

# **Plan de mantenimiento preventivo de infraestructura en el Instituto Tecnológico de Costa Rica**



# Abstract

The following report is the development of a preventive maintenance plan for the I.T.C.R headquarters. The institution does not have a preventive plan properly planned and in most cases only apply corrective actions to the events, to carry out this work is the maintenance department of administration (D.A.M). For their preparation took into consideration the requests that came to the maintenance department of January 1 to June 30, 2007, because of this that we do not currently have a driver's record of the activities that were mostly actions remedial.

The development of the project assesses the functioning of D.A.M, according to an analysis of procedures for the processing of work orders and purchase of materials or equipment. It also evaluates the functioning of the cave. In analyzing these cases using the law from 80-20, was to identify the main hotbeds of action that must be dealt with. It is obtained by applying the plan to 46% of cases are reducing by 82.23% of the total incidence of events. These results are compiled by the preventive program for these trouble spots.

Keywords: maintenance, preventive, corrective, Pareto.

# Resumen

El siguiente informe consiste en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el I.T.C.R, sede central. La institución no cuenta con un plan preventivo debidamente planificado y en la mayoría de ocasiones solo se aplican acciones correctivas a los sucesos ocurridos, el encargado de realizar estos trabajos es el departamento de administración de mantenimiento (D.A.M). Para su elaboración se tomó en cuenta las solicitudes de mantenimiento que entraron al departamento del 01 de enero al 30 de junio del año 2007, esto debido a que actualmente no se cuenta con un control del historial de las actividades realizadas, las cuales en su mayoría fueron acciones correctivas. El desarrollo del proyecto evalúa el funcionamiento del D.A.M, mediante un análisis de los procedimientos de tramitación de las órdenes de trabajo y de adquisición de materiales o equipo. Se evalúa, además, el funcionamiento de la bodega.

Al analizar estas causas, empleando la ley 80-20, se identifican los principales focos de acción que se deben tratar, se obtiene que al aplicar el plan a un 46% de las causas presentadas se disminuye en un 82.23% el total de eventos de incidencia para elaborar así el programa preventivo.

Palabras clave: mantenimiento, preventivo, correctivo, Pareto.

# **Plan de mantenimiento preventivo de infraestructura en el Instituto Tecnológico de Costa Rica**

DANIEL BRENES UGALDE

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

Diciembre del 2007

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO .....	1
RESUMEN EJECUTIVO .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
MARCO TEÓRICO .....	5
MANTENIMIENTO.....	5
TEORÍA DE PARETO.....	6
ENCUESTA .....	8
SITUACIÓN ACTUAL .....	9
METODOLOGÍA .....	11
RESULTADOS .....	12
DIAGNÓSTICO.....	12
ORDEN DE TRABAJO .....	22
BODEGA.....	24
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	25
DIAGNÓSTICO.....	25
ANÁLISIS DE PARETO.....	26
ORDEN DE TRABAJO .....	27
BODEGA.....	27
CONCLUSIONES .....	28
RECOMENDACIONES .....	29
APÉNDICES .....	30
ANEXOS .....	31
REFERENCIAS.....	32

# Prefacio

Actualmente el Departamento de Administración de Mantenimiento no cuenta con un plan preventivo que le permita desarrollar satisfactoriamente su objetivo. Debido a esto casi en la totalidad de los casos, sólo se realizan actividades correctivas y hasta de emergencia, debido a que las situaciones no se pudieron tratar con su debida anterioridad. Esto repercute en la insatisfacción presentada por diversos funcionarios de los distintos departamentos de la institución debido a que afectan su lugar de trabajo. Además en ocasiones, ciertas solicitudes consideradas relativamente sencillas o rápidas de ejecutar tardan un tiempo considerado como excesivo y ello genera malestar.

El desarrollo del proyecto pretende dar a conocer la situación real de la infraestructura del TEC, en especial del área civil y ciertos elementos principales del área electromecánica. Actualmente la institución posee edificios que han sufrido adecuaciones ante las demandas exigidas por la época y las nuevas necesidades, esto demanda una valoración real de dicha infraestructura.

El proceso de creación de un plan de mantenimiento preventivo permite la identificación de los principales focos o centros problemáticos que inciden en el deterioro de la infraestructura de la institución. Debido a ello el plan se centra en el establecimiento de ciclos de ejecución de las labores preventivas. La realización de estos ciclos incluye principalmente labores de inspección de las actividades y de las acciones que se deben desarrollar si fuere necesario (dependiendo de cada caso).

Finalmente se le agradece al Departamento de Administración de Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica así como a los coordinadores y supervisores de las áreas civiles y electromecánicas por la colaboración e información brindadas y los recursos aportados. A la ingeniera Giannina Ortiz, quien llevo a cabo la dirección y enfoque, profesora de la Escuela de Ingeniería en

Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica y especialmente a Dios por permitirme llegar a este punto al desarrollar el proyecto.

# Resumen ejecutivo

El Departamento de Administración de Mantenimiento del I.T.C.R tiene como objetivo fundamental la administración y la planificación de los trabajos de mantenimiento para la institución. Debido a que el departamento no cuenta con una planificación ordenada y bien establecida ha caído en la realización, casi exclusiva de actividades correctivas, algunas del tipo “apaga incendios”. A esto se une un campus muy extenso con muchos departamentos y áreas, y más de cincuenta edificios en condiciones variadas, desde edificios con más de treinta años hasta edificios recién construidos. La cantidad de solicitudes tramitadas por día es muy extensa y no se cuenta con el suficiente personal para realizar una labor de atención eficiente y efectiva.

El D.A.M no cuenta con historiales o registros de actividades de mayor incidencia de años atrás. Por eso para desarrollar el plan se tomaron las solicitudes de mantenimiento de los primeros seis meses del año 2007. Estas solicitudes fueron clasificadas en una serie de actividades, se dividieron en actividades correctivas o preventivas y el área de acción, sea civil o electromecánica, así como el número de veces que incidieron durante ese periodo. Posteriormente para su análisis se empleó la Teoría de Pareto o ley 80-20, esto para la identificación de los principales focos de actividades de mayor incidencia durante ese período. Como resultado se obtiene la identificación de once actividades críticas, las cuales están generando el 82.23% del total de eventos de incidencia en este periodo.

Conjuntamente con la realización de lo anterior se realizaron visitas a los edificios de la institución, para evaluar su estado. Debido a la gran cantidad de edificaciones se tomó una muestra significativa de veinte edificios, los cuales se visitaron, se fotografiaron y se conversó con los funcionarios para conocer la situación en

la que se encuentran. Para conocer un poco más a fondo se aplica un pequeño sondeo de opinión, esta permitirá tener una evaluación clara sobre la situación actual.

Con los resultados obtenidos tanto del análisis de las solicitudes como de la evaluación de los edificios visitados, se elabora un plan de mantenimiento preventivo. El plan se enfoca en las actividades encontradas como críticas así como para otras que durante las visitas a cada uno de los edificios también son consideradas como importantes y que al aplicar el análisis de Pareto no se considera como tal. El plan está enfocado en el establecimiento de ciclos de trabajo anuales y en establecimiento de actividades de inspección y acción. Lo anterior se resume en la elaboración de unos cuadros de aplicación de mantenimiento preventivo, en los cuales se define la actividad, ciclo y labores de inspección y acción, unido a esto se le brinda un tiempo promedio de ejecución dependiendo de la unidad asignada y una lista general del material, equipo y repuestos mínimos a necesitar. Finalmente se presenta un cronograma de actividades en donde se muestra en un periodo de un año, la ejecución de las labores de mantenimiento, el cronograma solo muestra el proceso de ejecución de un ciclo de mantenimiento.

# Introducción

El I.T.C.R es una institución estatal de enseñanza superior, tiene más de treinta años de servicio en la formación de profesionales en diversas ramas de la ingeniería. Su campus central ubicado en la provincia de Cartago posee una gran variedad de edificios, algunos muy antiguos (desde su apertura en junio de 1971), hasta algunos recientemente construidos y otros que prontamente se edificarán debido a mayores exigencias de especialización y mejoras que recibe la institución.

Durante el transcurso de los años las primeras edificaciones han pasado por diversos procesos de evolución, a la mayoría se les ha hecho remodelaciones para adecuarse a nuevas y mayores demandas. Tenemos el caso de los edificios del B4 al B7, los cuales al principio de su vida útil fueron aulas con pasillos y ahora ya no son aulas y la necesidad de mayor espacio hizo que se tomara el espacio de los pasillos para instalar más oficinas. También el caso del A1 en donde departamentos como Recursos Humanos o Auditoria Interna han aumentado la cantidad de personal y han tenido que adaptarse al mismo espacio.

La infraestructura del I.T.C.R no muestra una variedad muy significativa. Presenta edificios construidos similarmente y con los mismos detalles. Tal es el caso de los edificios B1, B2, B3, B4, C1, los cuales junto con los F1, F2, F3, F4, F5, son de concreto y de doble planta, con los mismos acabados internos y externos. Debido a esto sus necesidades de mantenimiento son comunes. Entre las cuales se pueden citar: los cuartos de baño, goteras, cielos rasos dañados y paredes de alto tránsito muy desgastadas. También la institución cuenta con ciertas obras especiales que necesitan un cuidado diferente, tal es el caso del tanque elevado de agua potable, edificios altos como el A2 y C4, un lago y una

planta de tratamiento de aguas negras, además de la biblioteca y la soda- comedor, los cuales son edificios que requieren cierto grado de detalle en su mantenimiento y una evaluación muy específica como es el caso de la planta de tratamiento o el tanque elevado, que por motivos de tiempo no se tomarán en cuenta detalladamente para la realización del presente informe.

El D.A.M, es el departamento creado por el I.T.C.R para realizar las labores de mantenimiento, sean correctivas o preventivas. Forma parte directa de la rama de la vicerrectoría de administración<sup>1</sup>.

Con el desarrollo de un adecuado plan de mantenimiento se puede aprovechar eficientemente los recursos del departamento. Ya que permite la identificación de ciertas labores reincidentes, las cuales tratadas desde la raíz del problema se lograrían disminuir. Se puede tener una idea también de las necesidades de equipo o herramientas especializadas para ejecutar ciertas tareas.

El objetivo general de este trabajo fue elaborar un plan de mantenimiento preventivo de infraestructura civil en el campus central de Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Entre los objetivos específicos se tendrán los siguientes:

Evaluar las condiciones actuales de los edificios.

Recopilar información de las órdenes de trabajo revisadas en los primeros seis meses del año 2007.

Analizar mediante la teoría de Pareto las causas más frecuentes que ocasionaron estas solicitudes de trabajo.

Establecer prioridades sobre las medidas y los tiempos de acción para cada una de las causas encontradas.

Evaluar el equipo y herramienta con que cuenta el Departamento de administración de

---

<sup>1</sup> Ver referencia 2

mantenimiento para enfrentar los trabajos de mantenimiento requeridos, así como las recomendaciones acordes con las necesidades presentadas.

Proponer las medidas por tomar para la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo.

## Alcances y limitaciones

Durante el desarrollo del proyecto se pretende crear un plan de mantenimiento preventivo que abarque sólo la infraestructura civil. No se pretende entrar profundamente en las áreas eléctricas y mecánicas, las cuales no competen exclusivamente al ingeniero en construcción, pero este si las debe considerar al elaborar el plan.

Se analizará la forma de actuar del Departamento de Administración de Mantenimiento ante la gran cantidad de solicitudes que reciben diariamente. Con esto se pretende evaluar las fortalezas y debilidades del departamento para así lograr un mejor desempeño del mismo.

Con el desarrollo del plan de mantenimiento se pretende dar a conocer la situación actual del TEC y las alternativas para solucionar estos problemas con los medios con que se cuenta. También abarcará el campo del equipo disponible por parte del Departamento de administración de mantenimiento para realizar su labor, considerando además el recurso humano. Se evaluará la forma de almacenamiento de los materiales y procedimiento de requisición y se darán las recomendaciones respectivas.

## Exclusiones

El desarrollo del proyecto es elaborado tomando solo como área de acción el Campus Central del I.T.C.R, con sede en Cartago. No se incluyen las sedes regionales del TEC en San José y San Carlos.

## Limitaciones

Entre las limitaciones encontradas se cita la falta de colaboración por parte de ciertos funcionarios de ciertos Departamentos, los cuales no quisieron comentar o hablar del tema. El tiempo es un limitante debido a que solo se consideró una muestra significativa de edificios y no todos, debido a que esto necesita mayor tiempo.



# Marco teórico

## Mantenimiento

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes es necesario el control, el planeamiento del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana. Esto con el objetivo de lograr una reducción de costos y tiempos de dichas actividades de mantenimiento

Para poder cumplir con su objetivo, el mantenimiento se puede dividir en dos grandes tipos: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo o predictivo. El correctivo se efectúa cuando las fallas ya han ocurrido o es evidente el deterioro y el preventivo se efectúa para prever posibles fallas basadas en parámetros de diseño y condiciones de trabajo o uso y en observaciones que indiquen su tendencia.

### Mantenimiento correctivo<sup>2</sup>

El mantenimiento correctivo puede ser rutinario o de emergencia. El rutinario consiste en la corrección de fallas las cuales no están afectando significativamente al sistema. El mantenimiento de emergencia se origina por fallas muy notables las cuales deben ser corregidas en un plazo breve. En el caso de infraestructura civil el mantenimiento de emergencia es el más frecuente, como por ejemplo actividades de sustitución de piezas sanitarias o de láminas de cielo raso y otras más. Estas se realizan cuando piezas ya han aportado su máximo de vida útil y como consecuencia fallan u ocasionan problemas de fugas de agua o huecos respectivamente.

Este tipo de mantenimiento prevalece en el medio latinoamericano, muchas instituciones o

empresas carecen de un mantenimiento planificado. Se debe destacar que las soluciones o acciones que se tomen en un mantenimiento correctivo son temporales y se hace necesaria una corrección permanente.

### Mantenimiento preventivo<sup>3</sup>

Como se mencionó, anteriormente el mantenimiento preventivo tiene como fin encontrar y corregir problemas mayores antes de que estos ocasionen una falla. En los proyectos de infraestructura muchas veces las empresas ponen énfasis en las partes de diseño, construcción y uso, pero olvidan que la obra realizada necesita rutinas de revisión para verificar su estado y desgaste debido al uso y al transcurrir del tiempo. Al principio de la vida útil de cualquier obra recién construida las labores de mantenimiento serán mínimas debido a que se encuentra nueva y por eso descarto un mantenimiento preventivo en esta etapa, pero, no se fija un periodo en el cual se empezará a realizar un mantenimiento debidamente planificado, hasta que no ocurra alguna eventualidad que provoque una medida correctiva de emergencia.

La característica principal del mantenimiento preventivo es que lleva un trabajo de diseño y planeación para prever y anticiparse ante cualquier eventualidad. Como producto de esta labor de diseño está la programación de rutinas con frecuencia calendario de ciertas actividades consideradas importantes para evitar posibles fallos.

---

<sup>2</sup> Notas tomadas de pagina web, ver referencia 4

---

<sup>3</sup> Ver referencia 4

Lo primero que se debe hacer en un programa de mantenimiento preventivo es el alcance, definir los edificios considerados más críticos o importantes. Se debe obtener información real del estado en que se encuentran las instalaciones o si requerirá de algún tipo de inversión para llevarlas a su estado óptimo. La forma más recomendable de medir la condición en la que se encuentra cualquier edificio es mediante la observación directa, visitar el sitio para evaluar ciertas áreas o actividades específicas. Esta valoración se realiza de manera muy objetiva pues cuantificar las fallas o daños mediante la observación supone una apreciación exclusiva por parte del evaluador o grupo evaluador. Unido a la visita se encuentra la conversación y preguntas a los funcionarios o personas que han estado laborando en el edificio y que conocen detalladamente las labores de mantenimiento que se han realizado con anterioridad y las que puedan estar afectando en el presente.

El plan de mantenimiento debe indicar ventajas y beneficios de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo.. Entre las ventajas y beneficios de un programa de mantenimiento preventivo se pueden citar:

- o *Reducción de fallas*, si se presentan muchas fallas no se dispondrá de tiempo para el mantenimiento programado.
- o *Incremento de la vida útil del edificio*, si se aplicara fielmente el plan preventivo se tiene más vida útil que si solo se empleara un mantenimiento correctivo.
- o *Mejor utilización de recursos*, relacionado con lo que se hace y cómo debe hacerse.
- o *Reducción de inventarios*, debido a que se sabe por anticipado qué materiales se necesitan.
- o *Seguridad*, se puede contar con edificios seguros ante cualquier eventualidad.
- o *Carga de trabajo*, la cual se puede distribuir más equitativamente entre los trabajadores.

Luego de reunir la mayor cantidad de datos posible se debe proceder a la fase de elaboración del plan de mantenimiento. El cual debe incluir un listado de los procedimientos de rutina que se aplicarán. Estos procedimientos se aplicarán a las actividades previamente visitadas y evaluadas en el sitio. Los procedimientos deben incluir la frecuencia con la cual se realizarán las inspecciones u las actividades seleccionadas,

para determinar si se aplica la labor de mantenimiento. En esta fase de planeación se deben de medir los recursos disponibles para realizar dichas actividades, sean principalmente: materiales, equipo y personal.

Un mecanismo de control del mantenimiento preventivo es la elaboración de un sistema de priorización adecuado para controlar la secuencia con que se realizan las actividades; esto permite establecer un orden lógico de las actividades por realizar. También se debe de hacer una estimación sobre la magnitud de los trabajos por realizar para poder elaborar un programa de trabajo que relacione el tiempo y personal disponible.

Un punto muy importante, y a veces dejado de lado durante la realización de un plan de mantenimiento preventivo, es la medición de los resultados. Esto se realiza haciendo preguntas como:

¿Cuántas órdenes de trabajo de emergencia se han emitido durante el mes?

¿Cuánta es la relación entre las actividades de mantenimiento preventivo y el resto del total?

Se debe tener presente que el plan de mantenimiento es activo, debe ser revisado constantemente para así poder reajustarlo.

## Teoría de Pareto<sup>4</sup>

El nombre de Pareto fue dado por el doctor Joseph Juran en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quién realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en él descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

---

<sup>4</sup> Véase referencia 5

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar, mediante la observación, los aspectos significativos de un problema, desde los triviales, de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que para reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas. Su aplicación es recomendada para:

- Identificar oportunidades de mejoramiento.
- Identificar un producto o servicio para el análisis y mejorar la calidad.
- Llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática y necesaria.
- Analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).
- Clasificar los datos por categorías.

La gráfica es útil porque permite identificar visualmente las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos. En relación con los estilos gerenciales de resolución de problemas y toma de decisiones, se puede ver como la utilización de esta herramienta puede resultar una alternativa excelente para un gerente de estilo “bombero”, quien constantemente a la hora de resolver problemas sólo “apaga incendios”, es decir, pone todo su esfuerzo en los “problemas comunes”.

Esta teoría es importante porque abarca aspectos que permiten; en el nivel de producción y servicios: mejorar la calidad, evaluar resultados de procesos, comparar el antes y después. También ayuda a buscar las causas principales de los problemas y a establecer prioridades en la solución de dichos problemas.

## Pasos para aplicar el método

La forma de aplicación consiste en una serie de pasos a saber:

- Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo).
- Reunir datos.
- Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor.
- Totalizar los datos para todas las categorías.
- Calcular el porcentaje del total que cada categoría representa.
- Trazar los ejes horizontales (**x**) y verticales (**y** primario - **y** secundario).
- Trazar la escala del eje vertical izquierdo para frecuencia (de 0 al total, según se calculó anteriormente), de izquierda a derecha trazar las barras para cada categoría en orden descendente. Si existe una categoría “otros”, debe ser colocada al final, sin importar su valor. Es decir, que no debe tenerse en cuenta al momento de ordenar de mayor a menor la frecuencia de las categorías.
- Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 y hasta el 100%
- Trazar el gráfico lineal para el porcentaje acumulado, comenzando en la parte superior de la barra de la primera categoría (la mas alta)
- Dar un título al gráfico, agregar las fechas de cuando los datos fueron reunidos y citar la fuente de los datos.
- Analizar la gráfica para determinar los “focos vitales”

## Interpretación y análisis del gráfico

El gráfico de barras enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua. Dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el Diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías. Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la

misma altura. Otra dificultad es que se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad, por lo que un buen análisis e interpretación depende en su gran mayoría de un buen análisis previo de las causas y posterior recopilación de datos. Un ejemplo de cómo es el diagrama, se muestra a continuación.

Problema: reclamo sobre defectos en la fabricación de puertas.

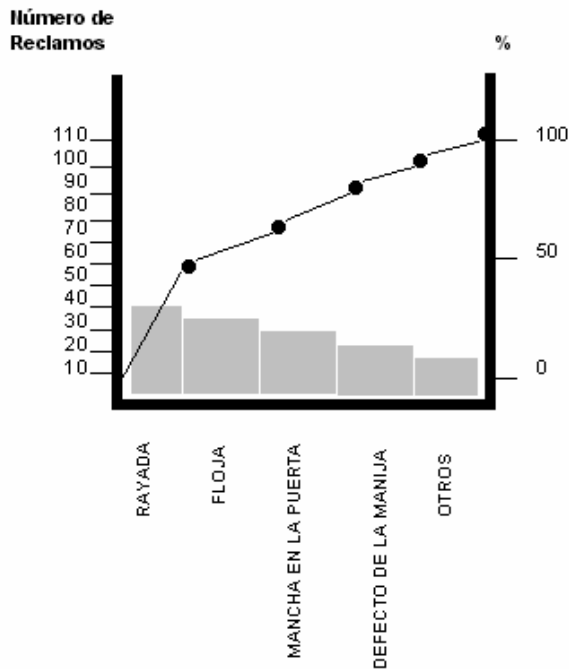


Figura 1. Muestra de un diagrama de Pareto.

que piensa un número de individuos de un determinado grupo sobre un determinado tema.

Para la ejecución de este proyecto se aplicará la encuesta tipo "sondeo de opinión"; se aplicará a diversos funcionarios del I.T.C.R. escogidos aleatoriamente. El objetivo propuesto es conocer que clase de mantenimiento han solicitado al D.A.M (Departamento de Administración de Mantenimiento) y como ha sido la respuesta de este.

## Encuesta<sup>5</sup>

Una encuesta es un conjunto de preguntas formuladas normativamente, va dirigido a una muestra representativa de una población o instituciones, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos. Su objetivo es recolectar información estadística indefinida, mientras que los censos y registros vitales de población son de mayor alcance y extensión. Existen varios tipos de encuesta, entre ellos: por "muestreo", "sondeo de opinión", este último se utiliza solo para recolectar algunos datos sobre lo

<sup>5</sup> Véase referencia 7

# Situación actual

El Instituto Tecnológico de Costa Rica cuenta con el Departamento de Administración de Mantenimiento (D.A.M). El cual tiene como objetivo general el velar por la conservación y seguridad de los bienes muebles e inmuebles, así como del mantenimiento de servicios básicos de agua, electricidad y teléfonos, necesarios para el desarrollo de actividades y fines de la institución. Esto significa que el departamento debe darles mantenimiento a los sistemas eléctricos, mecánicos, equipos e instalaciones. También está, bajo su responsabilidad, el mantenimiento de toda la planta física, zonas verdes y planta de tratamiento de aguas negras del I.T.C.R. En procura de la seguridad e higiene del espacio laboral. El departamento depende directamente de la Vicerrectoría de Administración.

El D.A.M está dividido en tres áreas de acción principales: mantenimiento civil, mantenimiento electromecánico y oficina de seguridad e higiene industrial. La parte civil es responsable del buen estado y conservación de la planta física, caminos, áreas verdes y operación de la planta de tratamiento. La parte electromecánica es responsable del mantenimiento, conservación y disponibilidad de los equipos e instalaciones eléctricas y mecánicas. La oficina de seguridad tiene bajo su responsabilidad el bienestar de las condiciones ambientales y de seguridad para los trabajadores y estudiantes. Actualmente el departamento consta de treinta y nueve personas distribuidas en las áreas civil, electromecánica, seguridad y administración. A su vez el área civil y electromecánica se encuentra subdivididos en talleres de trabajo.

El área civil se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- Zona verde: 11 personas
- Carpintería y albañilería: 2 operarios
- Pintura: 2 operarios
- Manejo del tractor: 1 operario

- Dirección: 1 supervisor, 1 coordinador y 1 coordinador de soporte.

En total diecinueve personas.

El área electromecánica se estructura así:

- Electricista: 2 operarios
- Fontanería: 2 operarios
- Telefonía: 1 operario
- Redes: 1 operario
- Mecánica: 1 operario
- Aire Acondicionado: dos operario
- Soldadores: dos operarios
- Dirección: un supervisor y un coordinador

En total dieciséis personas

La oficina de seguridad cuenta con un coordinador y a nivel de jefatura del departamento un director, una secretaria y un bodeguero.

El proceso de recepción de las órdenes de trabajo es vía intranet. En la mayoría de los departamentos las solicitudes son enviadas a través de la secretaria. Se puede destacar que las órdenes de trabajo no presentan orden de prioridad, salvo el que le asigne el coordinador o supervisor. Esto quiere decir que al momento en que la orden es aprobada entra a una cola hasta que el operario cumpla con las que están por delante. Debido a que la institución cuenta con muchos departamentos y escuelas, la cantidad de solicitudes recibidas diariamente es muy grande. A esto se le une que la institución cuenta con edificios antiguos de alrededor de treinta años de vida útil y con solamente el personal descrito anteriormente. Esto genera que algunas veces las solicitudes deban esperar bastante tiempo antes de que se le de una respuesta o solución.

## Sondeo de opinión

Para conocer la opinión de los funcionarios del I.T.C.R se procedió a la aplicación de un pequeño sondeo de opinión. Como resultado se encontró que entre los problemas más solicitados se encuentran comunes:

- Electromecánica: reparaciones eléctricas, cambio de fluorescentes y desatorar los servicios.
- Civil: reparación de llavines, goteras y pintura interior.

El tiempo de respuesta para la mayoría de estas solicitudes osciló entre dos ó tres semanas y algunas hasta un mes o más. Debido a esto todos coincidieron que el tiempo de respuesta no fue el adecuado debido a que algunas veces la necesidad es urgente como la reparación de llavines o cambio de fluorescentes y tardan mucho en responder por lo tanto la solicitud es enviada varias veces. Debido a esto los funcionarios califican al departamento con un desempeño regular en el desarrollo de sus actividades. Muchos coinciden que el departamento debe de ser más eficiente al ejecutar actividades relativamente pequeñas, las cuales pueden ser realizadas en unas pocas horas o en pocos días y no tardar varias semanas en realizarla.

Entre las posibles soluciones que los mismos funcionarios proponen para que el departamento desarrolle sus funciones mejor están: una mayor organización del trabajo para aumentar la eficiencia de los trabajos que son relativamente sencillos; la creación de un plan de mantenimiento preventivo debidamente planificado y la agilización del proceso de tramitación de las solicitudes de mantenimiento. Entre otros aspectos anotados se destaca la contratación de servicios externos para la realización de ciertas actividades específicas.

# Metodología

La elaboración del plan inició con una identificación de todos los edificios que forman el campus del I.T.C.R, sede central, esto, mediante la observación de una planta de conjunto. Se observó que las instalaciones son muy extensas, con una gran cantidad de edificios. Debido a ello se procedió a considerar una muestra representativa de edificios para realizar el análisis. Los edificios seleccionados fueron del A1 al A5, B1 al B7, C1 al C4, C10 y D1 al D3. Con esta escogencia se están considerando edificios de distintos usos como: administrativos, oficinas, aulas, biblioteca, soda-comedor, laboratorios.. Esta muestra consta de veinte edificios a los cuales se les realiza una visita para un levantamiento de la información de su estado civil y de ciertas áreas de electromecánica.

Durante estas visitas se mantuvo conversaciones con varios funcionarios que laboran en los departamentos de dichos edificios, con el fin de conocer qué problemas o necesidades requieran mantenimiento, han tenido o tienen actualmente.

Además a algunos de ellos se les aplicó un pequeño sondeo de opinión, conformado por cinco preguntas. Todo esto con el fin de obtener la situación actual dentro de la institución con respecto al mantenimiento.

Conjuntamente con esta labor de inspección se procedió a realizar un registro histórico de las actividades de mantenimiento realizadas del 01 de enero al 30 de junio del año 2007. Esto debido a que el departamento no cuenta con un registro o control donde se pueda tener actualmente las órdenes tramitadas. Se considera solamente este periodo de seis meses debido a la gran cantidad de solicitudes que llegan al departamento por día. Estas solicitudes se clasifican por departamento, fecha, unidad, descripción y actividad.

Estas solicitudes son analizadas mediante la Teoría de Pareto o también conocida

como ley 80-20. Como resultado se obtuvieron las actividades más críticas o las que generan la mayor cantidad de problemas. Con base en los datos recopilados y visitas a los edificios se plantea el plan de mantenimiento preventivo para atacar estas actividades de mayor incidencia y otras más.

El plan de mantenimiento es formulado con base en una investigación bibliográfica y consultas a profesionales del departamento de administración de mantenimiento. Mediante la revisión catálogos de materiales se establece la frecuencia con la cual se debe realizar el mantenimiento así como, las acciones de inspección y acción por llevar a cabo.

# Resultados

## Diagnóstico

La elaboración del diagnóstico del campus del I.T.C.R considera una evaluación de elementos arquitectónicos y ciertos electromecánicos. Además se realiza solamente para una muestra de edificios. Esto debido que el campus está compuesto por más de cincuenta edificios y una evaluación individual sería muy extensa; por ello la muestra analizada consiste en veinte edificios. Estos fueron escogidos principalmente del área central del campus, en donde se encuentran las áreas de administración, aulas de gran demanda de utilización diaria y ciertos edificios estratégicos como lo son la soda-comedor, biblioteca y laboratorios de física y química.

Se elaboraron cuadros de diagnóstico (ver apéndice 1, cuadros 3 a 54), en donde se establecen quince (15) actividades por evaluar en cada uno de los edificios en la muestra. Es importante destacar que la mayoría de los edificios seleccionados fueron construidos hace mas de treinta años (1971) y han pasado por varias etapas de uso, según las nuevas demandas del medio; por ello su evaluación debe ser detallada en cuanto a: estado del edificio, unidades, cantidades por reparar y acciones por realinear como se detalla en los cuadros de diagnóstico.

### Edificio A1

El edificio A1 está totalmente dedicado a la administración, en la primera planta se encuentran los Departamentos de Auditoría Interna, Recursos Humanos, Financiero contable y Vicerrectoría de Administración. En la segunda

planta se ubican la Rectoría, Asesoría legal y Vicerrectorías de Docencia e Investigación y Extensión. En general se encuentra en buenas condiciones, a continuación se detallan algunos aspectos encontrados (ver apéndice 2, figuras 5 a 14).

- La última grada de abajo hacia arriba se encuentra inclinada debido a que se le desprendió una parte.
- La presencia de goteras es muy común a lo largo del edificio, en conversaciones con los funcionarios este problema no se ha podido corregir adecuadamente debido a que las mismas persisten. Esto genera que cielos rasos recién colocados o pintados se encuentren manchados, llenos de hongos o cóncavos.
- Varios departamentos de la planta baja como Auditoría Interna y Recursos Humanos, presentan un problema de hacinamiento. La falta de espacio y la poca ventilación crean un ambiente no muy confortable para los trabajadores.
- El sistema de cableado de red en algunos sectores no se encuentra debidamente canalizado, pasan por las paredes y el piso de una forma desordenada.
- En algunas oficinas se nota la necesidad de más tomacorrientes, por lo que han tenido que utilizar regletas para la instalación de equipos
- Las celosías del segundo nivel no se pueden abrir debido a que se encuentran trabadas, esto debido a problemas de herrajes torcidos o quebrados.
- El edificio no cuenta con un adecuado sistema de emergencias.



## Edificio A2

Este es uno de los pocos edificios de tres niveles que posee el TEC. En el primer nivel se encuentra la Sala de desarrollo, en el segundo nivel el Centro de cómputo y en el tercer nivel la Escuela de Ingeniería en Computación. A principios del año 2007 este edificio sufrió un gran problema, al introducirse el agua proveniente de las canoas al interior del edificio poniendo en peligro los equipos del Centro de cómputo y deteriorando ciertos elementos. Presenta deterioros notables en ventanería, divisiones internas y acabados externos. Los aspectos más destacados son (ver apéndice 2, figuras 15 a 25).

- El tercer nivel presenta serios problemas en ventanería, cielos y divisiones livianas. Faltan bastantes celosías internas y hay un ventanal quebrado debido a una piedra desde principios de año que no se ha sustituido. Las divisiones internas al ser de láminas de plywood están reventadas, con huecos debido al cableado telefónico, se nota la ausencia de tapas para cubrirlos.
- Hay un sanitario con problemas de fugas de agua, el inodoro no se está utilizando debido a que el agua cae en el segundo piso.
- Externamente el edificio necesita ser pintado. La pintura anterior se encuentra desprendida y muy deteriorada. En la parte trasera del edificio la presencia de árboles de gran altura ocasiona la formación de moho.
- Hay muchos faltantes de láminas de cielo raso en el tercer nivel, debido a reparaciones de cielos e instalaciones por problemas del agua llovida.
- No se cumple con la ley 7600 para el tercer nivel, la cual consiste en la creación de espacios físicos que faciliten el traslado de personas que presenten alguna discapacidad física, tal es el caso de rampas, barandas, elevadores.

## Edificio A3

En la primera planta se ubican los Departamentos de Admisión y Registro además del Centro de Salud y Odontología. La segunda

planta se encuentra el Departamento de Orientación y Psicología. Los aspectos de baja calificación son en este edificio ciertos acabados internos y externos. Esto se detalla en las figuras 26 a 34 del apéndice 2. A continuación se detallan algunos aspectos.

- Se nota principalmente la presencia de goteras, debido a que el cielo raso presenta manchas.
- Las divisiones metálicas de los baños están muy herrumbradas y deterioradas, generando un ambiente no muy aseado en los sanitarios del primer nivel.
- Externamente el edificio está sucio, le falta un poco de limpieza, hay paredes rayadas. La parte de concreto expuesto tiene presencia de moho negro, también la presencia de árboles cercanos puede generar este moho.

## Edificio A4

En la primera planta se encuentra la Escuela de Física y la antigua Escuela de Ciencias del Lenguaje. En la segunda planta se ubican las escuelas de Matemática y Ciencias sociales. Su condición es relativamente buena. A continuación se detallan los aspectos más importantes (ver apéndice 2, figuras 35 a 41)

- La pintura interna deteriorada, principalmente en la zona de las gradas en donde los rodapiés también se encuentran dañados.
- Las divisiones livianas en las escuelas de Física y Matemática están abombadas y algunas desprendidas.
- Las divisiones de los baños del segundo nivel se encuentran muy herrumbradas y nunca se les ha dado mantenimiento.
- Los cielos externos, en la zona de los aleros, tienen hongos en algunos sectores, puede ser por la humedad o que las canoas están dejando pasar el agua.
- Los sanitarios para estudiantes, en el segundo nivel, presentan un desgaste en los tanques, por lo que están propensos a quebrarse con cualquier golpe; piezas

sanitarias de orinales están herrumbradas. También los desagües que se encuentran en el piso se encuentran obstruidos, las descargas en los inodoros y orinales son lentas.

- Externamente el edificio se encuentra muy sucio la causa es el barro pegado cuando el agua salpica en los alrededores del edificio. Además la pintura exterior se ha desprendido en ciertas partes y se encuentra algo desgastada.
- Las mangueras y tuberías que forman parte del sistema de aire acondicionado se encuentran dañadas, los recubrimientos de una especie de "hule" de las tuberías se encuentran desprendidos.

## Edificio A5

En donde se encuentra ubicado el Centro de Investigaciones en Computación. Este es un edificio con buenas condiciones. Los problemas encontrados se presentan a continuación (ver figuras 42 a 46 del apéndice 2).

- El problema principal son las filtraciones en el segundo piso, en la sala de cómputo. Estas filtraciones son a través de la losa de concreto que se encuentra encima
- Los cielos de los aleros son de madera y se nota la formación de marcas debido al agua.
- Los baños se encuentran rayados por lo que se necesita pintarse, además algunas piezas de los orinales se encuentran deterioradas y herrumbradas.

## Edificios B1 y B2

Esta pareja de edificios poseen las aulas más utilizadas para dar lecciones en el TEC. Entre sus principales necesidades se pueden resaltar (ver figuras 47 a 57 del apéndice 2).

- Las paredes y marcos de las puertas están algo deteriorados.
- A nivel de piso, algunos terrazos se encuentran reventados, unido a esto el

rodapié de vinil se ha desprendido en ciertos sectores.

- La pintura interna de las aulas se encuentran muy bien. En los pasillos es donde la pintura se nota deteriorada y sucia, en ciertas partes desprendida.
- Las puertas de madera presenta gran deterioro, esto debido al uso. Las puertas de aulas que no son especializadas tienen problemas con las cerraduras, algunas no se pueden cerrar. También algunos marcos de madera de puertas y ventanas presentan daños.
- Los cielos, en algunas partes, se encuentran llenos de hongos y presentan una especie de abombamiento en ciertas láminas, esto para el B1. Para el B2, el cielo tiene con desprendimiento de pintura en los pasillos.
- Alrededor de los edificios se encuentran rejillas colectoras de agua pluvial que están saturadas de hojas secas y con sedimentos.
- Los antideslizantes de las gradas, en su mayoría se han desprendido y los que todavía quedan están a punto de hacerlo.
- Ambos edificios tienen árboles altos cerca de ellos, debido a esto las canoas y techos están expuestos a que hojas secas caigan en ellos provocando obstrucciones y deterioro rápido de los mismos.

## Edificio B3

En la planta baja se encuentran los laboratorios de cómputo de la Escuela de Computación y en la parte superior algunas aulas. Su condición es similar a los B1 y B2 se destacan: (Ver figuras 58 a 63, del apéndice 2).

- Las paredes internas, tanto de pasillos y en algunas aulas presentan mucha suciedad.
- Presencia de un ventanal quebrado en los laboratorios de Computación, el cual también dañó el marco de madera de la ventana. Hay ausencia de celosías en diversas partes.
- Algunas puertas ni siquiera tienen llavines, además de que su estado se nota un poco afectado por su uso.

- Hay goteras en el techo debido a que ciertas láminas de cielo raso se han desprendido y caído al suelo. En los sectores de los pasillos principalmente las láminas se notan desprendidas, con hongos y faltantes debido a su desprendimiento. Los cielos de los aleros presentan también este problema.

## Edificio B4

Este es un edificio de una planta en donde se ubica la Escuela de Química. Su condición es buena. Entre las necesidades que se pueden ver están: (ver figuras 64 a 69 del apéndice 2).

- Internamente, el piso se encuentra deteriorado, lleno de huecos y golpes debido a diferentes remodelaciones que se han realizado para readecuar el uso del edificio.
- La pintura interna se encuentra bien, salvo en el sector este, en donde en el área de cocina hay un desprendimiento de pintura muy notable. En conversaciones con el profesor Fernando Corrales cuya oficina se encuentra en esa zona (última), comentaba que el agua se introduce por las paredes de su oficina, se ha intentado impermeabilizar la pared realizando un repello exterior pero aún así el problema persiste.
- El edificio en el sector este presenta un problema de asentamiento del suelo, lo cual ha generado pisos reventados y que la acera exterior del lado de atrás se incline. En la visita los pisos no se vieron reventados debido a que fueron arreglados hace poco.
- El estado de los cielos es bueno: en la entrada del edificio podrían pintarse y en los aleros del perímetro algunas láminas están quebradas y con hongos.
- Los botaguas se notan algo flojos y puede ser por allí donde el agua está ingresando a las oficinas.

## Edificio B5

Aquí se encuentran los departamentos de Cultura, Equidad de género y Educación técnica, el edificio consta solamente de una planta. Su principal irregularidad radica en necesidades de corrección de goteras y daños en los cielos. A continuación se detallan otros aspectos. Mostrados en las figuras 70 a 78, del apéndice 2.

- El Departamento de Cultura presenta problemas en el área de los baños, tiene una serie de deficiencias en iluminación donde están los cables para la instalación de las luminarias pero no se cuenta con plafones y en las duchas, donde se dejó solamente el tubo para la prevista del agua pero sin la ducha.
- Goteras excesivas que según comentarios, provoca la introducción del agua dentro de los pasillos de la unidad de Cultura, además de dañar las láminas del cielo raso. Se realizó un trabajo de cambio de los bajantes, se colocaron unos de tubo de 8 pulgadas pero el problema continua.
- Existen problemas en cuanto al uso de la estructura, como en la sala de danza y en la sala de música.
- La caja para el sistema de distribución de la red interna no cuenta con un sitio adecuado para su colocación.
- En Educación Técnica, se encuentra un baño externo, no cuenta con llave, la misma se ha solicitado pero se ha extraviado, aunque no se está utilizando, es necesario su limpieza.
- Las láminas de cielo de los aleros del perímetro están deterioradas, algunos sectores con hongos. En la sala de Cultura están torcidas.
- Algunos de los bajantes se encuentran obstruidos, presentan humedad a pesar de no estar lloviendo.

## Edificio B6

En este edificio se encuentran ubicadas la Editorial Tecnológica y la Escuela de Diseño Industrial. La escuela de Diseño es la que muestra necesidades de pintura interna, reparación de goteras y revisión del sistema

eléctrico. Algunas otras necesidades se detallan en las figuras 79 a 88 del apéndice 2. A continuación se detallan algunas.

- En la Editorial Tecnológica se notan marcos de puertas de madera dañados y la presencia de dos tragaluces muy sucios.
- En conversaciones con Guissella Campos, secretaria del departamento de la Editorial, en los baños se presenta un mal olor en algunas ocasiones y al descargar el inodoro se escucha un ruido muy extraño en unas tapas que se encuentran bajo los lavamanos.
- Como en los otros edificios, el centro de red no cuenta con un lugar adecuado para su instalación.
- En la escuela de Diseño Industrial, la pintura de las paredes internas está mal, ya que se han desprendido pedazos de pintura. En conversaciones con la secretaria se comentaba que en cinco años de estar allí nunca se ha pintado por dentro la escuela.
- Presencia de goteras en la Escuela de Diseño, varias se han reparado pero otras persisten. Cielos manchados y otros con hongos. Los cielos de los aleros se encuentran con hongos sobre todo en el sector que tiene como colindante a algunos árboles.
- La secretaria de la escuela de diseño comentaba que también tienen problemas con el sistema eléctrico debido a que la escuela cuenta con varios talleres y se utiliza cierto equipo, como hornos, los cuales están unidos a la misma red de tomacorrientes y provoca que los fusibles se desconecten por la carga excesiva.

## Edificio B7

El edificio consta de una planta, allí se encuentran el Departamento de FUNDATEC y la Oficina de Ingeniería. Entre sus necesidades de mantenimiento podemos citar las siguientes (ver figuras 89 a 93 del apéndice 2).

- Las paredes internas de FUNDATEC tienen varios años de no pintarse, es notable su deterioro.

- Se han realizado labores de instalación de cableado, reparaciones en los techos, para ello se han desprendido ciertas láminas de cielo raso, las cuales no se volvieron a colocar en su sitio.
- Los cielos externos presentan mucha suciedad.
- Las paredes externas están bien estructuralmente pero están muy sucias.

## Edificio C1

Este es uno de los pocos edificios que tiene mejores condiciones arquitectónicas. Su principal necesidad radica en la parte sanitaria como se observa en las figuras 94 a 98 del apéndice 2. Algunas otras son.

- El piso de los pasillos del primer nivel, específicamente frente a la FEITEC, se encuentran manchados por pintura.
- El antideslizante de las gradas está desprendido y gastado.
- Las divisiones metálicas de los baños del segundo piso se encuentran herrumbradas, además de eso los sanitarios tienen los aros gastados y con una apariencia no muy agradable debido al uso. Hay un lavamanos al cual se le quebró una parte, pero la misma fue pegada.

## Edificio C2 (Tanque Elevado)

El tanque elevado de agua potable del TEC es una estructura especial, presenta algunas muestras de falta de mantenimiento como los siguientes puntos (ver figuras 99 a 102 del apéndice 2).

- Presenta un deterioro en el nivel de la infraestructura, la cual se encuentra algo herrumbrada en ciertas partes, específicamente en las uniones. También la pintura se ha desprendido lo cual deja desprotegida a la estructura, se nota que no se ha pintado desde hace varios años por lo que es muy necesario tratar este problema.
- La malla que rodea al mismo, también se encuentra deteriorada, tiene partes muy herrumbradas tanto en la que rodea al tanque como en la que rodea la válvula

contigua al tanque. Varios alambres de púas de ambas mallas se han caído y los restantes se encuentran herrumbrados.

- El día de la visita al tanque de agua se encontró con una fuga en la tubería en la zona de la válvula, la cual genera una gran pérdida de agua debido a que la fuga era muy notoria.

## Edificio C3 (Biblioteca)

La Biblioteca es un edificio al cual recientemente se le realizó una readecuación estructural en partes de sus cimientos y además se le realizó una readecuación interna. Aún así, se presentan varios detalles como los siguientes. (Ver figuras 103 a 111 del apéndice 2).

- Problemas de infiltración de agua en la zona contigua a los laboratorios de Química. Parece que al llover el agua es descargada por los bajantes y depositada sobre el suelo para que sea absorbida por una rejilla colectora, pero esto no sucede por lo que empieza a introducirse por los ventanales a la zona de la sección de revistas, la cual está alfombrada.
- Luego de una reparación de la cimentación y refuerzo en las paredes, se está presentando un problema con la mayoría de los ventanales perimetrales inferiores del edificio, las cuales se están reventando y no debido a golpes. En conversaciones con las funcionarias de la biblioteca eso antes de la reparación no ocurría y ahora la mayoría de ventanales están reventados.
- El aire acondicionado no funciona adecuadamente, se dijo que las reparaciones no eran duraderas y que además despiden un mal olor que se disemina por la biblioteca.
- Hay problemas de goteras dentro del edificio, los cielos internos se encuentran manchados debido a esto, aunque a principios del año 2007 se realizó un cambio de láminas y reparaciones en los techos, el problema persiste.
- En los sanitarios de varones los enchapes están reventados, son muy notables a la vista. Unido a esto hay piezas sanitarias de los inodoros y

orinales que se encuentran gastadas y herrumbradas.

- Se encontraron varios apagadores quebrados, tomacorrientes flojos y caídos en el área de libros, algunas previstas para tomacorrientes que no fueron colocadas.
- Algunas de las rejillas colectoras de agua pluvial que se encuentran en la parte trasera del edificio están dobladas, torcidas y con acumulación de hojas secas y sedimentos.

## Edificio C4

Este es de los edificios más altos de la institución, en donde se encuentran ubicados los laboratorios de Química, CEQUIATEC y Física en los niveles uno, dos tres respectivamente. Además posee un cuarto nivel el cual es una pequeña bodega (figuras 112 a 120). Presenta los daños siguientes.

- Este edificio sufrió en su último nivel un leve desplazamiento lateral de sus paredes, esto ha ocasionado que el agua de lluvia se infiltre y deteriore las láminas de cielo.
- Este desplazamiento generó que en el tercer nivel, en los laboratorios de Física, los muros livianos se hayan desprendido y se ha utilizado calzas para evitar que se desprendan completamente.
- La acera de adoquines que rodea al edificio presenta crecimiento de maleza en las juntas. En su parte posterior además de la maleza se presenta la formación de "lana" en las juntas.
- Los pisos del primer nivel están desprendidos y no se le ha realizado el trabajo de los niveles dos y tres, en donde se arrancó el piso y se le dio un acabado de cemento lujado.
- Los cielos de los aleros son metálicos y están muy dañados, llegando al punto del desprendimiento de piezas y otras están a punto de hacerlo. Se nota que por las condiciones, el agua de lluvia ha influido directamente en su estado, puede haber problemas con la evacuación pluvial.

- Problemas de goteras en el tercer nivel, deterioro de los cielos rasos en los mismos.
- En todos los niveles no hay lámparas de emergencia para la zona de las gradas.

## Edificio C10 (Soda - Comedor)

La Soda-comedor es un lugar de alto tránsito de los estudiantes, además posee un área de cocina con todos sus elementos. Como se observa en las figuras 121 a 123, las necesidades son:

- La pintura externa está deteriorada, se nota falta de pintura, en otras partes está desprendida o dañada por la influencia del clima.
- Hay goteras en el interior de la soda, cielos manchados debido a ellas y en general algo deteriorado. Los cielos de los aleros externos se encuentran manchados, la causa: problemas de humedad.
- Las paredes internas (salvo la parte nueva) se notan muy sucias, con necesidad de una limpieza profunda.

## Edificio D1

Aquí se encuentran ubicados los Auditorios, en la primera planta, y la Escuela de Administración de Empresas en la segunda planta. Su condición en general es buena debido a que hace menos de un año se pintó y arregló. Su principal necesidad se encuentra en el orden del sistema eléctrico y otras más que se muestran a continuación. (Ver figuras 124 a 132)

- La pintura interior del edificio está en buenas condiciones, presenta marcas de suciedad en la zona del pasillo del primer nivel y dentro de los auditorios.
- En los sanitarios del segundo nivel hay problemas en el desagüe de los inodoros y orinales. Tardan mucho en descargar y algunas veces no lo hacen. Los desagües de emergencia se encuentran obstruidos y no sirven en caso de que el piso se inunde.
- Los centros de carga y red telefónica se encuentran en la bodega limpieza y

ambos no cuentan con sus respectivas tapas, por lo que los disyuntores están expuestos a tener contacto con agua u otras sustancias, debido a su ubicación.

- Los antideslizantes de las gradas se notan algo desgastados, algunos peldaños están arrancados y otros algo desprendidos.
- La acera que rodea al edificio, en el sector este, se encuentra inclinada, esto puede ser debido a un pequeño asentamiento de la misma, genera una grieta entre ella y el edificio, en una esquina provocó su fractura.
- Los cielos se encuentran en muy buenas condiciones, no hay presencia de goteras. Salvo en la parte trasera del edificio cerca de la esquina oeste, se nota una acumulación de humedad y hongos en los cielos de ese alero. Esto puede indicar algún problema con la canoa.

## Edificio D2

Es utilizado para aulas especializadas de la Escuela de Producción Industrial. Su condición es buena como lo muestran las figuras 133 a 138. Algunos desperfectos son:

- No se observan daños en los cielos debido a goteras salvo, una lámina que está quebrada y está el hueco, la pintura de las paredes se encuentra bien salvo, algunos sectores del pasillo que se notan deteriorados. Al piso de terrazo se le han desprendido varias piezas cercanas a la orilla. En el pasillo hay un tomacorriente flojo y otro que la tapa está dañada.
- Hay formación de hongos y acumulación de suciedad.
- La acera de adoquines externa al edificio presenta acumulación de hongos y "lana", tanto en sus juntas como en su superficie.

## Edificio D3

Aquí se encuentran las oficinas de la Escuela de Seguridad laboral e higiene, como se observa en las figuras 139 a 144. A continuación se detallan algunos problemas.

- El piso se encuentra bien en los pasillos y oficinas. En conversaciones con el prof. Andrés Robles de la Escuela de Seguridad, comenta que el piso dentro de las oficinas tiene un hongo y durante el periodo de vacaciones se forma una gran acumulación de este y al ingresar de nuevo al periodo lectivo se debe llamar para que lo arranquen.
- La pintura de paredes se nota bien, la del pasillo está algo desgastada, al igual que las puertas metálicas de las aulas. En las oficinas no se ha pintado en varios años según comentario del profesor, lo único pintado fue por la remodelación hecha de las antiguas oficinas de materiales.
- Los cielos se notan con manchas, la causa: goteras en casi todo el pasillo, sobretodo cerca de las canoas; especialmente el tramo donde se encuentra el pasillo que conecta con el edificio D7. Los cielos internos de las oficinas son de plywood y se encuentran desprendidos en ciertos tramos. Las láminas se muestran deterioradas.
- El sistema pluvial a nivel de los bajantes se encuentra en regulares condiciones. Algunos bajantes, ubicados en el sector de los pasillos, están flojos, presentan grietas y huecos
- Ante el traslado de la Escuela de Materiales, a su nuevo edificio, se remodeló las oficinas para que fueran utilizadas por la Escuela de Seguridad, pero esta remodelación no dejó a buen término aspectos de tomacorrientes (se dejó literalmente colgando) y la caja de distribución de red.
- En cuanto a puertas y cerrajería hay desperfectos. Varias puertas no cierran como se debe y se ha tenido que colocar calzas en las cerraduras esto porque a los marcos de madera se les han desprendido partes.

En general todos los edificios de la muestra tomada presentan condiciones aceptables a nivel arquitectónico, algunas de sus fallas radican en ciertos parámetros de la parte eléctrica, mecánica y detalles arquitectónicos. Pueden destacarse que varias necesidades de mantenimiento son comunes entre ellos debido a su similitud de estructura. Como los B1 al B4 y C1 los cuales son de dos plantas en concreto y con los mismos

acabados internos, B5 al B7 y D1 al D3, los cuales son de una planta con el mismo sistema constructivo y detalles internos.

Las solicitudes de mantenimiento atendidas por el D.A.M utilizadas en este proyecto fueron del 01 de enero al 30 de junio del año 2007. (anexo 1, cuadros del 55 al 135). Estas solicitudes fueron clasificadas de acuerdo con el departamento solicitante y el área de acción sea civil o electromecánica, se catalogó si el trabajo solicitado era correctivo, preventivo o de urgencia. Estas solicitudes ya catalogadas se muestran en el cuadro 1, en donde se presenta la incidencia de cada una de las solicitudes y la actividad de mantenimiento a la que pertenece. Para cada actividad se señala el número de veces durante el periodo que esta labor se solicitó.

<b>CUADRO 1. OCURRENCIA DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
<b>núm.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cant. eventos</b>
1	Piso	3
2	Rodapié	2
3	Ventanas	38
4	Puertas y cerrajería	146
5	Acabados internos	64
6	Cielo raso	15
7	Piezas sanitarias	22
8	Teléfonos	104
9	Tablero de distribución	6
10	Tomacorrientes	58
11	Iluminación	155
12	Aire Acondicionado	30
13	Acabados externos	27
14	Evacuación pluvial	20
15	Agua potable	48
16	Aguas servidas y negras	101
17	Techos	35
18	Jardinería	21
19	Remodelaciones pequeñas	18
20	Revisión de equipo	179
21	Sistema de emergencias	14
22	Carreteras	3
23	Obras gen. del campus	28
24	Limpieza gen. de paredes	28
<b>Total de eventos</b>		<b>1165</b>

En el cuadro 2. Análisis de Pareto, se detalla las actividades correctivas ordenadas según su incidencia, de una manera absoluta y acumulada tanto en número como en porcentaje. Para un

total de 26 causas analizadas y atendidas, 958 de esos reportes se deben solamente a 11 causas lo cual representa un 82.23% de reportes para un 46% de las causas.

<b>CUADRO 2. ANALISIS DE PARETO</b>				
	<b>Absoluto</b>	<b>Acumulado</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulado</b>
Revisión de equipo	179	179	15,36%	15,36%
Iluminación	155	334	13,30%	28,67%
Puertas y cerrajería	146	480	12,53%	41,20%
Teléfonos	104	584	8,93%	50,13%
Aguas servidas y negras	101	685	8,67%	58,80%
Acabados internos	64	749	5,49%	64,29%
Tomacorrientes	58	807	4,98%	69,27%
Agua potable	48	855	4,12%	73,39%
Ventanas	38	893	3,26%	76,65%
Techos	35	928	3,00%	79,66%
Aire Acondicionado	30	958	2,58%	82,23%
Obras generales del campus	28	986	2,40%	84,64%
Limpieza general de paredes	28	1014	2,40%	87,04%
Acabados externos	27	1041	2,32%	89,36%
Piezas sanitarias	22	1063	1,89%	91,24%
Jardinería	21	1084	1,80%	93,05%
Evacuación pluvial	20	1104	1,72%	94,76%
Remodelaciones pequeñas	18	1122	1,55%	96,31%
Cielo raso	15	1137	1,29%	97,60%
Sistema de emergencias	14	1151	1,20%	98,80%
Tablero de distribución	6	1157	0,52%	99,31%
Piso	3	1160	0,26%	99,57%
Carreteras	3	1163	0,26%	99,83%
Rodapié	2	1165	0,17%	100,00%



Aplicando la teoría de Pareto para las actividades analizadas, se grafican la frecuencia y los

porcentajes acumulados de incidencia.

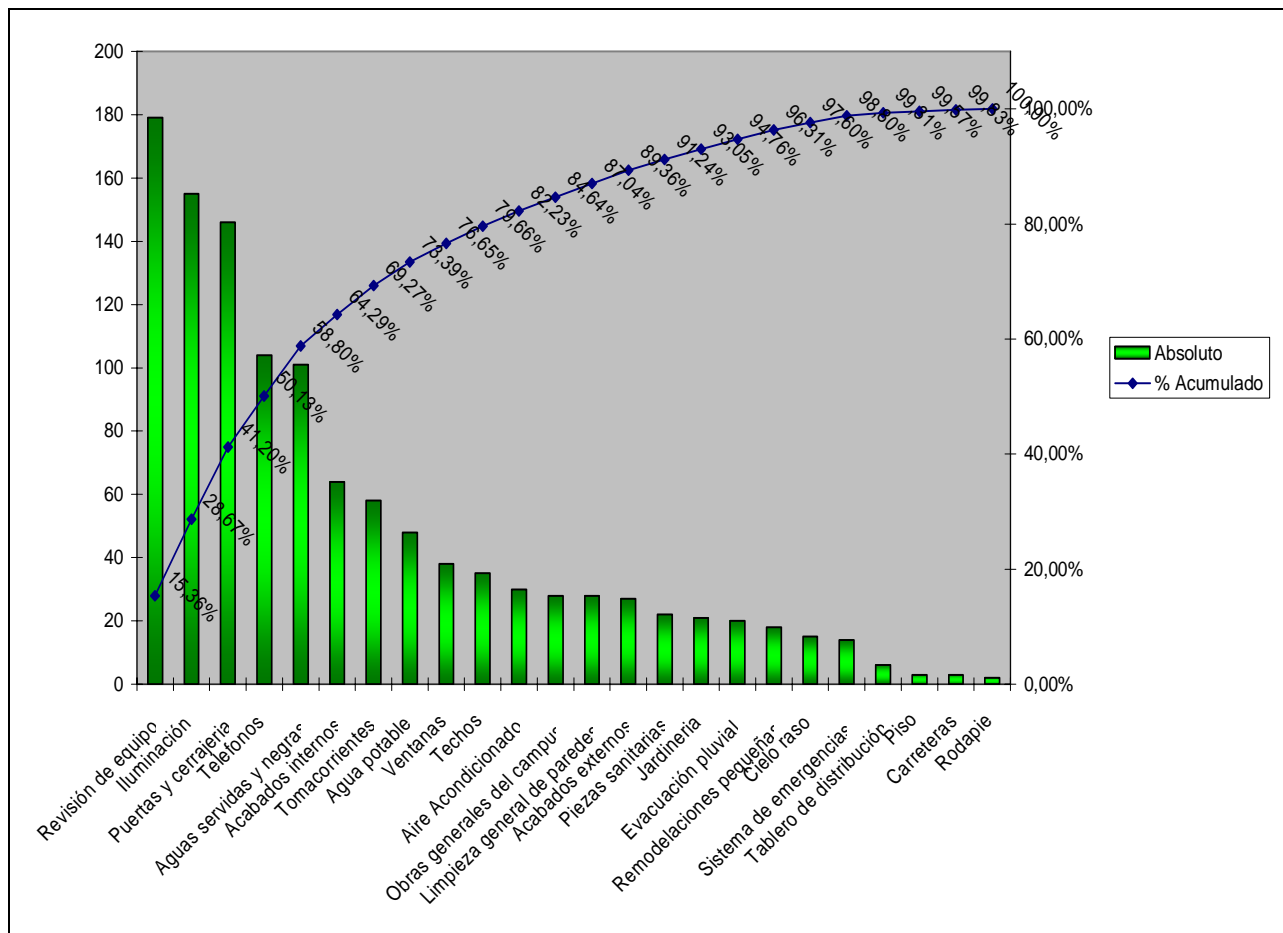


Figura 2. Gráfica de incidencia de las actividades correctivas.

# Orden de trabajo

El D.A.M labora en función de las solicitudes de trabajo recibidas. Las solicitudes son confeccionadas por los distintos departamentos y

escuelas del TEC y se realizan de manera electrónica mediante el sistema de red interno.

Los funcionarios ingresan dentro de la dirección electrónica del ITCR ([www.itcr.ac.cr](http://www.itcr.ac.cr)) a la intranet para realizar la solicitud. Esta solicitud es relativamente sencilla, como se muestra en la figura 3, en donde se detalla lo siguiente:

Figura 3. Pantalla para tramitar las solicitudes de mantenimiento.

- Departamento: El departamento, escuela o asociación que está requiriendo el mantenimiento.
- Orden No: El consecutivo de órdenes de mantenimiento solicitadas por el departamento.
- Fecha: de emisión de la orden.
- Activo No: En caso de que el mantenimiento sea de un activo de la institución.
- Edificio: En caso de un mantenimiento a la infraestructura de algún edificio.
- Sistema: Aquí se detallan el área de mantenimiento que se requiere, en una lista desplegable, la cual es,

1. Agua potable
2. Aguas negras, planta de tratamiento
3. Áreas verdes
4. Comunicaciones
5. Eléctricos central
6. Eléctricos iluminación
7. Eléctricos planta de edificios
8. Pluvial

- Detalle de solicitud: se describe la labor de mantenimiento requerida.
- Nombre del solicitante
- Extensión: donde se puede ubicar al solicitante.

Estas solicitudes son revisadas y catalogadas, dependiendo del área de acción, sea civil o electromecánica. La persona del departamento solicitante define el detalle del trabajo solicitado

en sus propias palabras y automáticamente la orden tiene asignada la fecha, consecutivo del total de órdenes emitidas por ese departamento (esto para control interno del D.A.M) y el nombre de la persona que solicita.

Una vez enviada la solicitud de mantenimiento esta es recibida electrónicamente por los coordinadores de cada área, quienes las revisan. Una vez revisada se pasa por la Secretaría del departamento. Luego la orden es impresa en dos copias, las cuales son dadas a los coordinadores de cada área, estos le entregan una al operario encargado de realizar la solicitud y ellos retienen la otra para control. Si el operario necesitó materiales o equipo de bodega tramita una requisición en la bodega, la cual deberá ser entregada con la orden de trabajo una vez finalizada la tarea, para que esta sea archivada. Puede observarse el anexo 3, muestra de solicitud de mantenimiento ya realizada. En donde se nota tanto la solicitud de mantenimiento, la requisición de bodega y la boleta de préstamo de herramienta o equipo.

Esta solicitud aparece en el sistema de intranet como se muestra en la figura 4. En esta se detalla lo siguiente.

- Datos del solicitante: el número de la solicitud, fecha de solicitud, departamento solicitante, usuario solicitante y extensión.
- Datos de la solicitud: se detalla el activo No, edificio, sistema, detalle de la solicitud y unidad, sea civil o electromecánica.
- Proceso de la solicitud: Donde se especifica:
  1. Estado: La condición en la que se encuentra la solicitud, se elige de una lista las condiciones de; no revisada, en proceso, terminada, no se terminó.
  2. Fecha de inicio
  3. Fecha de conclusión
  4. Observaciones
- Control de personal asignado: Aquí se detallan los nombres de los trabajadores del departamento encargados de realizar las labores antes requeridas. Se anota además la fecha y la cantidad de horas laboradas de cada uno de ellos.

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Departamento de Administración de Mantenimiento

### Datos del Solicitante

Solicitud No.: 27-2007  
Fecha Solicitud: 9/12/2007  
Departamento Solicitante: ESCUELA DE CONSTRUCCION  
Usuario solicitante: GRANADOS CALDERON JENNIFER  
Extensión: 2246

### Datos de la Solicitud

Activo No.:  
Edificio: Construcción  
Sistema:  
Detalle de la solicitud:  
Favor cambiar lamparas del cielo raso de la Oficina de la Secretaria, ya el cielo raso esta muy deteriorado y algunas tienen huecos.  
Unidad:  
 Civil  
 Electromecánica

### Proceso de la solicitud

Estado: EN PROCESO  
Fecha Inicio: / /  
Fecha Conclusión: / /  
Observaciones:

### Control de Personal Asignado

Nombre	Fecha	Horas Labor
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	
	/ /	

Figura 4. Detalle de la solicitud de mantenimiento en el sistema.

# Bodega

El encargado de bodega no cuenta con un actualizado registro de los activos de herramienta y equipo que hay en la bodega. La lista con este registro la lleva el Departamento de Aprovisionamiento. Los activos que pasan por el Departamento de Aprovisionamiento reciben un número, el cual es pegado mediante una placa al mismo, pero esto sucede para equipo o herramienta que se compre a través de este departamento, las cuales corresponden a montos superiores a cuarenta y dos mil colones. Si lo que se necesita es inferior a este monto se tramita la compra mediante caja chica y el D.A.M le asigna un número y entra a bodega. Al igual que el equipo los materiales almacenados en bodega son comprados por los coordinadores. Esto se realiza mediante un sistema Web de compras de la red interna de la institución. Se llena una solicitud de bienes en donde se detalla los materiales por adquirir y si todavía se dispone de presupuesto para adquirirlo. Si se aprueba se tramita la orden de compra respectiva.

La bodega almacena tanto los materiales como las herramientas y equipo del departamento, cuenta con solamente un encargado. Debido a esto tanto Por lo tanto los operarios, proveedores y demás usuarios deben de tramitar sus solicitudes con el encargado y en ocasiones la atención se vuelve lenta al estar todos simultáneamente.

La bodega carece de un sistema de control de inventario en stock dinámico. No se puede precisar con exactitud la cantidad de materiales que hay actualmente almacenados. El conocimiento de esto depende en gran parte del bodeguero, del control que este tenga sobre los materiales que están entrando y saliendo.

# Análisis de los resultados

## Diagnóstico

Los problemas o necesidades de mantenimiento encontrados durante las visitas a los diferentes edificios: son goteras en los techos y obstrucciones en las canoas y bajantes. Se pudo observar en algunos de ellos, deterioro de los cielos suspendidos de estos lugares; la presencia de faltantes de celosías es otro problema muy común, además piezas de los ventanales quebrados o reventados que tienen mucho tiempo sin sustitución. En cuanto a la iluminación se nota que a nivel interno de los edificios (sean oficinas o aulas) hay algunos elementos que no funcionan, pero la mayor presencia de solicitudes es para problemas o desperfectos en la iluminación externa, la cual es reportada por el departamento de vigilancia. En cuanto a nivel de puertas y cerrajería se encontró que muchos de los llavines y cerraduras de los elementos tienen mucho tiempo de funcionamiento, no han recibido ningún tipo de inspección y mantenimiento, debido a esto cuando algunos se traban se han forzado por lo que dañan tanto la cerrajería y la puerta; además hay problemas de puertas desplomadas debido a problemas con los marcos es otra causa que se encontró en algunos sectores. El problema relacionado con los tomacorrientes se debe a la cantidad, pues al haber oficinas es necesario contar con instalaciones para computadores, ventiladores, faxes y otros. Esto es común también para el sistema telefónico en donde se necesita, principalmente, más extensiones y readecuación de cables. La actividad de acabados internos son básicamente pequeñas remodelaciones solicitadas en algunos departamentos para mejorar y aprovechar el espacio. Los

problemas de aguas negras o servidas se deben a obstrucciones del sistema y en agua potable a fugas en los distintos elementos como las llaves de abasto de fregaderos, inodoros, lavamanos.

Todos estos acontecimientos son atendidos de manera correctiva, ante la carencia de un plan previo y de un historial de actividades en donde se detalle hace cuánto se le aplicó mantenimiento al elemento y qué problemas ha generado en los últimos periodos de evaluación. La priorización de la incidencia de las situaciones la tiene el edificio administrativo en donde se encuentra la Rectoría, luego no se tiene un procedimiento para catalogar las solicitudes por realizar, salvo que sea un caso de emergencia. Debido a esto se genera un cierto malestar entre los funcionarios porque labores relativamente sencillas como el cambio de fluorescentes o revisión de un llavín trabado tardan varios días en atenderse.

Se puede destacar que el departamento carece de un control en la productividad de cada uno de sus operarios. El control de la cantidad de tiempo que tardan los operarios se basa por la experiencia del coordinador o supervisor, quien pide explicaciones al operario en caso de cualquier anomalía, es un procedimiento muy informal de medir y controlar la cantidad de trabajo. Esto origina un mal aprovechamiento tanto de los recursos disponibles como del tiempo, por lo que se reduce en gran manera la eficiencia del departamento para cumplir con sus obligaciones. Ello genera descontento por parte de los usuarios, pues no hay una satisfacción plena en la ejecución de la obra de mantenimiento. Se recomienda además de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo un trabajo de medición de la productividad para determinar los rendimientos de cada uno de los operarios del departamento.

En algunas ocasiones, cuando se planea la ejecución de alguna labor de mantenimiento relativamente grande, la cual requiere de mayor cantidad de personal, se realiza una contratación a una empresa privada para que lo ejecute. Para hacerlo se basa en la ley de contratación administrativa bajo la dirección del Departamento de Aprovisionamiento, para así elegir al contratista adecuado. Una vez definido el contratista que realizará la obra, éste deberá seguir el manual de especificaciones técnicas generales para construcción del I.T.C.R, el cual establece cómo se debe trabajar dentro de la institución.

Entre las principales limitaciones que afectan el buen desempeño del D.A.M están la falta de una priorización efectiva de las actividades de mantenimiento, el no realizar labores consideradas sencillas, en plazos mucho menores. También la falta de iniciativa por parte de los operarios de observar detalles que se deben de corregir y no se han reportado y una cultura de un aprovechamiento máximo del tiempo y recursos para así lograr un mejor desempeño.

## Análisis de Pareto

Al aplicar la teoría de Pareto expuesta en el Marco Teórico y con la información recolectada en los cuadros del 55 al 135 del anexo 1, se identificaron once focos de acción, los cuales son: revisión de equipo, iluminación, puertas y cerrajería, teléfonos, aguas servidas y negras, acabados internos, tomacorrientes, sistema de agua potable, ventanería, techos y aire acondicionado. Cabe aclarar que los problemas de revisión de equipo se refieren principalmente a desperfectos menores en ciertos activos de uso general como lo son muebles de madera o metal, equipos especializados de los laboratorios de química o laboratorio de foresta. Debido a la cantidad de estos elementos, las solicitudes son muy comunes y encabezan la lista. De acuerdo con la gráfica de Pareto (figura 2) estas causas representan un 45,83% del total de causas analizadas y su incidencia alcanza un 82.23% de los problemas.

Así se coincide con la teoría de Pareto, y con una ligera variación, debido a que se esperaba que solamente un aproximado de 20% de esas causas generen ese 82.23%. Pero se obtuvo un valor de 45.83% que supera en más del doble lo esperado y además está muy próximo a la mitad de la causas. Esto se puede interpretar que esos focos de actividades correctivas no son tan pocos, son bastantes (once en total). Debido a que un aproximado de ese 20% esperado sería alrededor de las primeras cinco actividades de incidencia, pero esas cinco primeras actividades generan un 58.80% de incidencias, más de la mitad de las solicitudes y ese 23.43% de incidencias faltantes son provocadas por las seis actividades restantes para así lograr el 82.23% de incidencias. Esto no implica que la teoría de Pareto no se cumpla, sino, que para este caso específico la cantidad de focos de acción en donde está la incidencia es más distribuida en las actividades de incidencia.

Se puede considerar entre las posibles causas de que ocurriera esta situación es que para la cantidad de muestras analizadas (un total de 1165) se debe de especificar más la actividad de mantenimiento en donde se clasifica. Debido a que solo se clasificaron en 24 actividades. Pero aún así, se logra la identificación de las actividades más incidentes.

Las once actividades encontradas con mayor incidencia y algunas otras que a criterio personal se deben de tomar en cuenta, pueden ser atendidas siguiendo los procedimientos de mantenimiento preventivo descritos en el apéndice 3, en donde se detalla el procedimiento de inspección que debe de realizarse y las acciones a tomar si son necesarias. Esto se hace mediante la elaboración de cuadros de control, en los cuales también está definida la frecuencia de tiempo requerido para que se efectúe la labor de mantenimiento. Estos cuadros están elaborados pensando en un periodo global de un año, por lo tanto cuando la hoja ya se encuentre totalmente marcada significará que ya se ejecutó un año de mantenimiento planificado. El cronograma de ejecución de estas actividades preventivas se muestra en el apéndice 4.

# Orden de trabajo

La solicitud de orden de trabajo al realizarse por medio del sistema de intranet agiliza el procedimiento debido a que inmediatamente es enviada al departamento para su revisión. Además una universidad tecnológica, debe de emplear los recursos tecnológicos para efectuar ciertas labores. La formulación de la solicitud es relativamente sencilla, como se mostró anteriormente en la figura 4. El problema radica en una falta de seguimiento por parte del usuario solicitante, quien, una vez que envía la solicitud no tiene una respuesta de cuando se va a tratar el mantenimiento o el estado del proceso de la solicitud reportada. Esto origina que en algunos casos la solicitud sea enviada varias veces.

Aquí se reitera que la falta de priorización adecuada origine pérdidas de recursos, tiempo y horas-hombres, en trabajos sencillos como el cambio de un fluorescente o la instalación de celosías. Una vez mas se hace evidente la necesidad de evaluar solicitudes y priorizar trabajos de mantenimiento preventivo para una respuesta efectiva por parte del D.A.M.

En cuanto al espacio físico de la bodega, este no fue específicamente diseñado para funcionar como tal. En la sección de materiales de ferretería no se cuenta con cielo raso, por lo que el calor resulta muy fuerte y ahí se encuentra almacenados productos inflamables como los disolventes de pinturas.

# Bodega

La bodega de materiales del departamento presenta como principal limitante la carencia de un sistema dinámico de control de inventario, que permita a su encargado, mediante un programa de cómputo, la introducción y la salida de los materiales. Este control sí lo realiza el Departamento de Aprovisionamiento, el cual es el que tramita las solicitudes de bienes y tiene la lista de activos de las herramientas y el equipo, pero debe ser un trabajo conjunto para que el encargado de bodega conozca los bienes existentes. Así se podría determinar en cualquier momento la cantidad de material que se encuentra en stock y evaluar si es posible la realización de la actividad de mantenimiento. Actualmente se realiza solamente mediante consulta directa con el encargado de la bodega, quien debido a su experiencia puede dar una aproximación sobre la cantidad de material o equipo disponible.

# Conclusiones

En general las condiciones de la infraestructura civil y electromecánica son aceptables, pero se podrían mejorar más.

Se debe de aplicar un mantenimiento preventivo a las incidencias consideradas como críticas, esto mediante el manual de procedimientos preventivos encontrado en el apéndice 3.

Con los registros de actividades de mantenimiento solicitadas en el primer semestre del año 2007, se puede notar la gran cantidad de trabajo que recibe el departamento y en su mayoría solo se realizaron labores correctivas y trabajos varios, casi nada de mantenimiento planificado.

Se determinó que las actividades correctivas de mayor incidencia son: revisión de equipo, iluminación, puertas y cerrajería, teléfonos, aguas servidas y negras, acabados internos, tomacorrientes, agua potable, ventanería, techos y hojalatería y aire acondicionado, los cuales representan un 82.23% del total de los reportes.

Con la aplicación de la teoría de Pareto a las solicitudes analizadas, se obtuvo que un 82.23% de los problemas se debe a un 45.83% de las causas, lo cual no es lo supuesto por Pareto en su ley del 80-20.

La Teoría de Pareto se cumple, encontrándose 11 actividades críticas, lo cual representa mas del 20% del total de factores de incidencia.

La teoría de Pareto presentó una variación en el resultado esperado pero esto no quiere decir que no se logró identificar las principales actividades de mayor incidencia, solo que estas principales actividades superan el 20% establecido por Pareto, indicando una mayor variedad de las mismas.

Si se considera solamente el aproximado del 20% de actividades de incidencia, solo se tomarían las primeras cinco, lo cual representa un 58.80% de las incidencias, por lo tanto se

concluye que éstas representan mas de la mitad de las solicitudes.

La falta de un control de seguimiento en el proceso de la solicitud de mantenimiento provoca un malestar entre los usuarios porque estos no tienen conocimiento del estado de su solicitud.

El departamento no tiene control sobre la eficiencia de sus trabajadores, la carencia de estudios de productividad de los operarios y rendimientos tanto de los mismos como de los equipos disponibles dificulta la ejecución de un trabajo efectivo y eficiente del departamento.

Falta un fortalecimiento del control de activos, inventarios y materiales presentes en la bodega. La necesidad de un software que permita llevar este control es inmediata.

La aplicación del procedimiento preventivo se centra en las actividades de mayor incidencia y en otras que mediante las visitas a los edificios y el recorrido por el campus se observan como necesarias. El plan debe estar estructurado, considerar procedimientos de inspección y acciones por realizar si fuere necesario.



# Recomendaciones

Algunas actividades de mantenimiento no se consideran debido a que resultaría muy extenso el trato específico a cada una de ellas, por lo que se recomienda considerar y elaborar planes estratégicos para:

- Aceras con adoquines tienen maleza creciendo en las juntas y hongos en su superficie.
- Limpieza de cunetas de tierra por donde circula el agua de lluvia.
- Calles, de concreto y asfalto. En algunos sectores los pavimentos de asfalto presentan daños como reventaduras, cueros de lagarto y huecos por lo que se debe de considerar un plan de reparaciones.
- Limpieza exterior de todos los edificios.
- Reparación de techos de fibrocemento de los pasillos por donde circulan los estudiantes para bajar a los edificios F.
- Poda de algunos árboles específicos que ponen en riesgo las estructuras.
- Plan de sustitución de techos de asbesto.
- Brindarle atención a la readecuación sísmica realizada a la biblioteca, debido a que esto puede estar generando los daños en la ventanería.

Al Departamento de administración de mantenimiento se le recomienda:

Implementar un sistema de priorización que le permita atender ágilmente solicitudes que no requieran trabajo especializado.

Que el sistema de solicitudes de trabajo le permita al solicitante continuamente verificar su condición.

Hacer estudios con un periodo de solicitudes más amplio y clasificar detalladamente cada una de las solicitudes.

Realizar un estudio de productividad sobre rendimientos de mano de obra y materiales para evaluar efectivamente la capacidad de trabajo del departamento en atención eficiente y pronta de las solicitudes presentadas.

Llevar un historial de las órdenes de trabajo ejecutadas y que estas no queden archivadas. Actualizar el sistema para determinar su proceso y así cuantificar el costo de cada una de las actividades realizadas. Incluir estos datos en el informe de labores.

Llevar registros sobre las labores y actividades más solicitadas por edificio, con el fin de tener una especie de "historial médico" para cada uno de ellos.

Reforzar los mecanismos de supervisión, establecer mecanismos de control que permitan mejorar la calidad de los trabajos realizados.

Capacitar al personal para mejorar sus técnicas de trabajo, e implementar nuevos conocimientos para una mejor ejecución de sus tareas.

Brindar charlas que permitan al personal la adquisición de una visión proactiva, de mejoramiento continuo. Cumplir efectivamente su trabajo, aumentar su interés por la labor que realizan el personal y hacer cumplir el objetivo del D.A.M.

Para las bodegas la implementación de programas de cómputo que le permita un control más dinámico de los materiales que entran y salen y determinar en cualquier momento la cantidad de alguno de ellos en bodega. Esto también se le debe implementar a las herramientas y equipos que se soliciten.

Confeccionar y revisar planes de mantenimiento periódicamente, se recomienda cada dos años, para así evaluar si el plan que se está ejecutando ha mejorado en algo el desempeño o también en la identificación de nuevas actividades críticas que estén influyendo.

Las condiciones físicas de las bodegas se podrían llegar a mejorar, dividirla en las secciones de herramientas y equipo y otra exclusivamente para materiales. Cada una de ellas con un encargado responsable.

Dinamizar el control de materiales que ingresan y egresan en cuanto a cantidad, calidad, asimismo implementar un inventario de herramientas y equipos más solicitados.

# Apéndices

1. Cuadros sobre diagnóstico de la muestra de edificios del I.T.C.R.
2. Ilustraciones del estado actual de los elementos arquitectónicos, electromecánicos y de infraestructura general de los edificios del campus del I.T.C.R.
3. Procedimientos de mantenimiento preventivo.
4. Cronograma de actividades de mantenimiento.
5. Glosario de términos.

# Anexos

1. Cuadros con el registro de actividades de mantenimiento solicitadas por departamento entre enero – junio del año 2007.
2. Planta de conjunto de infraestructura del I.T.C.R.
3. Muestra de solicitud de mantenimiento ya realizada y solicitud de bienes.

# Referencias

1. Morera H., Shirley. 2006. **PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A APLICAR EN EL EDIFICIO DE ONCOLOGÍA DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.**, Proyecto final de graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 1:32p.
2. Ureña R., Marjorie. 1996. **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE PROCEDIMIENTOS, D.A.M DEL I.T.C.R.** Informe final proyecto de graduación, tomo I. Escuela de Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 14:18 p.
3. Vasquez R., Geovanny. 1993. **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SODA – COMEDOR, PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.** Informe final proyecto de graduación. Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.14:34p.

## Páginas web

4. [http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)
5. <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/diagramapareto.htm>
6. <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/Encuesta>