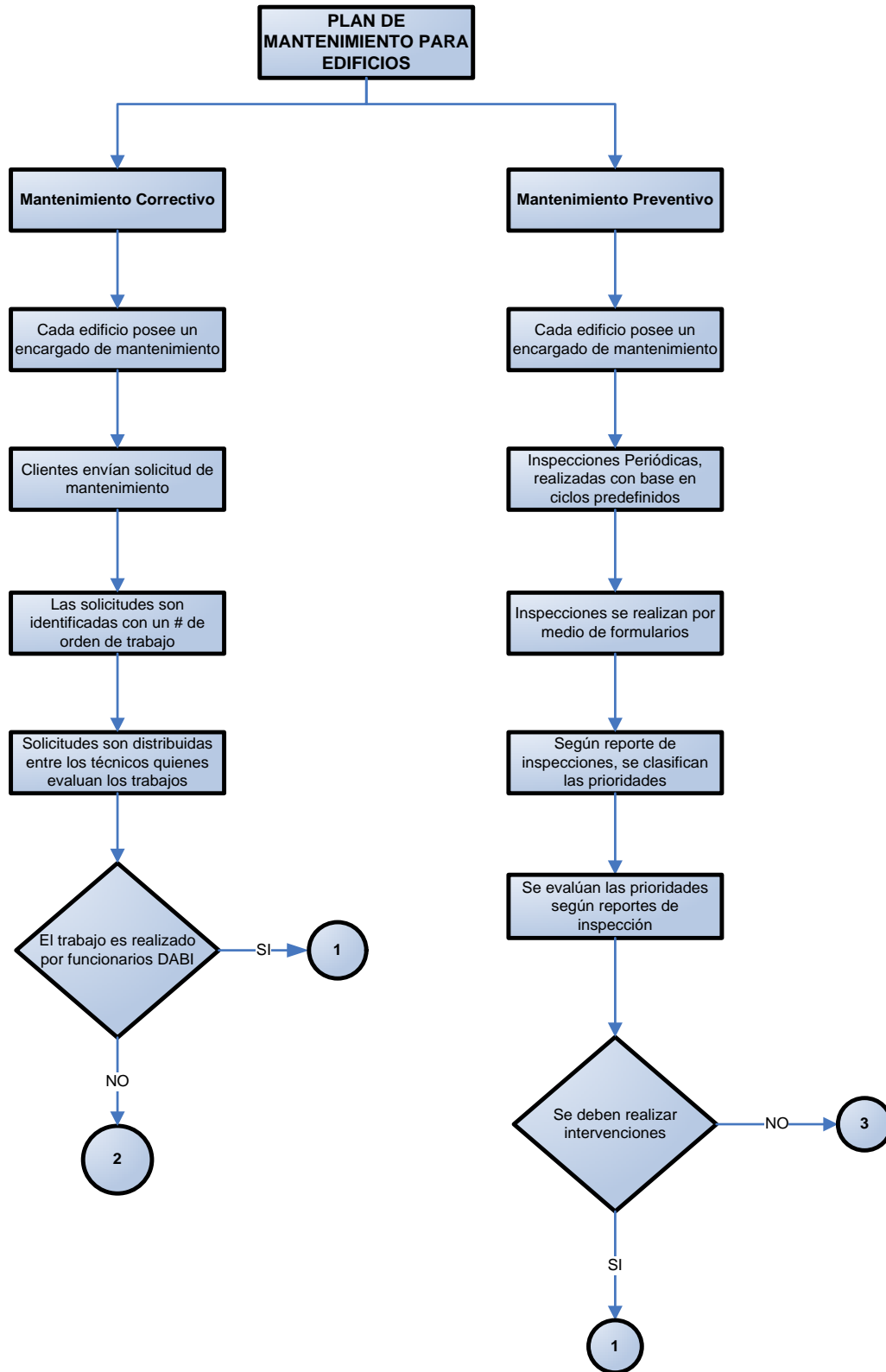


Figura 18. Procedimiento funcional del plan de mantenimiento.

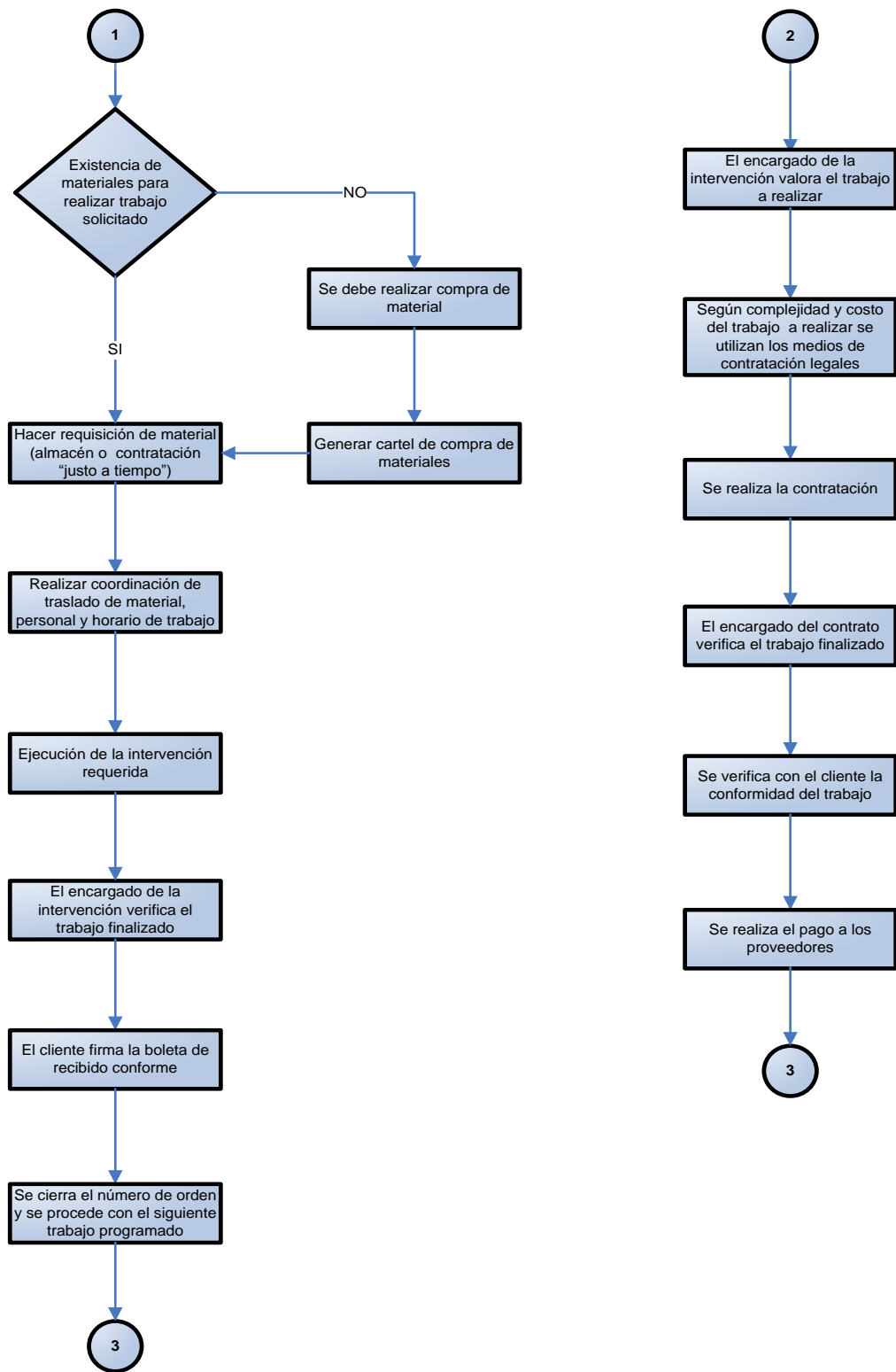


Figura 19. Procedimiento funcional del plan de mantenimiento.

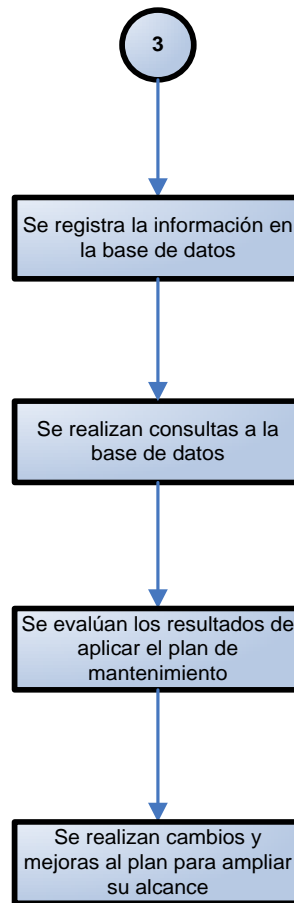


Figura 20. Procedimiento funcional del plan de mantenimiento.

El sistema de información integral para la planificación de mantenimiento de edificios, provee de productos que permiten al administrador de edificios observar los beneficios de un plan de mantenimiento y presentan

parámetros para evaluar la atención brindada a los edificios a su cargo. El Cuadro 20 presenta la información que se pueden obtener de aplicar un plan de mantenimiento.

CUADRO 20. PRODUCTOS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO	
-	Cuantificar el comportamiento de deterioro de un edificio a lo largo de su vida útil.
-	Costo por metro cuadrado ($\text{¢}/\text{m}^2$) de mantenimiento para cada edificio.
-	Cantidad y costo de bienes y servicios utilizados para atender las necesidades de un edificio.
-	Cantidad y costo de mantenimiento preventivo y correctivo empleado para atender un edificio.
-	Atender los deterioros y fallas de una edificación con anticipación, lo que permite programar las actividades de mantenimiento haciendo un mejor uso de los recursos disponibles.

Análisis de los resultados

Un plan de mantenimiento de edificios debe estar sustentando tanto en información técnica como en datos estadísticos sobre el comportamiento de cada estructura. No se puede implementar uno si no se cuenta con estos factores. Por un lado la información técnica aporta metodología para administrar el mantenimiento y está enfocada en establecer actividades normalizadas que permitan establecer procesos de planificación, coordinación y evaluación de los métodos utilizados. Para que éstos funcionen se debe tener datos (índices y estadísticas) de las actividades de mantenimiento a fin de poder evaluar el plan. Estos datos se obtienen de mantener registros históricos de las actividades de mantenimiento de cada edificio.

Un plan de mantenimiento de edificios no debe basarse únicamente en trabajar de forma preventiva, si no que ha de involucrar elementos de ambos lados, es decir, mantenimiento preventivo y correctivo, si se quiere atender de forma eficiente la infraestructura. Esto por cuanto el costo de inversión de trabajar preventivamente puede llegar a superar el costo de operar correctivamente³. Se puede observar si por ejemplo en una edificación se han fundido varias lámparas incandescentes debido a que ya cumplieron su vida útil, si se trabajara en forma preventiva únicamente se debería cambiar todas las lámparas del piso por nuevas, lo cual genera un costo mayor que el de trabajar correctivamente, es decir cambiar únicamente las lámparas fundidas, en este caso el administrador de edificios debe tomar en cuenta que el uso de la luminarias es diferente en un edificio por lo cual su vida útil es variable, entonces para realizar cualquier actividad se debe evaluar el costo de oportunidad de cada opción.

Lo más recomendable es no fijar los conceptos de mantenimiento preventivo y correctivo por separado sino hacer que uno trabaje para el otro y viceversa. El mantenimiento

preventivo se refiere a planificar actividades de inspección e intervención con el objetivo de adelantarse a la falla o deterioro de una estructura o evitar que si éstas aparecen, no logren un grado de desarrollo donde generan mayor costo de reparación. Esta parte del mantenimiento preventivo es muy funcional y su propósito es controlar el comportamiento de la infraestructura, está basada en la obtención de información del edificio y tomar decisiones con respecto del grado de deterioro presente. También parte de trabajar preventivamente aplica en intervenciones a la estructura en forma planificada y periódica, éstas van a depender en gran parte del presupuesto asignado para la conservación de cada edificio, debido a que pueden generar un costo de tiempo y dinero similar o superior al de haber trabajado correctivamente en la falla. En estos casos el administrador debe evaluar si la actividad es rentable realizarla o se puede dejar de lado y operar correctivamente cuando se presente algún deterioro.

La inversión de trabajar con mantenimiento preventivo y correctivo es muy subjetiva y depende en gran medida de las decisiones tomadas por el administrador de los edificios, se debe tomar en cuenta que se cuenta un presupuesto asignado anualmente y, por lo tanto, se debe hacer buen uso de este.

Para lograr una buena asignación de recursos se puede desglosar el presupuesto para mantenimiento en dos partes: uno para gastos de operación, el cual debe ser suficiente para cubrir las necesidades de los edificios y otro para gastos de inversión. Este último puede incluir los costos de mejorar el plan de mantenimiento así como actividades de mantenimiento preventivo que se quieran realizar para mejorar la conservación de la estructura sin que las fallas representen una amenaza para el uso normal de la estructura, es decir, que impida el desarrollo de las actividades que realizan en ella.

³ Matulionis & Freitag, 1990

Para implementar correctamente un plan de mantenimiento, se debe evaluar el modo de operación de la dependencia encargada de la conservación del inmueble. Se debe destacar las ventajas, conflictos y necesidades que posee, dado el objetivo de desarrollar un plan que pueda mejorar la atención de las necesidades del inmueble conforme con la capacidad y recursos que se disponga. Para el caso de Proceso de Ejecución Técnica del Servicio Zona Sur de la DABI, el principal conflicto radica en la incapacidad de poder calcular la cantidad de material necesaria para ejecutar el mantenimiento de los edificios. Dado que nunca se han registrado las actividades de mantenimiento y, por ende, no se tienen registros históricos de ello. Como ventaja se da que el departamento se ha preocupado por dar solución a este conflicto, para ello desarrolló una herramienta que permite consultar información de cada edificio como planos, áreas útiles y principalmente, el inventario de los elementos que los componen. Sin embargo, no cuenta con índices de mantenimiento por ello el sistema actualmente no provee solución para planificar propiamente el mantenimiento de los edificios.

De este conflicto se deriva que se deban utilizar los fondos de trabajo para operar y ello ha conllevado un exceso de uso. Otra razón por la cuál se han venido empleando los fondos de trabajo para la compra de bienes y servicios, son los atrasos que produce generar un cartel para realizar las contrataciones respectivas para comprar material (en caso de que no hubiere en el almacén). Igualmente se requiere de varios trámites para obtener los bienes necesarios lo que conlleva gasto de tiempo, sumado al modo de operación del Proceso el cuál es totalmente correctivo, generaría “cuellos de botella” en las reparaciones que se deben realizar, por lo general de urgencia. Esto sucede también aún cuando se ha comprado material para mantenimiento y se encuentra en el almacén, ya que el proceso de requisición de material no es inmediato, y genera retrasos en la adquisición de los bienes.

Una forma de enfrentar este conflicto es implementando contrataciones de “Justo a Tiempo”, para los elementos de común deterioro de una edificación y como la tipología de los edificios ICE es similar. Tipos de elementos como paneles de melamina, cielos de fibra mineral, láminas de gypsum, por citar algunos, pueden ser

incluidos en contrataciones de este tipo, esto facilita el trámite para adquirir los materiales y obtener la cantidad requerida para cubrir las necesidades de los edificios. Esto evita que se almacene mucho material en bodega que representa un gasto de almacenaje y además un posible deterioro con el tiempo y no se puedan utilizar.

Para seleccionar que bienes y servicios se incluyen en un cartel para una contratación de “Justo a Tiempo” se debe establecer la cantidad de material que requiere cada edificio para ser atendido en un plazo determinado (usualmente un año), para ello se debe contar con registros históricos de las actividades y materiales usados en la mantención de cada uno. Una limitante de un contrato de “Justo a tiempo” es que se debe establecer una buena relación con el proveedor o contratista, debido a que solo tiene a este para la adquisición del bien o servicio.

El plan de mantenimiento propuesto está enfocado en obtener registros históricos de mantenimiento con base en inspecciones periódicas para darle seguimiento al comportamiento de los elementos componentes de un edificio, estas inspecciones se deben realizar periódicamente. Para ello se utilizarían guías de ciclos de mantenimiento, para establecer frecuencias donde hacer inspecciones, así como intervenciones programadas como renovaciones y limpieza.

En el caso del edificio Torre Z se logra identificar once elementos diferentes, los cuales están agrupados de tal forma que facilitan las inspecciones, por ejemplo, para una inspección de pisos incluir la revisión de rodapié, si se inspeccionan cielos se puede revisar cornisas.

Para establecer qué deterioros y fallas presenta cada elemento se identifican los síntomas más usuales de cada tipo de elemento, con el propósito de ayudar al inspector a localizarlas visualmente, pero no implica que la inspección se aplique únicamente para localizar estas, sino que también se puedan observar nuevas fallas y deterioros e incluirlos en futuras inspecciones.

Las frecuencias de mantenimiento se basaron en recomendaciones de manuales de mantenimiento de edificios y se han modificado para normalizarlas, como resultado las frecuencias para inspeccionar elementos como: paredes, cielos y pisos, por ejemplo, coinciden entre ellas, es decir, que en una sola inspección

se realiza el levantamiento total de esos elementos, dado que es poco práctico establecer frecuencias diferentes para cada elemento. Si esto se hace, generaría una gran cantidad de inspecciones solo para recopilar información de un único elemento, lo cual implicaría un gasto innecesario de recursos y tiempo.

El levantamiento de la estructura debe ser realizado por personal capacitado en mantenimiento de edificios y que conozca el edificio por inspeccionar. Este debe hacerlo minuciosamente con los diferentes elementos que componen un edificio, con el fin de poder evaluar las causas de los problemas y recomendar posibles soluciones.

Para recopilar la información de las inspecciones se tiene un formulario que el inspector puede llenar rápidamente. Esta herramienta funciona como un reporte de la inspección y el propósito es cuantificar el deterioro de la estructura, conforme con la condición que se reporte, se puede tomar la decisión de realizar alguna intervención o programar una. De igual forma si se realiza alguna intervención, existe también un formulario para registrar lo realizado. En este se recopila la información de las actividades realizadas así como la cantidad y precio de los bienes y servicios utilizados para la solución del problema encontrado. Ambos formularios cuantifican las actividades del plan de mantenimiento y generan registros históricos.

Los reportes de las inspecciones e intervenciones deben ser almacenados para que puedan ser monitoreados. Los datos que contienen son utilizados para crear estadísticas del modo de operación de la dependencia. Un sistema gestor de base de datos como Microsoft Access prueba ser una herramienta útil para registrar estos reportes, pues permite de manera ágil y automatizada consultar los registros de la base de datos y generar reportes a partir de la información consultada. Esta base de datos incluye el registro de los edificios atendidos, el personal de mantenimiento y las guías de ciclos. Esto permite desde un programa de cómputo integrar todos los procedimientos requeridos para un plan de mantenimiento de edificios.

De esta forma se pueden realizar informes con los registros históricos de mantenimiento mensual y anual de cada inmueble, a partir de ello se cumple con el objetivo de cuantificar la capacidad de atender y

cubrir las necesidades de los edificios. Por ende, se puede obtener los índices de bienes y servicios utilizados para atender las necesidades reales de cada edificio y los índices de frecuencias de deterioro y fallas. El producto final de éstos es un sistema de información integral para la planificación del mantenimiento de edificios.

Un plan de mantenimiento debe poseer la capacidad de retroalimentarse, si no deja de ser funcional. El sistema de información integral debe actualizarse frecuentemente, para ello se debe programar y realizar las actividades de mantenimiento siguiendo los lineamientos establecidos en el plan, para luego registrarlos en la base de datos. De igual forma todas aquellas actividades de mantenimiento no contempladas en el plan, es decir los trabajos correctivos, deben registrarse en la base de datos con el propósito de que puedan ser incluidos en plan y permitan depurarlo y ampliar su alcance. Se debe mantener al día el Sistema de Inventario de Edificios, especialmente cuando se le han realizado modificaciones a la infraestructura, para evitar trabajar con datos erróneos.

Para permitir la retroalimentación se establece un ciclo que permite que la información generada de éste lo vuelva a alimentar, esto permite que el Plan pueda ser afinado y mejorado.

El alcance logrado del proyecto fue obtener un procedimiento estándar para establecer el tipo de información requerida para implementar un plan de mantenimiento de edificios. Este procedimiento señala las herramientas que se pueden emplear para que pueda ser adaptado y emulado a otras edificaciones. Además genera un método para obtener históricos (estadísticas) de mantenimiento que son el principal insumo para estructurar un plan de mantenimiento, además realizando consultas a las bases de datos del Sistema de Inventario de Edificios y el Sistema de Planificación y Control de Mantenimiento de Edificios, se puede obtener los costos por metro cuadrado de mantenimiento de cada edificio atendido por la DABI y los elementos que generan mayor costo de mantención.

Entre las limitaciones del proyecto se encuentra que mucha de la información requerida para un plan de mantenimiento no ha sido documentada. Además el plan no puede prever la

totalidad de fallas y deterioros que pueden darse en una edificación.

Para tipologías diferentes al edificio Torre Z se deben investigar los deterioros de los elementos encontrados y establecer frecuencias adecuadas para su inspección., además las frecuencias de mantenimiento están adaptadas para la subregión de San Pedro. Es necesario establecer ciclos para las otras regiones dependiendo de la ubicación, uso de las instalaciones y clima de la zona. Además una limitante de un plan de mantenimiento en general, es que para obtener resultados fieles al comportamiento de cada edificio, se requiere llevar registros a largo plazo (como mínimo un año). Para que la información generada de la base de datos pueda ser funcional.

También para implementar un plan de mantenimiento se requiere del interés y capacidad del administrador de edificios para establecerlo con una actividad normalizada.

Conclusiones

- El mantenimiento preventivo ayuda a reducir los costos de realizar reparaciones a mayor escala, mientras el costo de inversión de éste no supere el de la acción correctiva
- En un plan de mantenimiento se debe trabajar combinando acciones preventivas y correctivas, éstas van a depender del costo de oportunidad que generen cada una de ellas.
- Con base en la experiencia del personal de mantenimiento y manuales técnicos, se pueden identificar los deterioros y fallas más comunes de los principales elementos componentes del edificio Torre Z y tipologías de edificios similares.
- Las guías de ciclos de mantenimiento para edificios prueban ser una herramienta útil para programar actividades y establecer las frecuencias de mantenimiento, conforme al comportamiento de las fallas y deterioro de un edificio.
- Una contratación de “Justo a Tiempo” ayuda a agilizar el procedimiento para atender las necesidades de los edificios. Para que ésta sea funcional se debe mantener una buena relación con los proveedores y subcontratistas, además es necesario establecer una cantidad bastante aproximada de los bienes y servicios que se van a contratar, para ello se requiere de históricos (estadísticas) de mantenimiento.
- La información de una inspección se puede recopilar por medio de un formulario, a la vez se convierte en un reporte de inspección. Al registrar varios reportes se puede dar seguimiento al comportamiento de las fallas y deterioros de los diferentes elementos que componen un edificio. Según el comportamiento se pueden programar intervenciones para anticipar que una falla o prever el grado de deterioro de un elemento no alcance un desarrollo avanzado.
- Al igual que en las inspecciones existe un formulario para recaudar la información de las intervenciones (reparaciones, sustituciones/renovaciones y limpieza) de mantenimiento. Éstas pueden ser programadas (preventivas) o por medio de solicitud de mantenimiento (correctivas).
- Para obtener históricos de mantenimiento se debe establecer un monitoreo de los procedimientos de mantenimiento, lo cual se logra con base en los registros de las inspecciones e intervenciones realizadas, así como las fallas y deterioros encontrados y un registro del personal.
- De los registros históricos de mantenimiento se obtiene la capacidad de cuantificar la atención y cubrimiento de las necesidades de los edificios, además genera índices de la cantidad de bienes y servicios utilizados para atender las necesidades de una edificación, así como las frecuencias reales de deterioro y falla de elementos componentes de un edificio.
- El sistema de información integral para la planificación del mantenimiento de los edificios debe mantenerse actualizado para que el plan de mantenimiento sea funcional, esto permite también ir afinando el alcance.

- Un sistema gestor de base de datos como Microsoft Access prueba ser funcional y eficaz para crear un sistema de planificación y control del mantenimiento de los edificios, éste permite ingresar registros, consultarlos y crear informes de forma ágil y automatizada.
- El sistema de inventario de edificios de la DABI es una herramienta útil para consultar información de los edificios como el inventario, planos y áreas principalmente, ésta debe complementar al plan de mantenimiento de edificios.
- El costo anual de mantenimiento de un edificio se obtiene al registrar reportes en el sistema de información integral para la planificación del mantenimiento, para ello se debe primero implementar el plan de mantenimiento.
- El plan puede ser evaluado tomando como base las todas actividades de inspección e intervención realizadas en un plazo específico, mediante la cantidad de acciones correctivas y preventivas ejecutadas.

Recomendaciones

- Cuando se realizan las inspecciones periódicas se deben programar la revisión de la mayoría de elementos que conforman la estructura de cada piso, esto con el fin de recopilar la mayor cantidad de información posible y evitar realizar segundas inspecciones, las cuales generan un gasto de recursos y tiempo innecesario.
- Cuando se ha recibido una solicitud de mantenimiento y se vaya realizar la reparación o sustitución del elemento dañado, el inspector debe revisar el resto de elementos que se ubican alrededor de la falla para determinar si se debe aplicar alguna otra intervención.
- Priorizar el uso de contratos de “Justo a Tiempo” para aquellos materiales que se deterioran si se mantiene almacenados por mucho tiempo, es decir tienen un período de vida útil limitado.
- Para edificios que se encuentran en ubicaciones cercanas el uno del otro, se programarían inspecciones periódicas en la misma época, con el propósito de que, en caso que se deban realizar intervenciones, se puedan planificar y traer material de los almacenes y proveedores para trabajarlos en conjunto.
- Reducir el uso del fondo de trabajo para comprar grandes cantidades de bienes y servicios, usarlo para imprevistos y actividades de emergencia.
- Establecer del presupuesto para mantenimiento de edificios, un monto para realizar proyectos de inversión que permitan mejorar la planificación del mantenimiento.
- A partir de la base de datos desarrollada en Microsoft Access se puede plantear el proyecto de desarrollar un software de mantenimiento de edificios en una plataforma más robusta, y que además permita realizar consultas a través de la red.
- Incorporar profesionales en ingeniería a las labores que requieren de planificación, estructuración y coordinación del mantenimiento y las otras actividades que realiza el Proceso.

Apéndices

- Apéndice 1: Formularios de inspecciones.
- Apéndice 2: Minutas de entrevistas.

Anexos

- Anexo 1: Inventario Torre Z.

Referencias

- Arencibia, J. 2008. **CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS.** Revista de Arquitectura e Ingeniería. Matanzas, Cuba.
<http://www.empai-matanzas.co.cu/revista%20EMPAI/REVISTA3/articulo4.htm>
- Centeno, M; Gamboa, M & Prendas, F. 2008. **PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS.** Cartago: Departamento de Administración del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Comunicación Personal.
- Chacón, V. 2008. **PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS.** La Uruca: Dirección de Bienes del Banco Nacional de Costa Rica (BNCR), Comunicación Personal.
- Do Lago, P. 1997. **MANUAL PARA REPARACIÓN, REFUERZO Y PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO.** México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 148p.
- García, F. 2002. **MANTENIMIENTO Y VIDA ÚTIL DE LOS EDIFICIOS.** Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Alicante. Alicante, España.
<http://www.coaatalicante.org:8080/icce/articulo20.htm>
- Gil, B. 2005. **PROYECTO DE REFORMA DE OFICINAS.** Madrid: Agencia Española del Medicamento, 32p.
- Hay, E. 2005. **JUSTO A TIEMPO: LA TÉCNICA JAPONESA QUE GENERA MAYOR VENTAJA COMPETITIVA.** Colombia: Editorial Norma, 255p.
- Hegazy, T. 2006. Computerized System for Efficient Delivery of Infrastructure Maintenance/Repair Programs. **JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT. ASCE.** 132(1): 26-34.
- Lizano, J. 2008. **PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS.** Curridabat: Empresa Ingenierías Jorge Lizano & Asociados (IJLA), Comunicación Personal.
- Matulionis, R & Freitag, J. 1990. **PREVENTIVE MAINTENANCE OF BUILDINGS.** Nueva York: Editorial Van Nostrand Reinhold, 326p.
- Miles, D. 1978. **A MANUAL OF BUILDING MAINTENANCE VOLUME I: MANAGEMENT.** Londres: Editorial Intermediate Technology Publications Ltd, 78p.
- Quintana, L. 2004. **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA INFRAESTRUCTURA CIVIL DE EDIFICACIONES ADMINISTRATIVAS.** Informe de trabajo de graduación. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. 152 p.
- Riccucci, E. 2003. **TECNOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO.** Centro Argentino de Ingenieros. Buenos Aires, Argentina.
http://www.cai.org.ar/dep_tecnico/comisiones/CTECO/trabajos/tecno-mantenim.html