

**CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL
SISTEMA DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA DIVISIÓN DE
MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER.**

JORGE LUIS CACERES NIÑO

NERIO JOSE NIEVES ZARATE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2010

**CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL
SISTEMA DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA DIVISIÓN DE
MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER.**

JORGE LUIS CACERES NIÑO

NERIO JOSE NIEVES ZARATE

Trabajo De Grado Para Optar Al Título De Ingeniero Industrial

DIRECTOR:

EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ.

DOCENTE ING. INDUSTRIAL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el talento y las oportunidades.

A mis padres Luis Jesús Cáceres y Hortencia Niño, por su apoyo dedicación y esfuerzo.

A todos mis amigos que me apoyaron y creyeron en mí, es muy importante tener una voz de aliento.

Al Ingeniero *Edwin Alberto Garavito Hernández* (docente de planta en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales) quien muy amablemente nos brindo su colaboración como director de este proyecto, asesorando cada actividad con su experiencia y conocimiento.

A los ingenieros José Amaya y Ever Bueno de la división de mantenimiento tecnológico, por la orientación y colaboración prestada, y su interés con el proyecto.

JORGE LUIS CACERES NIÑO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme tantas oportunidades, por no permitirme desfallecer en épocas de decaimiento, por hacerme vivir situaciones difíciles y hacer que las supere en pro de mi crecimiento personal y profesional, pero sobre todo por honrarme con el regalo de la Vida.

A mi abuela Clemencia Zárate por todo el amor y apoyo que me brindó durante su vida y por las bendiciones que me envía desde el cielo

Agradezco enormemente a mi madre, a mi padre y mis hermanas por su apoyo incondicional. Siempre los tendré en mi corazón, sin ustedes este logro no existiría.

A mis tías Celida, Consuelo y Blanca y a mi tío Jose, por su amor y paciencia. Sé que siempre contaré con ellos.

A todos los docentes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por contribuir en mi proceso formativo.

Al Ingeniero *Edwin Alberto Garavito Hernández* (docente de planta en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales) quien muy amablemente nos brindó su colaboración como director de este proyecto, asesorando cada actividad con su experiencia y conocimiento.

A los ingenieros José Amaya y Ever Bueno de la división de mantenimiento tecnológico, por la orientación y colaboración prestada, y su interés con el proyecto.

Gracias a todas aquellas personas que me apoyaron directa o indirectamente en el camino de mi formación académica.

A mi compañero Jorge Luis Cáceres, por su valioso aporte a mi formación profesional.

**NERIO JOSE NIEVES
ZARATE**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	22
1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	24
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.1.1. ANTECEDENTES.....	24
1.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.2. JUSTIFICACIÓN	26
1.3. OBJETIVOS	27
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	27
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
1.3.3. TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	28
1.4. ALCANCE	30
1.5. VIABILIDAD	30
1.6. LIMITACIONES	31
2. MARCO DE REFERENCIA	32
2.1. MARCO CONTEXTUAL	32
2.1.1. GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	32
2.1.1.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	32
2.1.1.2. MISIÓN.....	33
2.1.1.3. VISIÓN.....	33
2.1.2. VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA.....	35
2.1.3. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO.....	36
2.1.3.1. GENERALIDADES.....	37

2.1.3.2.	MISIÓN.....	38
2.1.3.3.	VISIÓN.....	38
2.1.3.4.	OBJETIVOS.....	39
2.2.	MARCO	
	TEÓRICO.....	39
2.2.1.	ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	39
2.2.2.	TIPOS DE MANTENIMIENTOS.....	40
2.2.2.1.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	41
2.2.2.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	42
2.2.2.3.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	43
2.2.2.4.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	43
2.2.3.	TÉCNICAS DE PARETTO.....	44
2.2.4.	PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA CAPACIDAD.....	47
2.2.4.1.	CAPACIDAD.....	47
2.2.4.2.	UNIDAD DE MEDIDA DE LA CAPACIDAD.....	47
2.2.4.3.	FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD.....	48
2.2.4.4.	TIPOS DE CAPACIDAD.....	48
2.2.4.5.	PLAN DE CAPACIDAD PARA EL DISEÑO DEL PROCESO.....	49
2.2.4.6.	CLASIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES.....	50
2.2.4.7.	CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES.....	51
2.2.5.	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	55
2.2.5.1.	ESTUDIOS DE TIEMPO.....	55

2.2.5.2.	APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR.....	55
2.2.5.3.	PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	56
2.2.5.4.	MÉTODOS GENERALES DE MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	56
2.2.5.5.	ESTUDIOS DE TIEMPO POR CRONOMETRAJE.....	57
2.2.5.6.	VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO.....	57
2.2.5.7.	SUPLEMENTOS DEL ESTUDIOS DE TIEMPOS.....	58
2.2.5.8.	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	59
2.2.5.9.	TÉCNICA DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS.....	62
3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS QUE COMPONEN EL MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	64
3.1.	PROCESOS GERENCIALES DE LA DMT.....	64
3.1.1.	PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	65
3.1.2.	CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	65
3.2.	PROCESOS DE REALIZACIÓN.....	65
3.2.1.	SOLICITUD DE SERVICIOS.....	65
3.2.2.	TRANSPORTE.....	66
3.2.3.	SERVICIO TÉCNICO POR PARTE DE LA DIVISIÓN.....	67
3.2.4.	CUMPLIMIENTO DEL SERVICIO.....	67

3.3. PROCESOS DE APOYO.....	67
3.3.1. COMPRAS.....	67
3.3.2. INVENTARIOS.....	68
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DEL SISTEMA.....	69
4.1. PROCESOS GERENCIALES CRÍTICOS.....	69
4.1.1. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	69
4.1.2. CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	70
4.2. PROCESOS DE REALIZACIÓN CRÍTICOS.....	70
4.2.1. SOLICITUD Y ASIGNACIÓN DEL SERVICIO.....	70
4.2.2. TRANSPORTE.....	72
4.2.3. SERVICIO TÉCNICO.....	73
4.3. PROCESOS DE APOYO CRÍTICOS.....	74
4.3.1. INVENTARIOS.....	74
5. ESTUDIOS DE TIEMPO Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA DIVISIÓN.....	76
5.1. DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ALTO IMPACTO.....	76
5.2. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO.....	80
5.2.1. DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE LA DMT.....	81

5.2.1.1.	CAPACIDAD INSTALADA.....	82
5.2.1.2.	CAPACIDAD DISPONIBLE PARA MANTENIMIENTO COLECTIVO.....	84
5.3.	ESTUDIO TÉCNICO DE TIMEPO PARA LOS EQUIPOS DE ALTO IMPACTO PARA LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO.....	86
5.3.1.	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	86
5.3.2.	EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO DE TIEMPO.....	87
5.3.3.	ELEMENTOS DEL TRABAJO.....	87
5.3.4.	TOMA DE TIEMPOS, VALIDACIONES Y CÁLCULO DEL TIEMPO ASIGNADO.....	88
5.4.	ANÁLISIS DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	89
5.4.1.	ANÁLISIS DE UTILIZACIÓN EN 2009.....	89
5.4.2.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	91
5.5.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD REAL DE RESPUESTA DEL SISTEMA DE MANTENIMIETNO CORRECTIVO.....	92
5.5.1.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA.....	93
5.5.2.	ANÁLISIS.....	94
5.5.2.1.	MANO DE OBRA.....	94
5.5.2.2.	PLANEACIÓN.....	94
5.5.2.3.	INSUMOS Y REPUESTOS.....	95
5.5.2.4.	MÉTODO.....	96

5.5.2.5.	SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	97
5.5.2.6.	CONTROL.....	98
6.	PLANES DE MEJORA AL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	99
6.1.	CAPACITACIÓN.....	99
6.1.1.	CAPACITACIÓN DE LOS TÉCNICOS DEL TALLER DE DISEÑO Y ELECTRÓNICA.....	99
6.2.	CORRECCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS EN EL SISTEMA DE INVENTARIOS.....	100
6.3.	PLANEACIÓN Y CONTROL.....	103
6.3.1.	PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	103
6.3.2.	PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	104
6.4.	PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO SIMAT Y ASIGNACIÓN DE SOLICITUDES.....	106
6.4.1.	MÓDULOS SUGERIDOS DEL SIMAT.....	106
6.4.1.1.	MÓDULOS PARA EL CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO.....	107
6.4.1.2.	MÓDULOS PARA ADMINISTRACIÓN DE TÉCNICOS.....	108
6.4.1.3.	MÓDULOS PARA ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS.....	109
6.4.1.4.	MÓDULOS PARA EL CONTROL DE MATERIALES Y COMPRAS.....	109
6.4.1.5.	MÓDULO PARA INFORMES DE DESEMPEÑO.....	109

6.4.2. ASIGNACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO.....	110
6.5. MANEJO DE MATERIALES Y RECURSOS.....	115
6.6. MODIFICACIONES SUGERIDAS AL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA UNIVERSIDAD.....	115
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA.....	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Vicerrectoría Administrativa. Fuente: www.uis.edu.co	37
Figura 2. Mapa de procesos DMT. Fuente: los autores	64
Figura 3. Punto óptimo de mantenimiento. Fuente: Los autores	70
Figura 4. . Diagrama de Pareto. Fuente: Los autores	79
Figura 5. Evolución Histórica De La Solicitudes.....	91
Figura 6. Diagrama causa efecto. Fuente: los autores	93
Figura 7. Módulos sugeridos del SIMAT. Fuente: los autores.	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	29
Tabla 2: Criterio de General Electric.	60
Tabla 3. Clasificación de activos de la UIS.	71
Tabla 4. Error en la clasificación de activos	72
Tabla 5. Clasificación d equipos.	77
Tabla 6. Estudio de Pareto.	78
Tabla 7. Resumen capacidad disponible.	86
Tabla 8. Tiempos asignados para mantenimiento correctivo.	89
Tabla 9. Utilización De La Capacidad En 2009.	90
Tabla 10. Costo de capacitaciones iniciales.	100

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1:	BASE DE DATOS SIMAT
ANEXO 2:	ENCUESTA TECNICA MANTENIMIENTO
ANEXO 3:	ELEMENTOS DEL TRABAJO
ANEXO 4:	FORMATO TOMA DE TIEMPOS
ANEXO 5:	VALIDACION DE TIEMPOS
ANEXO 6:	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS MODIFICADO

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*.

AUTOR:

**JORGE LUIS CÁCERES NIÑO
NERIO JOSÉ NIEVES ZARATE****

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento Tecnológico, Capacidad, Mejoramiento, Tiempos.

DESCRIPCIÓN

Este proyecto inicio con la identificación y descripción de los procesos que componen el sistema de mantenimiento tecnológico de la Universidad Industrial De Santander, con el fin de realizar un diagnostico de la situación actual de estos, y posteriormente analizar cuáles de ellos se consideran críticos para la División De Mantenimiento Tecnológico.

Una vez finalizada la primera etapa, se realizo un análisis de Pareto a las solicitudes de mantenimiento realizadas por las unidades académicas y administrativas, con el fin de identificar cuáles son los activos considerados como de alto impacto para la División De Mantenimiento Tecnológico. Una vez conocidos se procedió a realizar el cálculo de la capacidad operativa de la división y a realizar un estudio de tiempos para los servicios de mantenimiento correctivo de estos activos.

Luego se procede a analizar la capacidad real de respuesta de la División De Mantenimiento Tecnológico, identificando en un diagrama causa – efecto, los factores que disminuyen la capacidad de respuesta de la división ante las solicitudes de mantenimiento correctivo.

Una vez completado el diagnostico, se estructuran las propuestas de mejora sugeridas a los procesos que componen el mantenimiento correctivo de la Universidad Industrial De Santander, con miras a un proceso de mejoramiento continuo.

* Trabajo de grado

** Facultad De Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales
Director: Ing. Edwin Garavito Hernández.

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF RESPONSIVE SYSTEM MAINTENANCE AND REPAIR MAINTENANCE DIVISION OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY UNIVERSITY OF SANTANDER*.

AUTOR:

**JORGE LUIS CÁCERES NIÑO
NERIO JOSÉ NIEVES ZARATE****

KEYWORDS: Mantenimiento Tecnológico, Capacidad, Mejoramiento, Tiempos.

DESCRIPTION

This project began with the identification and description of the processes that make up the technological maintenance of the Industrial University of Santander, in order to analyze which of them are considered critical for Maintenance Technology Division.

Once the first stage, we performed a Pareto analysis to maintenance requests made by academic and administrative units in order to identify which assets are considered high impact for Maintenance Technology Division. Once known proceeded to perform the calculation of the operational capability of the division and perform a time study for corrective maintenance of these assets.

Then he proceeds to analyze the actual capacity of response of the Maintenance Division of Technology, in a diagram identifying cause - effect, factors that decrease the responsiveness of the division to requests for corrective maintenance. Once the diagnosis is structured proposals suggested to improve the processes that make corrective maintenance of the Universidad Industrial De Santander, with a view to a process of continuous improvement.

* Work of degree

** Physics-Mechanic Faculty. School of Industrial and Employers. Industrial Engineering.
Director: Ing. Edwin Garavito.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander dentro de su sistema de gestión de calidad está comprometida con la eficacia, la eficiencia, la efectividad y el mejoramiento continuo de sus procesos. Esto incluye garantizar en forma adecuada y pertinente los procesos de apoyo a los procesos misionales de la UIS.

La División de Mantenimiento Tecnológico cumple un papel vital dentro de este proceso ya que es la encargada de garantizar el funcionamiento de los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la institución de manera oportuna confiable y eficiente.

Con miras a desarrollar una política de mejoramiento continuo de sus procesos, la División de Mantenimiento Tecnológico necesita implementar técnicas que le permitan conocer por medio de datos reales su capacidad de respuesta frente a los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad, con el fin de mejorarlos y lograr un adecuado nivel de fiabilidad y mantenibilidad de los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la Universidad Industrial de Santander y sus sedes.

Es por ello que este trabajo está dirigido a determinar la capacidad operativa del proceso de la División y plantear propuestas que contribuyan a la mejora de sus procesos y sus indicadores, así como también faciliten la elaboración de programas de mantenimiento y se sustente la obtención de nuevos recursos. Para este fin utilizaremos distintas metodologías y técnicas de productividad que conducen al mejoramiento continuo.

En el primer capítulo se presentan los aspectos generales del proyecto, incluyendo la identificación del problema, la justificación de la realización de este proyecto y los objetivos que se van a desarrollar.

En el capítulo segundo se cita el marco de referencia utilizado para la elaboración de este proyecto, como lo son generalidades sobre la Universidad Industrial De

Santander y la división de mantenimiento tecnológico. Además se incluye el marco teórico de referencia utilizado.

En el tercer capítulo se realiza la descripción de los procesos que intervienen en el mantenimiento tecnológico de la Universidad Industrial De Santander.

En el cuarto capítulo se identifican y analizan los procesos críticos de la división de mantenimiento tecnológico.

En el quinto capítulo se presentan los cálculos de la capacidad operativa de la división de mantenimiento tecnológico, así como un estudio técnico de tiempos para los equipos de alto impacto para la división. Luego se hace un análisis detallado de los factores que influyen en la disminución de la capacidad de respuesta de la división frente a las solicitudes de mantenimiento correctivo de la Universidad Industrial de Santander.

En el séptimo capítulo se presentan las propuestas de mejora elaboradas con el fin de mejorar la capacidad y calidad del proceso de mantenimiento tecnológico de la universidad industrial de Santander.

La elaboración de este proyecto conto con la participación y apoyo del personal de la división de mantenimiento tecnológico tanto a nivel técnico como administrativo, además de la colaboración de otras divisiones de la universidad como planta física y sistemas de información.

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. ANTECEDENTES.

La División de Mantenimiento Tecnológico con ayuda de los estudiantes ha desarrollado algunos trabajos de interés para la División. Entre estos se cuenta el proyecto “Implementación e implantación del sistema de información para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander”, realizado por Roberto Carlos Naranjo Cuervo y Luis Fernando Garcés Ardila, de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática en el año 1.999². Este trabajo de grado está relacionado con la búsqueda de mejora de los procesos que se ejecutan en la División, también se menciona la integralidad que se debe tener con la política de la modernización de la Universidad; se hizo con el objetivo principal de implementar e implantar el sistema de información para la División, basado en los diseños y prototipos que se poseen, estos se desarrollaron a través de módulos.

Otro proyecto de gran interés fue realizado por los estudiantes Sandra Milena Roa Martínez y Martín Alexander González Gamboa, de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática en el año 1.999, titulado “Análisis, diseño y desarrollo de un prototipo horizontal del sistema de información para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander”³. Este trabajo de grado menciona las deficiencias en los procesos que se ejecutan en la División, así como, la pérdida de información de los nuevos equipos que adquiere

² NARANJO Cuervo, Roberto Carlos y GARCÉS Ardila, Luis Fernando. Implementación e implantación del sistema de información para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Bucaramanga, 1.999.

³ ROA Martínez, Sandra Milena y GONZÁLEZ Gamboa, Martín Alexander. Análisis, diseño y desarrollo de un prototipo horizontal del sistema de información para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Bucaramanga, 1.999.

la Universidad; se hizo con el objetivo principal de diseñar un sistema de información que sirva de apoyo a las actividades realizadas en la División y suministrar, a su vez, la información necesaria para la toma de decisiones administrativas.

Mientras que los ingenieros Ever Frauter Bueno Castellanos y Carlos Augusto Vera de la Escuela de Ingeniería Mecánica en el año 2009 realizaron como monografía de grado para obtener el título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento el proyecto titulado “Modelo gerencial para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander basado en confiabilidad”⁴. Este proyecto de grado propone un modelo gerencial de mantenimiento basado en confiabilidad utilizando la metodología RCM, para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, trabajo que permitiría la clasificación de todos sus equipos según su criticidad, una documentación completa de sus funciones, sus fallas funcionales, modos de falla y efectos de la falla, programas de mantenimiento para cada equipo, procedimientos de operación y una lista de cambios que se deben hacer de requerirse al diseño de los activos.

1.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La División De Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial De Santander ha venido prestando el servicio de mantenimiento preventivo, correctivo y metrología a todos los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de las unidades académicas y administrativas de la institución.

Este proceso se ha venido realizando a través de cinco talleres especializados y personal técnico en cada especialidad, sin embargo nunca se ha tenido en cuenta la capacidad de respuesta de la división frente a los niveles de inventarios de

⁴Bueno Castellanos Ever Frauter y Vera Carlos Augusto. Modelo gerencial para la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander basado en confiabilidad. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización Gerencia de Mantenimiento.

activos de este tipo ni la frecuencia de fallas de estos, por lo tanto nunca se ha tenido un estimado de la capacidad real del sistema, así como tampoco se ha realizado la caracterización del mismo, que permita determinar las medidas de eficiencia actuales y poder contrastarlas con las esperadas por la jefatura de división y demás dependencias interesadas.

La Universidad Industrial De Santander dentro de sus objetivos de calidad contempla dar a los beneficiarios productos y servicios en los tiempos requeridos, acorde a sus necesidades.

Para contribuir en el alcance de este objetivo, la División De Mantenimiento Tecnológico debe garantizar el funcionamiento de los equipos de manera oportuna, confiable y eficiente.

Para este propósito surge la necesidad de conocer con datos reales y confiables, la capacidad de respuesta de la división y sus niveles de eficiencia, con el fin de utilizar esta información como herramienta de toma de decisiones, que permitan continuar con el proceso de mejoramiento continuo.

De la misma manera, la División también necesita conocer alternativas de mejoramiento basadas en el análisis del proceso actual, que le permitan mejorar sus indicadores respecto al sistema de gestión de la calidad y las metas de mejoramiento establecidas por la dirección.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

La División De Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial De Santander ha venido prestando el servicio de mantenimiento preventivo, correctivo y metrología a todos los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de las unidades académicas y administrativas de la institución.

Este proceso se ha venido realizando a través de cinco talleres especializados y personal técnico en cada especialidad, sin embargo nunca se ha tenido en cuenta

la capacidad de respuesta de la división frente a los niveles de inventarios de activos de este tipo y la población de fallas de estos, por lo tanto nunca se ha tenido un estimado de la capacidad real del sistema, así como tampoco se ha realizado la caracterización del mismo, que permita determinar las variables que afectan la capacidad real de respuesta y sugerir las mejoras pertinentes para lograr los objetivos esperados por la jefatura de división y demás dependencias interesadas.

Otro de los principales motivos para realizar este estudio es la sugerencia realizada por el ICONTEC en el mes de abril del 2010 en la auditoría externa al sistema de gestión de la calidad de la Universidad Industrial De Santander, donde se identifica como oportunidad de mejora establecer los mecanismos que permitan determinar la capacidad operativa del proceso, de manera que se facilite la elaboración de los programas de mantenimiento y se sustente la obtención de nuevos recursos.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la capacidad de respuesta del sistema de mantenimiento y reparación de la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander y proponer alternativas que mejoren la eficiencia y desempeño de estos con el fin de lograr un adecuado nivel de fiabilidad y mantenibilidad de los equipos tecnológicos de la Universidad Industrial De Santander.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un análisis y conceptualización de los procesos relacionados con el sistema de mantenimiento tecnológico de la UIS.
- Identificar los procesos críticos del sistema de mantenimiento tecnológico.

- Realizar estudios técnicos de tiempos y análisis de capacidad de respuesta del proceso de mantenimiento.
- Analizar y evaluar capacidad real de respuesta de la división frente a la frecuencia de fallas y el plan de mantenimiento preventivo y metrología.
- Analizar la pertinencia de los procesos actuales de la división y sugerir las mejoras correspondientes que permitan realizar el trabajo de forma más eficiente.
- Elaborar modificaciones sugeridas al manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la universidad.
- Definir y evaluar diferentes alternativas y planes de mejora con el fin de mejorar la capacidad de respuesta y alcanzar las metas definidas por la dirección de la división.

1.3.3. Tabla de cumplimiento de objetivos.

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO	PAGINA
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un análisis y conceptualización de los procesos relacionados con el sistema de mantenimiento tecnológico de la UIS. 	En el capítulo 3, se identifican y describen los procesos que componen el mantenimiento tecnológico de la UIS.	46
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los procesos críticos del sistema de mantenimiento tecnológico. 	En el capítulo 4, se identifican cuales son los procesos críticos para la el sistema.	51
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios técnicos de tiempos y análisis de capacidad de respuesta del proceso de mantenimiento. 	En el capítulo 5, se determina la capacidad operativa de la DMT y se realiza un estudio de	57

	tiempos para los equipos críticos.	
<ul style="list-style-type: none"> Analizar y evaluar capacidad real de respuesta de la división frente a la frecuencia de fallas y el plan de mantenimiento preventivo y metrología. 	En el capítulo 5, numeral 5.5 se presenta un análisis de la capacidad real de respuesta de la DMT.	72
<ul style="list-style-type: none"> Analizar la pertinencia de los procesos actuales de la división y sugerir las mejoras correspondientes que permitan realizar el trabajo de forma más eficiente. 	En el capítulo 4, se realiza un análisis de los procesos considerados críticos, y en el capítulo 7. Se estructuran las propuestas de mejora sugeridas al proceso.	51,79.
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar modificaciones sugeridas al manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la universidad. 	En el capítulo 7, numeral 7.6 se presentan las modificaciones sugeridas al manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la UIS.	89
<ul style="list-style-type: none"> Definir y evaluar diferentes alternativas y planes de mejora con el fin de mejorar la capacidad de respuesta y alcanzar las metas definidas por la dirección de la división. 	En el capítulo 7, se presentan las propuestas de mejora al proceso de mantenimiento correctivo de la UIS.	79

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos

1.4. ALCANCE.

El alcance de este proyecto va desde el análisis e identificación de los procesos de mantenimiento correctivo, preventivo y metrología de la División de Mantenimiento Tecnológico, para determinar la capacidad de respuesta y las variables que influyen en cada uno de estos, soportándonos en datos históricos de los mantenimientos realizados en los talleres, estudios de tiempos que realizaremos y el seguimiento al proceso.

También se analizará el proceso de transporte de los equipos que lleva a cabo la División de Planta Física y que afecta claramente el nivel de servicio de la DMT.

A su vez se incluirán propuestas de mejora que se acoplen a los niveles de servicio deseados por la División de Mantenimiento Tecnológico, apoyados en los estudios que se realicen.

1.5. VIABILIDAD.

- La sugerencia realizada por el ICONTEC en el mes de abril del 2010 en la auditoría externa al sistema de gestión de la calidad de la Universidad Industrial De Santander, donde se identifica como oportunidad de mejora establecer los mecanismos que permitan determinar la capacidad operativa del proceso, de manera que se facilite la elaboración de los programas de mantenimiento y se sustente la obtención de nuevos recursos.
- El interés, colaboración y apoyo de la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander.
- El proceso de acreditación en la Norma ISO IEC 17025:2005 en el que se encuentran los laboratorios de: Centro de Investigación en Tecnología de alimentos CICTA, Cromatografía, Consultas Industriales y Difracción de Rayos-X de la Facultad de Ciencias. Los laboratorios de: Genética,

Inmunología y Clínico de la Facultad de Salud y el Laboratorio de Biohidrometalurgia de la Facultad de Ingenierías Físicoquímicas.

- El interés y apoyo por parte del Sistema de Gestión de Calidad.
- El interés y apoyo por parte de la Dirección de Control Interno y Evaluación de Gestión.

1.6. LIMITACIONES.

- La implementación de las propuestas y planes de mejoras presentadas en este proyecto de grado, no están contempladas en el alcance del mismo, debido a que las decisiones de tipo administrativo de la división de mantenimiento tecnológico están sujetas a un conducto regular precedido por la vicerrectoría académica.
- La variabilidad natural de las labores de mantenimiento: gran parte del trabajo de mantenimiento ocurre en forma aleatoria y tiene una duración variable, lo que dificulta la toma de datos.

2. MARCO DE REFERENCIA.

2.1. MARCO CONTEXTUAL.

2.1.1. GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

2.1.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

La Universidad Industrial de Santander⁵ inaugura oficialmente las labores el primero de marzo de 1948 en el patio de la Escuela Industrial Dámaso Zapata.

El proceso legal de creación de la Universidad inició el 21 de junio de 1940, bajo la Ordenanza 41 que declaró la "Facultad de Ingeniería Industrial" y estableció un bachillerato técnico en la Escuela Industrial, donde sería preparado un grupo de jóvenes para el ingreso, en óptimas condiciones, a la mencionada Facultad.

Durante el año 1941 fue escogido el ingeniero Julio Álvarez Cerón como rector del bachillerato técnico. Su aporte decisivo a la creación de la UIS fue la redacción del primer estatuto orgánico, "por el cual se crea la Universidad Industrial de Santander", que inicialmente estaría integrada por tres facultades mayores de Ingeniería Industrial (especializadas en Mecánica, Electricidad y Química) y por dos facultades menores anexas: el Colegio de Santander y el Instituto Industrial Dámaso Zapata.

Al comenzar el siglo XXI, la UIS sigue siendo la Universidad más importante de la región oriental de Colombia, reconocida por la tradicional calidad de sus programas y por los esfuerzos de gestión de su actual rector Jaime Alberto Camacho Pico.

⁵ Adaptado de https://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/historia/historia.htm

Con todo lo soñado y realizado hasta el momento, lo que se manifiesta ostensiblemente en el devenir de esta historia de la Universidad Industrial de Santander es un crecimiento sostenido con calidad y eficiencia, un avance hacia la profundización sin perder el sentido de su pertinencia social que se da en sus programas de maestría y doctorado y un reconocimiento a la alta calidad de sus programas, tal como lo destaca la acreditación de la mayoría de los mismos y la Acreditación Institucional conferida por el término de 8 años por el Ministerio de Educación Nacional, que hoy ratifica a la Universidad Industrial de Santander entre las mejores Universidades con las que cuenta la Nación para la buena educación de la sociedad.

2.1.1.2. Misión⁶

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo. Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.

2.1.1.3. Visión⁷

La Universidad Industrial de Santander es una institución de educación superior estatal y autónoma, financiada por el Estado, comprometida con la defensa de un estado social y democrático de derecho y de derechos humanos y la proposición

⁶ Tomado de http://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/filosofia/filosofia.html

⁷ Tomado de http://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/filosofia/filosofia.html

de políticas públicas que garanticen el acceso de la población a condiciones de vida digna.

La UIS es actor principal del desarrollo económico, social y cultural de la región y ejemplo de democracia, convivencia, autonomía y libertad responsable. Es lugar de consulta sobre las tendencias y desarrollos en el campo de las ciencias, los avances tecnológicos, las necesidades y oportunidades del mundo del trabajo y los deseos de bienestar de la comunidad.

La vigencia social de la universidad se manifiesta en su participación activa en organismos de planificación local, regional y nacional, en agrupaciones de participación ciudadana para la proposición y el seguimiento de políticas y programas de desarrollo social, económico y cultural. En el fortalecimiento de sus relaciones con los sectores políticos, sociales y generadores de bienes y servicios que propendan por el bien común, en el marco de la conveniencia institucional. En la integralidad de todos los miembros de la comunidad universitaria, los cuales están formados en el espíritu científico. En la apropiación y el ejercicio de los derechos humanos universales y los derechos políticos, económicos, sociales y culturales correspondientes a la práctica de la ciudadanía y en el ejercicio de una conducta profesional solidaria con la construcción de la nación colombiana.

Es sitio obligado de referencia y consulta para proponer o evaluar las alternativas de solución a los problemas prioritarios de la comunidad, y su contribución es ampliamente valorada como insumo crítico para continuar avanzando en la construcción de una sociedad en donde la equidad, la justicia, la solidaridad y el respeto por los derechos humanos y la naturaleza, sean los pilares del desarrollo humano sostenible en el marco de una cultura de paz.

Es líder del desarrollo científico en bio-ingeniería, fuentes alternas de energía, petroquímica y carboquímica, nuevas opciones para uso de combustibles, nuevos materiales y tecnologías de materiales compuestos, aprovechamiento y uso sostenible de la biodiversidad, promoción de la salud, prevención y control de las

enfermedades de mayor ocurrencia, estímulo y acompañamiento a procesos de organización comunitaria orientados al desarrollo social y cultural, y mejoramiento de la calidad de la educación en todos sus niveles. Mantiene como líneas transversales la investigación en electrónica, telecomunicaciones, informática y ciencia y tecnología del medio ambiente. Promueve el desarrollo de la literatura y las artes. En todas sus Escuelas, Centros e Institutos, los miembros de la comunidad universitaria actúan como docentes investigadores y se mantienen interconectados con grupos de pares académicos que cooperan local, nacional e internacionalmente.

Ofrece, desde la región nororiental al país, formación permanente de alta calidad y pertinencia social, propendiendo por la equidad en el acceso, con fundamento en el mérito académico. Sostiene intercambios y pasantías de profesores y estudiantes con Universidades extranjeras de alta calidad y presenta una amplia oferta de programas presenciales e interactivos mediante tecnologías para la educación virtual.

Es una organización inteligente capaz de adaptarse con eficacia a la velocidad de los cambios y a las necesidades emanadas del entorno. Recibe del Estado los recursos suficientes para adelantar sus funciones de investigación, formación y proyección social, en reconocimiento a su calidad, a los resultados presentados anualmente ante la sociedad y a sus políticas de eficiencia en la utilización de los recursos. Invierte sus rentas propias para fortalecer su posición de excelencia en el medio universitario.

2.1.2. VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA

A principios de 1981, la Universidad Industrial de Santander⁸, en uso de sus atribuciones legales expidió el Estatuto General por medio del cual se ratificó la

⁸ Adaptado de <https://www.uis.edu.co/portal/administracion/viceadmin/viceadmin.html>

naturaleza jurídica de la misma, se definieron los principios y objetivos generales y se fijaron las funciones, normas y procedimientos básicos que regularían la dirección y administración de la Universidad. En el Estatuto General de 1981 se habla por primera vez de que la Universidad tendrá un Vicerrector Administrativo, cuyo nombramiento le correspondería al Rector con la ratificación del Consejo Superior. De esta manera desaparecía el cargo de Rector Asistente. Vicerrectoría Administrativa se concibe como un ente que coordina un equipo de trabajo y, que intenta con base en esa dinámica atender las necesidades programadas y urgentes de todas las unidades académicas y administrativas de la universidad.

Cada una de las Divisiones que conforman el organigrama de la Vicerrectoría Administrativa establece y adoptan estrategias adecuadas para que las políticas administrativas tengan viabilidad y se manifiesten en la marcha cotidiana de la Universidad Industrial de Santander.

La Vicerrectoría Administrativa tiene como misión específica gerenciar los procesos administrativos de la UIS con el objeto de hacer posible el cumplimiento de la misión, las políticas y los objetivos institucionales.

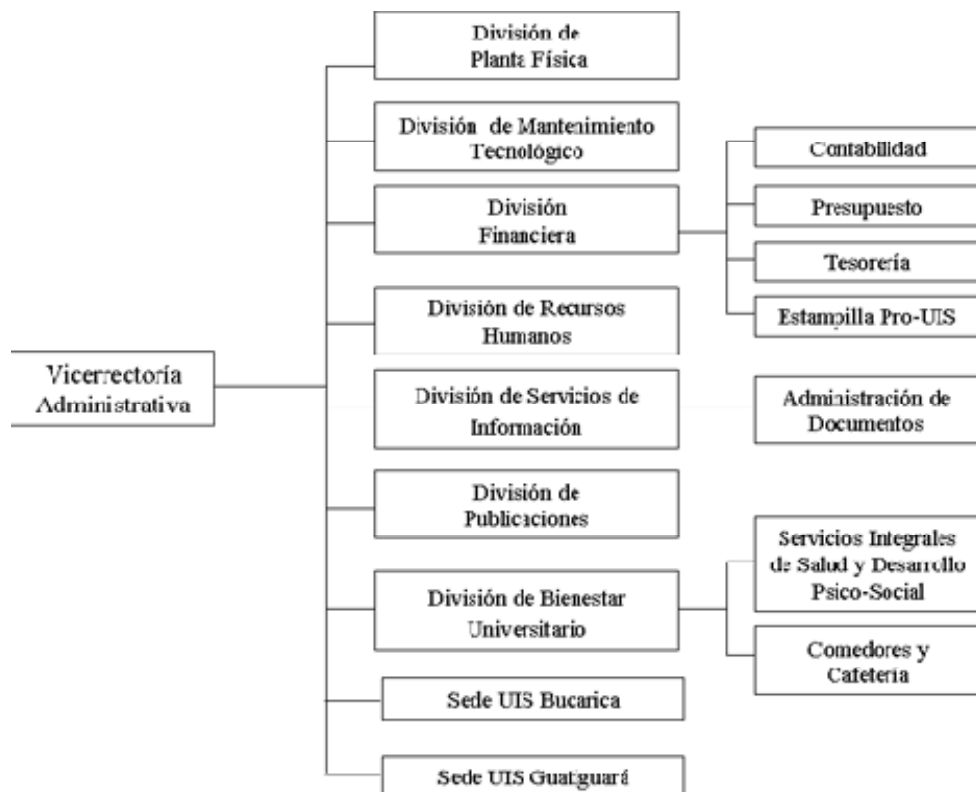


Figura 1. Organigrama Vicerrectoría Administrativa. Fuente: www.uis.edu.co

2.1.3. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

2.1.3.1. GENERALIDADES

Adscrita a la Vicerrectoría Administrativa⁹, fue creada en el año de 1972, con el propósito de dotar a la Institución de una Dependencia encargada de gestionar la reconstrucción, reparación y conservación adecuada de los equipos y maquinaria de los laboratorios y demás dependencias de servicio y apoyo de la Universidad; igualmente recibir, instalar y controlar el uso de los equipos y conceptuar técnicamente sobre nuevas adquisiciones.

⁹ Adaptado de <https://www.uis.edu.co/mapadelsitio/divisionmantenimientotecnologico>

2.1.3.2. MISIÓN

La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad en los procesos de adquisición de equipos, su instalación, operación y mantenimiento preventivo y reparativo, a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos. Para el logro de su Misión, la División de Mantenimiento Tecnológico pone a disposición de la comunidad universitaria todos sus recursos disponibles, Humanos, técnicos y equipos, para que en concordancia con las políticas institucionales, y contando con el concurso de todas las dependencias, pueda desarrollar todos sus programas.

En la búsqueda permanente de la excelencia en la prestación de los servicios y por una apertura constante hacia la plena utilización de los recursos con que cuenta la Universidad, dispone para estudiantes, profesores y empleados, la información técnica relacionada con equipos y proveedores de servicios, manteniéndola cada día debidamente catalogada y clasificada.

2.1.3.3. VISIÓN

Nuestra Visión es ser una Unidad Administrativa participativa y líder en la calidad y excelencia en la gestión de servicios técnicos, con “Talento Humano con Espíritu de Servicio”, comprometido a alcanzar una posición de vanguardia en el logro de los objetivos institucionales. Pero, más que una visión de futuro, queremos convertir nuestro sueño en realidad: La IMAGEN de la División de Mantenimiento Tecnológico, va a resurgir con el concurso de gente con un amplio sentido de pertenencia y con una explicación clara a nuestros clientes de que nuestros propósitos se identifican plenamente con los suyos.

2.1.3.4. OBJETIVOS

- Mejorar la confiabilidad de los equipos de las dependencias de docencia, investigación, postgrados, proyectos y administrativas de la Universidad, conservándolos dentro de un adecuado nivel técnico de instalación, mantenimiento preventivo y correctivo, para obtener de ellos el mayor grado de aprovechamiento.
- Complementar la información requerida para la adquisición de equipos, instrumentos, accesorios y repuestos y proporcionar los servicios necesarios para la instalación e instrucción a los usuarios de la información técnica correspondiente.
- Suministrar la información pertinente para el desarrollo de políticas de reposición y recuperación de equipos.
- Mantener en condiciones óptimas de funcionamiento la Central Telefónica Digital y las redes telefónicas de la Institución.
- Asesorar e intervenir en obras y proyectos que involucren equipos de soporte y apoyo a la docencia y la administración de la Universidad.

2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Administración del mantenimiento.

El mantenimiento se puede definir¹⁰ como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

¹⁰ Duffua, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. Limusa Wiley, 2009

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño,

introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.

Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes¹¹:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total

2.2.2.1. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.

¹¹ Duffua, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. Limusa Wiley, 2009

2.2.2.2. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una *anticipación del reemplazo o cambio prematuro*.
- **Problemas iniciales de operación:** cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- **Coste en inventarios:** el coste en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- **Mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una *degeneración* del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

2.2.2.3. Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

2.2.2.4. Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance TPM)

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- *Mantenimiento*: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- *Productivo*: Esta enfocado a aumentar la productividad
- *Total*: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

2.2.3. Técnicas de Pareto.

Los sistemas de calidad se asientan sobre herramientas estadísticas que permiten el manejo sistemático de la documentación y de los indicadores de gestión. Particularmente, la norma ISO 9000 sostiene expresamente que la empresa "debe identificar la necesidad de uso de técnicas estadísticas adecuadas para establecer, controlar y verificar la capacidad de los procesos y las características de los productos"¹².

Concretamente, las técnicas de Pareto consisten en el análisis ordenado y sistemático de datos recopilados en uno o más puntos de la línea de producción, a

¹² Facultad de ingeniería mecánica, universidad Carlos III, [artículo disponible en internet], [citado 4 de julio de 2010; 9

través del cual se puede evaluar y ponderar la importancia relativa de los distintos factores que inciden en un proceso.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio o de los costos de reelaboración.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de la clientela.
- La minoría de vendedores que está vinculada a la mayoría de partes rechazadas.
- La minoría de problemas causantes del grueso del retraso de un proceso.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.
- La minoría de elementos que representan al grueso del costo de unos inventarios.

Como tal, este instrumento es aplicable a cualquier actividad de calidad que se desarrolle dentro de la empresa, siempre y cuando se cuente con un sistema de registro que permita contar con la base de datos inicial, a partir de la cual se aplican las herramientas estadísticas.

En ese sentido, los gráficos y técnicas de Pareto sirven tanto para analizar de manera científica indicadores de control, como para verificar la evolución de puntos de calibraciones, revisión de contratos, índices de satisfacción o de cumplimiento, etcétera.

Por ejemplo, se puede aplicar esta herramienta para ponderar la importancia relativa de las causas que provocan tiempos muertos en la producción. En ese caso, la técnica consistirá en relevar cada una de las paradas innecesarias que se detecten en la línea durante un período determinado, consignando las razones de cada anomalía en la producción.

Al cruzar mediante una herramienta estadística los datos cuantitativos de los tiempos muertos verificados por cada una de las causas relevadas, los gráficos y técnicas de Pareto nos permitirán establecer el orden de importancia de los puntos sobre los que habrá que actuar para hacer más eficiente el proceso.

Naturalmente, en este ejemplo puntual las técnicas de Pareto son de vital importancia para un sistema de gerenciamiento productivo total (TPM); o más específicamente, para la aplicación de un PSP para la solución de un problema de eficiencia de una tarea, ya que nos ayuda a discriminar las anomalías vitales de las triviales en la generación de los tiempos muertos.

De la misma manera se puede utilizar esta herramienta estadística para la detección de incumplimientos en la calidad de los productos o en los plazos de entrega dentro de un programa de evaluación de proveedores; o en la gravitación de los factores ambientales en un sistema ISO 14000; o en la detección y ponderación de las desviaciones de los estándares de calidad del producto final.

Como los gráficos de Pareto traducen los datos relevados en cualquier punto del proceso a indicadores estadísticos cuantitativos, también sirven para evaluar la evolución del desempeño de un área determinada en un lapso de tiempo. Por la misma razón se utiliza esta técnica para comparar los indicadores de gestión entre

distintas líneas de producción, o entre equipos que realizan una determinada tarea. En suma, esta herramienta se puede emplear para cualquier actividad que se requiera un basamento estadístico. Sea para tomar una decisión (por ejemplo, determinar sobre qué proveedores voy a concentrar mis compras de acuerdo a la performance de cumplimiento), sea para solucionar un problema (concentrando mis acciones en las anomalías que, de acuerdo a las estadísticas, son las más gravitantes); o simplemente para saber dónde estoy parado (evaluado la calidad de mi proceso en función de la comparación de los registros estadísticos a través del tiempo).

Tradicionalmente, lo que hoy aportan las técnicas de Pareto se hacía de manera informal. El encargado de compras calificaba “a ojo” el comportamiento de los proveedores; el operario conocía por experiencia propia todas las “mañas” de la máquina que manejaba; el gerente de área sabía “por oficio” sobre qué sector de la planta confiar las tareas más delicadas. Pero las empresas modernas requieren precisión para trabajar en calidad, y eso se logra con el basamento científico de las técnicas estadísticas.

2.2.4. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA CAPACIDAD

2.2.4.1. Capacidad

Cantidad de producto o servicio que puede ser obtenido o procesado por unidad productiva durante cierto período de tiempo¹³.

2.2.4.2. Unidad de medida de la capacidad

La elección de una unidad de medida a emplear para la Planificación y control de la capacidad, no es en todos los casos una labor sencilla.

¹³ Niño López Myriam Leonor. [Material de clase] Planificación de Capacidad. Universidad Industrial de Santander.

En el caso de configuraciones continuas o repetitivas orientadas al producto, la medida de capacidad se establece por el lado del output, por ejemplo: número de autos/semana, número de barriles de cerveza/día.

En el caso de empresas que trabajan por funciones y con múltiples productos técnicamente diferenciados, la elección de una medida de capacidad por el lado del output, se complica más. En algunos casos se puede utilizar una medida agregada como, por ejemplo, el número de muebles por semana o los metros de tela confeccionados por día.

Para la Planificación y Control de Capacidad, sobre todo a mediano y corto plazo, es más conveniente utilizar medidas del lado del input, es decir de los recursos claves utilizados en la fabricación, tales como horas de mano de obra o de máquina.

2.2.4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD

- **Factor de Utilización**

$$U = \frac{\text{Número de horas productivas desarrolladas}}{\text{Número de horas reales}}$$

- **Factor de Eficiencia**

$$E = \frac{\text{Número de horas estandar}}{\text{Número de horas productivas}}$$

2.2.4.4. TIPOS DE CAPACIDAD

- **Capacidad diseñada:**

Salidas máximas en condiciones ideales.

- **Capacidad disponible (CD):**

Salidas que podrían ser logradas en cierto período de tiempo en las circunstancias normales de producción para la E y U del CT considerado¹⁴.

- **Capacidad demostrada:**

Es una medida de salidas obtenida en el pasado medido en horas estándar.

- **Capacidad práctica máxima:**

Salidas alcanzadas dentro del programa de operación normal de horas por día y días por semana mientras las instalaciones presentan altos costos de ineficiencia

- **Capacidad máxima (CM):**

La que puede lograr en circunstancias normales de producción, más la utilización de todas las posibles medidas de aumento transitorio.

2.2.4.5. PLAN DE CAPACIDADES PARA EL DISEÑO DEL PROCESO

La capacidad productiva, su análisis, planeación, programación y control, constituyen actividades críticas que se desarrollan paralelamente con las actividades de programación y planeación de materiales, representando esta (la capacidad) la cantidad de productos o servicios destinados a satisfacer las necesidades del individuo y/o sociedad que puede ser obtenida por unidad productiva durante un determinado periodo de tiempo [Domínguez, Machuca 1995]. La capacidad de los medio de trabajo se puede expresar en las siguientes unidades:

¹⁴ Niño López Myriam Leonor. [Material de clase] Planificación de Capacidad. Universidad Industrial de Santander.

- **Unidades de tiempo:** Miden el consumo de tiempo de los medios de trabajo o de las unidades producidas, se expresan en (Horas-Máquina; Horas-Unidad; Horas Hombre).
- **Unidades Energéticas:** Miden el gasto o consumo de energía, se expresan en (HP; Kw-hora).
- **Unidades Monetarias:** Miden el impacto económico, se expresan en (US\$; \$).
- **Unidades Naturales:** Determinan unidades del proceso productivo, se expresan en (unidades; longitudes; superficies; masa; peso). De todas las unidades en que se puede expresar la capacidad, de acuerdo con el caso que se trate, las fundamentales son las de tiempo, ya que a partir de estas se pueden expresar las restantes [Mileusnic 1987].

2.2.4.6. CLASIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES

La capacidad de los medios de trabajo, en general, puede también diferenciarse, en función de su disponibilidad, necesidad y utilización temporal en:

- **Capacidad Instalada Ci:** Aquella que esta potencial y totalmente disponible para alcanzar los resultados productivos máximos especificados por su fabricante. La magnitud de esta capacidad se ve disminuida solo por razones de mantenimiento de los medios de trabajo para garantizar su propia disponibilidad y utilización normal (racional). A su vez, la capacidad instalada puede ser sostenida para muy cortos periodos de tiempo, así como pocas horas al día o pocos días al mes [Krajewski & Ritzman 1996].

- **Capacidad Disponible Cd:** Es menor que la capacidad instalada y depende de las condiciones de producción, administración y organización en que se esta se desempeña. En comparación con la capacidad instalada, la disponible se ve disminuida en relación con los días hábiles del año, el número de turnos y su duración, las horas perdidas por ausentismo de los trabajadores, las pérdidas originadas por factores organizacionales y por otros factores influyentes externos, analizados casuísticamente.
- **Capacidad Necesaria Cn:** Es aquella que se debe utilizar, para aprovechar las posibilidades y las exigencias del mercado; o sea, indica cuánto se debe utilizar la capacidad en un determinado periodo de tiempo para realizar un plan de producción. La capacidad necesaria puede ser mayor, igual o menor que la capacidad instala o disponible.
- **Capacidad Utilizada Cu:** Refleja su real utilización para un determinado periodo de tiempo; es decir, la producción realizada, expresada en las mismas unidades de medida en que se han calculado, la capacidad instalada, disponible y necesaria a los efectos de comparación y correspondencia con los factores perturbantes [Kalenatic & Blanco Rivero 1993]

2.2.4.7. CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES

Capacidad Instalada Ci: El cálculo de la capacidad instalada, integrada en los modelos de optimización de planes de producción, se realiza como se muestra en la expresión [1] [Zelenovic 1987; Mileusnic 1985; Petric 1986 y Todorovic 1995]

$$Ci = \sum_{i=1}^m n_i \times hd \times dh - \sum_{i=1}^m n_i \times g_i \quad \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

15

Donde:

i: Sitios de trabajo o unidades tecnológicas tipo i

m: Sitios de trabajo agrupados por tipo; i=1,2,3,...,m

ni: Cantidad de sitios de trabajo o de unidades tecnológicas tipo i

gi: Pérdidas estándar por mantenimiento preventivo y correctivo de los sitios de trabajo de las Unidades Tecnológicas tipo i (hora/medio de trabajo)

hd: Horas día (24)

dh: Días hábiles en el año (365)

G1: Perdidas estándar totales por mantenimiento preventivo de todos los sitios de trabajo activos en el sistema. A su vez, para el cálculo de estas pérdidas, es válida la expresión.

$$G_1 = \sum_{i=1}^m n_i \times g_i \quad \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

- **Capacidad Disponible Cd:** Se calcula mediante la expresión [3] [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995]

$$Cd = \sum_{i=1}^m n_i \times ht \times nt \times dh - (G_1 + G_2 + G_3 + G_4) \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

16

¹⁵ Niño López Myriam Leonor. [Material de clase] Planificación de Capacidad. Universidad Industrial de Santander.

¹⁶ Niño López Myriam Leonor. [Material de clase] Planificación de Capacidad. Universidad Industrial de Santander.

Donde:

dh: Días hábiles en el año que se labora en el sitio de trabajo tipo i (días/año)

ht: numero de horas turno que se labora en el sitio de trabajo tipo i

nt: Numero de turnos de trabajo que se labora en el sitio de trabajo tipo i, según las condiciones de producción

G2: Pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a vacaciones, incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas (horas/año)

G3: Pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de producción (horas/año)

G4: Pérdidas estándar totales por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen a paradas y esperas en los puestos de trabajo y que no dependen de los productores, sino de causas de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, agua)

- **Capacidad Necesaria Cn:** El calculo de la capacidad necesaria (o carga) asociada a la ejecución de un determinado plan de producción, determina según [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995] por la expresión

$$C_n = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{p_{ij}} \times N_{r_{ij}} \pm INR_{ij} \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

Donde:

j: Líneas de producción y/o productos tipo j

n: Líneas de producción y/o productos agrupados j=1,2,3,...,n

Q_{p_{ij}}: Cantidad planeada de productos tipo j que se elaboran el sitio de trabajo tipo i (unidades/año)

N_{r_{ij}}: Norma técnica de trabajo para el producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i

INRij: Ejecución Estándar de la Norma Técnica de producción del producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i, representada como la diferencia entre las horas de trabajo dadas como norma y las realmente ejecutadas. Este tiempo de ejecución de la norma técnica puede ser también expresado en forma de coeficientes [Kalenatic & Blanco Rivero 1993]

- **Capacidad Utilizada Cu:** La capacidad utilizada (o carga real ejecutada), en un periodo de tiempo dado (ejecución de un plan) se determina, según [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995] por la expresión

$$C_u = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{rij} \times T_{rij} \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

Donde:

Qrij: Cantidad real fabricada del producto tipo j que se proceso en el sitio de trabajo tipo i (unidades/año)

Trij: Horas de trabajo promedio realmente utilizadas por unidad de producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i (horas/unidad)

Cuando la capacidad se utiliza en la producción de diversas clases de productos en diferentes cantidades, entonces el equilibrio entre la capacidad necesaria y disponible se puede calcular mediante métodos de programación lineal ; existen varios criterios (funciones objetivo), a partir de los cálculos es posible optimizar el volumen y la mezcla de productos, entre estos, los más usuales son: la máxima utilización de la capacidad disponible, el máximo ingreso, el mínimo costo, la máxima utilidad¹⁸

¹⁷ Niño López Myriam Leonor. [Material de clase] Planificación de Capacidad. Universidad Industrial de Santander.

¹⁸ [Everet 1991; Hiller & Liberman 1992; Schroeder 1992; Taha 1995, Todovic 1995 y Meredith 1996]

2.2.5. ESTUDIOS DE TIEMPOS.

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal, un método predeterminado¹⁹.

2.2.5.1. TIEMPO ESTÁNDAR.

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, incluyendo síntomas de fatiga.

2.2.5.2. APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR.

- Ayuda a la planeación de la producción: los problemas de producción podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en conjetura o adivinanzas.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo.
- Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

¹⁹ Meyers Fred E. Estudios de tiempos y movimientos. Pesaron educación.1996. 329p.

- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra presupuestarán los costos de artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándares serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

2.2.5.3. PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

Ante todo en la mayoría de los tiempos existen dos premisas fundamentales:

- Las medidas deben hacerse con la más escrupulosa justicia, es decir, con las mayores garantías de que la medida está perfectamente realizada, ya, que la determinación de tiempo se emplea para calcular los salarios con incentivos y, por tanto, si las medidas no son tomadas con verdadero sentido de responsabilidad, se derivan perjuicios graves para los trabajadores o para la empresa.
- Las medidas deben hacerse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide. Si se trata de una operación que se repetirá multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dedique en asegurar una medición más exacta posible con pocas piezas y elementos técnicos puede resultar más caro que el valor de los posibles errores cometidos.

2.2.5.4. MÉTODOS GENERALES DE MEDICIÓN DEL TRABAJO

- **Medición y observación directas**
 - Cronometraje
 - Muestreo del trabajo

- **Tiempos predeterminados**
 - MTM: Medición de Tiempos de Métodos

- **Técnica de estimación.**

2.2.5.5. ESTUDIOS DE TIEMPOS POR CRONOMETRAJE

- **Definición:**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetros se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea ya estandarizada.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos
- Se encuentren bajos rendimientos u excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupos de máquinas. $\text{Rendimiento} = \frac{\text{obtenido}}{\text{expectativa}}$

2.2.5.6. VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

La calificación de la actuación toma en cuenta cuatro aspectos: Habilidad, esfuerzo, condiciones y, consistencia.

- Habilidad. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario.
- Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.
- Condiciones. Son aquellas condiciones como luz, ventilación, calor, etc., que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.
- Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

Cada uno de estos factores es ponderado de acuerdo a tablas ya establecidas.

2.2.5.7. SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Los suplementos pueden ser:

- Asignables al trabajador
- Asignables al trabajo estudiado
- No asignables

Definición de suplemento

Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplementos a concederse.- Tres son los suplementos a concederse en un estudio de tiempos. Estos son:

- Suplementos por retrasos personales
- Suplementos por retrasos por fatiga (descanso)
- Suplementos por retrasos especiales.

2.2.5.8. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Para el muestreo de tiempos es necesario determinar el tamaño de la muestra del estudio, para este caso de estudio dicho tamaño puede ser hallado mediante la técnica estadística:

$$N = \frac{s^2 * t^2_{(\alpha/2, n-1)}}{e^2}$$

Naturalmente estos procedimientos se aplican cuando se puede realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de estas es pequeño se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la media aritmética de las mediciones efectuadas.

Otra opción para el cálculo del tamaño muestral requerido, es el uso de tablas obtenidas empíricamente que indican el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo.

- **Criterio De La General Electric**

Una de las tablas mas aceptadas como guía para analistas de tiempos, es la tabla de General Electric²⁰, que se presenta a continuación.

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NUMERO DE CICLOS A OBSERVAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
MAS DE 40.00	3

Tabla 2: Criterio de General Electric. Fuente: estudio del trabajo. Roberto García Criollo.

TIEMPO ESTÁNDAR O TIPO

El tiempo tipo o estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos: repetitivos, constantes, variables; así los elementos causales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos a estos tiempos ya valorados se le agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales.

Cálculo del tiempo tipo o estándar.

$$Tt = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{asignado}}}{(1 - \text{contigencia})}$$

²⁰ García Criollo Roberto Estudio del trabajo: medición del trabajo McGraw-Hill Interamericana, 1988. 218p.

Una vez que se hayan terminado de realizar los pasos siguientes:

- Obtener y registrar información de la operación
- Descomponer la tarea, registrar los elementos
- Tomar las lecturas
- Nivelar el ritmo de trabajo
- Calcular los suplementos de estudios de tiempos

Se procede a calcular el estudio de tiempos y se obtiene el tiempo estándar de la operación como sigue:

a) Se analiza la consistencia de cada elemento. Las mediadas a tomar pueden ser las siguientes:

- Si las variaciones son debidas a la naturaleza de los elementos se conservan todas las lecturas.
- Caso contrario la lectura anterior o posterior donde se observa la variación de ambas son consistentes, la inconsistencia en el elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad del trabajador. Si un gran número de observaciones son consistentes se pueden eliminar las variaciones extremas y solo conservar las normales.

b) En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes.

c) Se nota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.

d) Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas o consideradas, el resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \sum X_i / n$$

e) Se multiplica el tiempo promedio (Te) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto obteniéndose el tiempo base elemental:

$$T_n = T_e (\text{valoración en \%})$$

f) Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

g) Se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento cíclico o contingente

h) Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento. A este producto se le denomina tiempo total concedido.

i) Se suman los tiempos concedidos para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación/ pieza, etc.

j) Al efectuarse el cálculo del tiempo tipo debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si debe concederse el tiempo de preparación y retiro
- El factor interferencia cuando se presenta un ciclo de trabajo estudiado.

2.2.5.9. TÉCNICA DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS.

La estimación es el proceso de emplear la experiencia pasada para predecir eventos futuros. Puede ser utilizada para establecer estándares de trabajo de una manera económica.

Este tipo de medición de trabajo se realiza aplicando un conocimiento basado en la experiencia. Este método se emplea en todas las plantas hasta cierto punto, ya que no es económicamente factible el establecimiento de estándares de trabajo para todos los trabajos de mantenimiento. Algunas de las ventajas de este método de medición de trabajo incluyen menores costos y poder estimar el estándar antes de iniciar el trabajo.

El trabajo de mantenimiento generalmente puede dividirse en las siguientes categorías:

- 1) Trabajo rutinario de frecuencia regular
- 2) Trabajo rutinario de frecuencia irregular
- 3) Trabajo único que requiere menos de 100 horas
- 4) Trabajos no rutinarios que requieren más de 100 horas

En el caso de las categorías 1 y 2, el tiempo consumido en el pasado puede ser usado como estándar.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS QUE COMPONEN EL MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Figura 2. Mapa de procesos DMT. Fuente: los autores

3.1. PROCESOS GERENCIALES DELA DMT

3.1.1. PLANEACION DEL MANTENIMIENTO.

Contiene las actividades de diseño del trabajo que se van a llevar a cabo, definiendo el método, herramientas y personal necesario, así como la organización del tiempo para cada tarea. Actualmente en la división no se nota una verdadera organización, no se tienen métodos estandarizados para realizar los mantenimientos y no se conoce con certeza si existe el personal necesario ya que no se tienen datos de la capacidad operativa, ni de cuantos técnicos se necesitan para cada área.

Actualmente la planeación de la DMT está a cargo del jefe de la división y el profesional de mantenimiento. Esta planeación se realiza con base en

conocimientos empíricos sobre el sistema, ya que no se conocen datos de capacidad operativa ni se realizan pronósticos de carga de mantenimiento, la mayor parte de esta planeación se fundamenta en las solicitudes registradas por el SIMAT y no es muy común que se le haga un seguimiento a los equipos dentro de los talleres.

3.1.2. CONTROL DEL MANTENIMIENTO.

Consiste en las actividades de control de solicitudes, control de inventarios, control de costos y control de calidad. Actualmente en la división no se lleva un control de los inventarios de repuestos que deben mantener ni de cuantos equipos pueden tener en inventario de espera de mantenimiento, con respecto a los costos tampoco se lleva un control de estos, pero en la actualidad se está llevando a cabo un proyecto de grado en esta área que se espera que brinde mucha más claridad al respecto que permita a través de información concreta colaborar a la toma de decisiones y en la parte de calidad la DMT está certificada en la GP: 1000 lo cual deja evidencia sobre su interés en brindar servicios de calidad y además deja constancia de que cumple con todos los requisitos que esta norma exige.

3.2. PROCESOS DE REALIZACIÓN.

3.2.1. SOLICITUD DE SERVICIO

En el momento en que falla uno de los equipos tecnológicos de las unidades académicas y administrativas de la universidad industrial de Santander, el funcionario responsable de este, procede a realizar la solicitud de mantenimiento correctivo a la división de mantenimiento tecnológico, para la cual cuenta con tres opciones:

- Sistema de información de mantenimiento tecnológico (SIMAT).

Consiste en un sistema de información que utiliza intranet y que permite a los usuarios realizar la solicitud de mantenimiento correctivo, y a su vez permite al personal de la división administrar la información y de este modo según la especialidad asignarle un técnico a cada equipo para que sea atendido. Este sistema de información aunque ha mejorado mucho el proceso de mantenimiento, requiere de una serie de mejoras y de complementos a la hora de suministrar datos sobre las solicitudes y los equipos, ya que no presenta datos como la hora de la solicitud, clasificación exacta de inventario, entre otros.

- Telefónicamente el proceso se basa simplemente en llamar a la División y reportar la falla para que asignen un técnico y este se disponga a buscar el equipo para hacerle el mantenimiento.
- Memorando interno. Este proceso se lleva a cabo por medio de un documento que se hace llegar a la División solicitando un servicio de mantenimiento.
- **Asignación Del Servicio**

La asignación de la solicitud a un técnico se realiza de acuerdo a la especialidad de mantenimiento, y la realiza el sistema inmediatamente se solicita el servicio.

3.2.2. TRANSPORTE

Luego de realizar la solicitud de mantenimiento, existen dos posibilidades: la primera es que el técnico se deba trasladar al sitio donde se encuentra el equipo para realizar el desmontaje del equipo, y luego ser transportado a la división.

La segunda posibilidad es que el equipo deba ser trasladado directamente a la división. En ambos casos el transporte del equipo está a cargo de la división de

planta física de la universidad industrial de Santander, por lo cual se debe realizar la solicitud, ya sea por parte del usuario o el técnico de la división.

3.2.3. SERVICIO TÉCNICO POR PARTE DE LA DIVISION

Se trata de la revisión y mantenimiento del equipo por parte del técnico asignado o en su defecto el reporte del equipo a una entidad externa en el caso de que en la división no se pueda hacer el trabajo. Comprende desde el momento en que el técnico recibe el equipo, hasta que lo entrega en perfectas condiciones de funcionamiento, o en caso de no ser viable la reparación, emitir la sugerencia para concepto de baja en caso de que el equipo así lo amerite.

3.2.4. CUMPLIMIENTO DEL SERVICIO.

Luego de realizar el servicio técnico por parte de la división se entrega el reporte de mantenimiento ya sea por el SIMAT o por medio de un documento físico en caso de que la solicitud no se haya hecho por medio del sistema de información, en este reporte se notifica si se pudo realizar el mantenimiento satisfactoriamente o si por el contrario fue dado de baja. El transporte e instalación del equipo se realiza con la colaboración de la división de planta física.

3.3. PROCESOS DE APOYO.

3.3.1. COMPRAS.

En la división de mantenimiento tecnológico el proceso de compras se realiza de la siguiente manera: Cuando se ve la necesidad de la compra de un repuesto el mismo técnico puede llamar y hacer la solicitud al proveedor a nombre de la

división o en su defecto si se trata de un repuesto muy costoso el encargado es el profesional de mantenimiento. En caso de que el precio sea menor a 200.000 pesos, la división puede hacer la compra con los recursos de su caja menor y luego pasar la cuenta de cobro a la unidad académica administrativa correspondiente, por otra parte si el precio es mayor, se le consulta a la unidad académica la autorización y de ser el caso que realice el traslado de fondos para la compra del repuesto. La compra de inventarios solo la puede hacer el jefe de la división.

3.3.2. INVENTARIOS

Los inventarios de repuestos para reemplazo es una parte importante del proceso de mantenimiento, pues la disponibilidad de los mismos garantiza un menor tiempo muerto de los equipos de la universidad. Actualmente este control de inventarios está a cargo de el jefe de la división, quien es el encargado de definir la cantidad y frecuencia de pedidos, así como de de definir de cuales repuestos se mantendrá stock y de cuales no. para realizar estos cálculos también se basan en conocimientos empíricos del sistema.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DEL SISTEMA.

4.1. PROCESOS GERENCIALES CRÍTICOS.

4.1.1. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

La ausencia de datos sobre la capacidad disponible, y la falta de registro de información del sistema de manera sistemática, dificultan la planeación de actividades en la división de mantenimiento tecnológico, lo que ocasiona una variación en la capacidad disponible para el mantenimiento correctivo. La teoría del mantenimiento²¹ dice que la una adecuada planeación y programación del mantenimiento, son los aspectos mas importantes de una correcta administración del mantenimiento, contribuyendo a la reducción de costos, mejor utilización de la fuerza de trabajo al reducir demoras e interrupciones, y garantiza una mejor calidad del trabajo.

Actualmente la división de mantenimiento tecnológico, realiza una planeación basada en el juicio de las directivas de la división, sin tener en cuenta datos ni retroalimentación del sistema, por lo que se considera como crítico este proceso, y se espera que con el desarrollo de este proyecto se brinden las bases para una efectiva planeación del mantenimiento de la Universidad Industrial De Santander. Otro aspecto importante de la planeación del mantenimiento es detectar los activos a los cuales se realizara mantenimiento preventivo y el costo mínimo de mantenimiento, el cual se define como el punto de equilibrio entre el costo de mantenimiento y el costo de tiempo de paro. Se debe estimar que si a un recurso se le da menos o más mantenimiento del necesario se pueden tener pérdidas económicas por hipermantenimiento o por paro debido a falta de mantenimiento, lo que significa gasto. Este costo mínimo de mantenimiento lo podemos observar en la siguiente grafica:

²¹ Duffua, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. Limusa Wiley, 2009

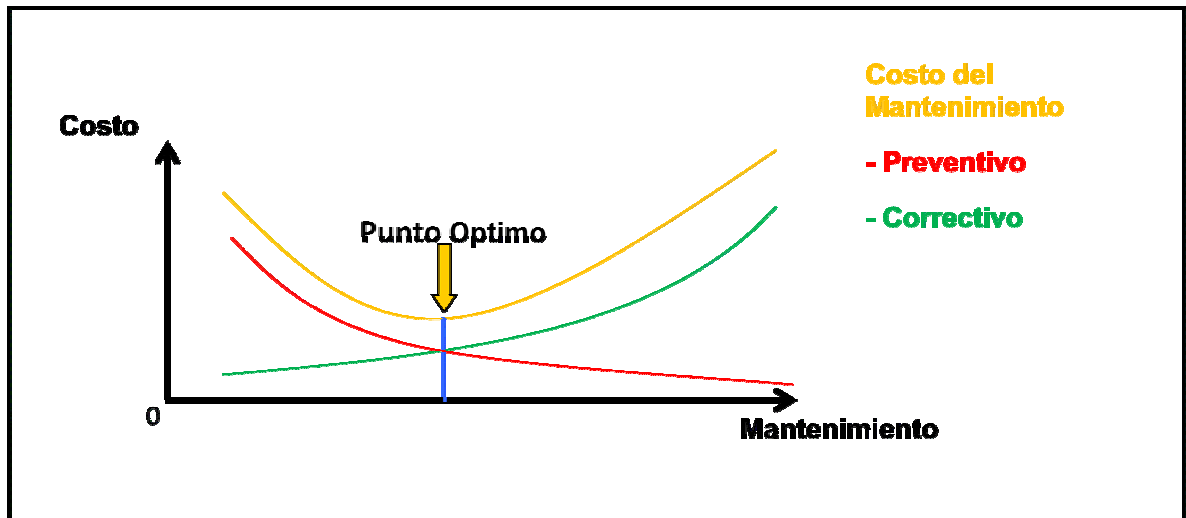


Figura 3. Punto óptimo de mantenimiento. Fuente: Los autores

4.1.2. CONTROL DEL MANTENIMIENTO.

Para garantizar la efectividad del proceso de mantenimiento tecnológico, es preciso realizar un efectivo control sobre las actividades llevadas a cabo por la división. Actualmente no se llevan a cabo actividades de recopilación de información provenientes de fuentes como el SIMAT, para luego realizar el respectivo análisis que permita tomar decisiones y modificar el sistema de acuerdo a las necesidades del entorno.

También es evidente la falta de control sobre los técnicos de la división, con el fin de verificar el adecuado cumplimiento de sus funciones y evitar demoras en el tiempo muerto de los equipos.

4.2. PROCESOS DE REALIZACIÓN CRÍTICOS.

4.2.1. SOLICITUD Y ASIGNACIÓN DEL SERVICIO.

Una de las principales falencias en el registro de las solicitudes, son los errores por parte de la división de inventarios en el momento que se ingresa un nuevo equipo al sistema, ya que el sistema de información cuenta con una clasificación preestablecida de los equipos, situando a cada uno de ellos en una subcategoría llamada SUPTIPO, los cuales a su vez son ubicados en otra categoría llamada TIPO, la cual esta distribuida de la siguiente manera:

TIPO DE EQUIPOS	SUBTIPO DE EQUIPOS
0: BIENES CULTURALES	11
1: EQUIPO LABORATORIO	847
2: MUEBLES Y ENSERES	306
3: EQUIPO DE OFICINA	44
4: MAQUINARIA Y EQUIPO	124
5: EQUIPO AUDIOVISUAL	94
6: PARQUE AUTOMOTOR	5
7: EQUIPO COMPUTACION	63
8: INTANGIBLES	3
9: ELEMENTOS DE CONSUMO	155
Cuenta general	1652

Tabla 3. Clasificación de activos de la UIS. Fuente: sistemas de información.

Esta clasificación permite en el momento de descargar y analizar la base de datos del SIMAT, realizar estadísticas y cruce de información con fines de toma de decisiones y administración del proceso.

En el momento de realizar el estudio de Pareto para las solicitudes realizadas, se encontró en la base de datos del SIMAT, un elevado porcentaje de errores en la clasificación de los equipos, ya que algunos de estos en el momento de ser registrados, se ubican en un TIPO y SUPTIPO al cual no corresponden, por lo tanto dificulta enormemente el control de la información por parte del personal de la división.

A manera de ejemplo se presenta el caso de las solicitudes de mantenimiento de aires acondicionados, donde después de realizar una reclasificación de los datos se encontraron las siguientes cifras:

Total de registros correctos:	312
Registros encontrados en otras categorías:	228
Total de registros reales en la base de datos:	540
% de error:	42%

Tabla 4. Error en la clasificación de activos Fuente: los autores.

En otros casos la falta de un número de inventario de los equipos impide el registro del mismo por medio del SIMAT, lo que dificulta realizar un efectivo control de las solicitudes de servicio.

4.2.2. TRANSPORTE

Uno de los principales motivos de demora en el proceso de mantenimiento correctivo de la UIS, es el transporte de los equipos a reparar, desde las unidades académicas y administrativas, hasta los talleres de la DMT.

Este proceso como se describió en el capítulo anterior, es responsabilidad de la división de planta física, pero en la mayoría de los casos, el usuario no realiza la solicitud de transporte del equipo de manera oportuna, lo que genera un aumento significativo en el tiempo muerto de los equipos.

La principal causa de este problema es la falta de conexión entre los sistemas de información de la división de mantenimiento tecnológico y la división de planta física, y el trabajo conjunto de las dos divisiones para el control de la operación.

4.2.3. SERVICIO TECNICO.

Dentro de las fallas propias de la prestación de los servicios técnicos de mantenimiento pudimos observar las siguientes:

- Falta de capacitación enfocada a las tecnologías actuales de la universidad: la Universidad Industrial De Santander en los últimos años ha invertido en equipos tecnológicos de gran costo, pero no se ha capacitado a los técnicos en el mantenimiento de estas nuevas tecnologías, lo que imposibilita que la división de mantenimiento tecnológico realice las labores de mantenimiento de emergencia de una manera eficiente.
- Falta de un protocolo estandarizado de mantenimiento correctivo para los equipos de alto impacto, el cual debe contener los pasos y procedimientos establecidos para el mantenimiento correctivo de cada uno de estos equipos, con el fin de realizar la tarea en el menor tiempo posible y con la mínima cantidad de errores.
- Demoras por espera de decisiones de las UAA sobre compra de repuestos o conceptos de baja.
- En ocasiones es evidente la falta de algunas herramientas necesarias para prestar el servicio técnico de manera oportuna y reducir el tiempo muerto de los equipos, como lo son manuales de servicio y en el caso específico de equipos de computo, la falta de controladores e instaladores de sistemas

operativos con sus respectivas licencias, elementos que son indispensables para las pruebas de servicio de los equipos, pero por políticas de la universidad solo están autorizados a manipularlos el personal del CENTIC, lo que entorpece la función de mantenimiento y va en contra de las políticas de reducir al mínimo las paradas no deseadas de los equipos.

4.3. PROCESOS DE APOYO CRÍTICOS.

4.3.1. INVENTARIOS.

Para minimizar el tiempo muerto de los equipos, es esencial que estén disponibles los materiales y repuestos necesarios para el proceso de mantenimiento correctivo, según la teoría de administración de mantenimiento²². Es lógico que no sea factible tener inventarios de repuestos para la totalidad de equipos de la universidad, pero para los equipos de mayor frecuencia de falla que se determinan en el capítulo 3, es indispensable tener un inventario de repuestos de uso frecuente en estos equipos. Actualmente en la división se cuentan con inventarios de repuestos, pero se presentan las siguientes falencias:

- La determinación del tipo de repuestos y la cantidad de pedido, se realizan sin tener en cuenta cálculos de la demanda y sin el debido criterio técnico, lo que ocasiona problemas en cuanto a disponibilidad de los repuestos.
- El responsable del manejo de inventarios es el jefe de la división de mantenimiento tecnológico, y por ende el único autorizado a entregar repuestos. en repetidas ocasiones se presenta una demora significativa en el tiempo de mantenimiento, a causa de los diferentes compromisos del jefe de la división, lo que imposibilita la entrega de la refacción necesaria para la

²² Duffua, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. Limusa Wiley, 2009

reparación del equipo, generando así tiempos de espera innecesarios y aumentando el tiempo muerto del equipo en reparación.

5. ESTUDIO DE TIEMPOS Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA DIVISIÓN.

5.1. DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ALTO IMPACTO.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden identificar los equipos que generan la mayor cantidad de solicitudes, siendo estos los que afectan directamente la capacidad operativa de la división

En el caso de la División De Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial De Santander, el 90% de las solicitudes de mantenimiento correctivo, las realizan las unidades académicas y administrativas por medio del Sistema De Información De Mantenimiento Tecnológico (SIMAT), el cual guarda un registro de todas las solicitudes realizadas, en una base de datos, la que contiene información detallada tanto del equipo al cual se le realiza el mantenimiento correctivo, como de las características del servicio.

Con el fin de identificar los equipos de mayor frecuencia de falla en la Universidad Industrial De Santander, se solicitó dicha base de datos a la división de servicios de información, y posteriormente se identificaron los atributos de cada solicitud que nos permite saber qué tipo de equipo es el atendido según un código asignado por el sistema de inventarios de la Universidad Industrial De Santander, que agrupa los equipos en las siguientes categorías:

TIPO DE EQUIPOS	SUBTIPO DE EQUIPOS
0:BIENES CULTURALES	11
01: EQUIPO DE LABORATORIO	847
02: MUEBLES Y	306

ENSERES	
03: EQUIPO DE OFICINA	44
04: MAQUINARIA Y EQUIPO	124
05: EQUIPO AUDIOVISUAL	94
06: PARQUE AUTOMOTOR	5
07: EQUIPOS DE COMPUTO	63
08: INTANGIBLES	3
09: ELEMENTOS DE CONSUMO	155

Tabla 5. Clasificación d equipos. Fuente: Sistemas de información.

En total existen 293 subtipos de equipos a los cuales la división de mantenimiento tecnológico realiza mantenimiento correctivo.

Teniendo en cuenta esta clasificación y los datos de solicitudes de los últimos cinco años hasta el mes de mayo de 2010, se elaboró una tabla dinámica en Microsoft office Excel, que nos permitió determinar la frecuencia de falla de cada uno de los equipos en el periodo analizado.

Dicha base de datos y su respectivo análisis se presentan en el ANEXO 1 en una hoja de cálculo de *Microsoft Office Excel*.

Teniendo la información de la frecuencia de falla se procedió a realizar el análisis de Pareto que se presenta a continuación:

EQUIPO	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
Computador	1351	22,2%	22,2%
Impresora	796	13,1%	35,4%
Aires acondicionados	540	8,9%	44,2%
Teléfonos	392	6,5%	50,7%
Proyector	195	3,2%	53,9%
Ventilador	190	3,1%	57,0%
Microscopios	146	2,4%	59,4%
Estabilizador de voltaje	133	2,2%	61,6%
Grabadora	102	1,7%	63,3%
Balanza	101	1,7%	65,0%
Agitador	97	1,6%	66,6%
Retroproyector	88	1,4%	68,0%
Telefax	79	1,3%	69,3%
Maquina escribir	63	1,0%	70,4%
Nevera	54	0,9%	71,2%
Centrifuga	54	0,9%	72,1%
Horno	49	0,8%	72,9%
Greca	48	0,8%	73,7%
UPS	40	0,7%	74,4%
Espectrofotómetro	38	0,6%	75,0%
Radio grabadora	35	0,6%	76%
Otros*	1482	24,4%	100%
TOTAL	6073	100%	

Tabla 6. Estudio de Pareto. Fuente: los autores.

**Los equipos que aparecen en la categoría Otros corresponden a las otras 272 referencias de equipos que presentan cada uno un porcentaje de falla menor a 0.5% del total de las fallas y con una frecuencia de falla anual menor a 2 por lo*

cual no afectan significativamente la capacidad de la división de mantenimiento tecnológico.

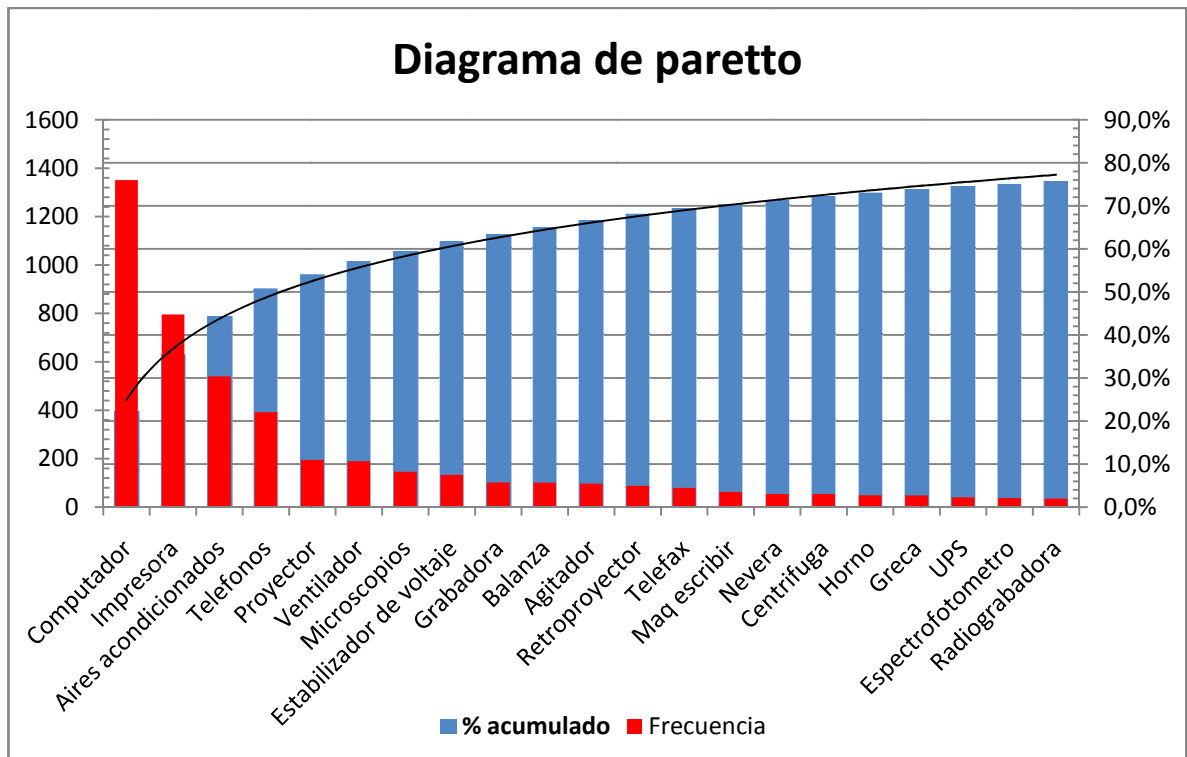


Figura 4. . Diagrama de Pareto. Fuente: Los autores.

Análisis de Pareto.

Analizando la grafica del diagrama de Pareto podemos observar que la gran la mayoría de las solicitudes de mantenimiento correctivo, son generadas por un pequeño porcentaje de los equipos, destacándose los computadores que generan el 22.2% del total de las fallas reportadas en el período de estudio. A medida que avanzamos hacia la derecha en la grafica observamos que el porcentaje acumulado de fallas aumenta significativamente en los primeros 13 tipos de equipos, siendo estos los responsables del 70% del total de las solicitudes. De este punto en adelante el porcentaje de solicitudes acumulado crece con una

pendiente mucho menor, lo que nos indica que estos equipos no afectan significativamente la capacidad operativa de la división debido a que son equipos cuyo nivel de inventario es mucho menor y las fallas de estos son escasas.

Estos trece primeros equipos corresponden al 4.43% del total de subtipos de equipos cuyo mantenimiento es responsabilidad de la división, lo que nos indica que la mayoría de la población de fallas está concentrada en este mínimo porcentaje de equipos, por lo que son considerados de alto impacto para la división.

5.2. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO.

Generalmente, cuando pensamos en la frase capacidad operativa o capacidad de la línea viene a nosotros la imagen de un número que define de forma cuantitativa la cantidad de productos que podemos fabricar o la cantidad de servicios que podemos prestar en un determinado periodo de tiempo. Pero este concepto es correcto solo de forma parcial, cuando hablamos de plantas o líneas que prestan solo un servicio o una familia de equipos que comparte un mismo cuello de botella. Pero cuando la planta o línea presta un alto número de servicios a equipos de múltiples referencias, distintas especialidades y diferentes tipos de falla y además con flujos inciertos, el concepto de capacidad es mucho más amplio que un simple número, y se debe abordar desde un punto de vista mucho más particular y debemos tener en cuenta, si existen familias de productos, el flujo de estas familias sobre la cantidad total de servicios prestados, centros de trabajo compartidos y por último analizar la existencia potencial de cuellos de botella o características críticas del proceso que se relacionen con una o varias familias de equipos, entre otras cosas.

El estudio de capacidad que se llevó a cabo en la División de Mantenimiento Tecnológico se realizó sobre 8 familias de equipos plenamente identificadas y que más adelante se describirán en detalle. Este análisis se efectuó bajo los parámetros del marco teórico de este libro y apoyado de una toma de tiempos por cronómetros, y por validación.

Además se realizara el cálculo de la capacidad instalada y disponible de cada una de estas familias de equipo. Adicional a esto se desarrollará un diagrama que pretende identificar cuáles son los principales factores que afectan la capacidad de respuesta de la división.

5.2.1. DIAGNOSTICO OPERATIVO DE LA DMT

Los 38 años de existencia en la Universidad Industrial de Santander demuestran que la División de Mantenimiento Tecnológico ha realizado un continuo esfuerzo para adaptarse a las exigencias que la UIS impone con la continua compra de activos y de nuevas tecnologías, sin embargo existen muchas falencias en las cuales se intenta mejorar cada día.

El mercado actual, está caracterizado por la entrada creciente de nuevas tecnologías que el mundo moderno exige y que hace que la universidad sea mucho más competitiva tanto a nivel de infraestructura como a nivel de desarrollo tecnológico que hace de los procesos de aprendizaje más prácticos.

La DMT recientemente se certifico en la GP: 1000 algo que demuestra su interés en prestar servicios de calidad y guiar su actividad hacia el mejoramiento continuo, por esta razón es ineludible la necesidad de disminuir los tiempos de servicios para ser más eficientes, planear sus actividades basándose en datos reales, conocer información sobre su capacidad, etc.

Los talleres de la División actualmente están distribuidos por especialidades, asignando técnicos afines a cada área correspondiente, pero esto no se ha hecho basándose en datos reales de capacidad que contrasten la demanda que cada especialidad tiene con los recursos que cada taller necesita. Esto ha traído consigo unos niveles de servicio de los cuales no se tiene certeza de que tan apropiados sean, tiempos muertos en cada uno de los mantenimientos, paradas excesivas y una desorganización en la división que llevan a una ineficiencia en el sistema.

5.2.1.1. Capacidad Instalada.

Para definir las capacidades utilizamos las formulas que se plantean en el marco teórico, que se puede observar en el numeral 2.2.4 y nos basamos en los equipos de alto impacto que pudimos definir por medio del análisis de Pareto.

Para esto dividimos por familia de equipos el listado que obtuvimos del análisis de Pareto, teniendo como criterio de selección los talleres en los cuales se repara cada equipo, de tal manera que las familias de equipos quedaron de la siguiente forma:

Familia 1

- Computadores
- Impresoras

En esta familia de equipos trabajan 3 técnicos (Carlos Garavito, Andrés Muñoz y Miguel Prado) del taller de diseño y electrónica de tal manera que su capacidad instalada es de 24 H/d.

Familia 2

- Aires Acondicionados

En esta familia de equipos trabajan 2 técnicos del taller de refrigeración (Adalberto Polo y Jesús Sánchez) de tal manera que su capacidad instalada es de 16 H/d.

Familia 3

- Teléfonos

En esta familia de equipos trabajan 2 técnicos del taller de telefonía (Edward Jaimes y Diana Karina Cubiedes) de tal manera que su capacidad instalada es de 16 H/d.

Familia 4

- Videobeam
- Estabilizador de voltaje
- Telefax

En esta familia de equipos trabaja 1 técnico del taller de diseño y electrónica (Danny Arenas) de tal manera que su capacidad instalada es de 8H/d.

Familia 5

- Ventiladores

En esta familia de equipos trabajan 2 técnicos del taller de mecánica fina y refrigeración (Gildardo Correa y Pedro Romero) de tal manera que su capacidad instalada es de 16 H/d.

Familia 6

- Grabadoras
- retroproyectores

En esta familia de equipos trabaja 1 técnico del taller de electrónica (Leyda Gómez) de tal manera que su capacidad instalada es de 8 H/d.

Familia 7

- Balanzas

En esta familia de equipos trabaja 1 técnico del taller de mecánica fina (Hernando Gutiérrez) de tal manera que su capacidad instalada es de 8 H/d.

Familia 8

- Agitadores de laboratorio.

En esta familia de equipos trabaja 1 técnico del taller de montajes (Pedro Caldas) de tal manera que su capacidad instalada es de 8 H/d.

5.2.1.2. Capacidad disponible para mantenimiento correctivo.

Para el cálculo de la capacidad disponible de la división se contó con la participación de los profesionales de la DMT, donde se identificaron plenamente las variables que disminuyen la capacidad instalada, para luego hallar la capacidad disponible para las actividades de mantenimiento correctivo de los equipos de la Universidad Industrial De Santander. Dichas variables se presentan a continuación:

- El tiempo total invertido en actividades de mantenimiento preventivo y metrología de los equipos de la universidad, es de 8 días hábiles al mes, para todos los talleres, según definición del Jefe de la división. teniendo en cuenta todos los sitios de trabajo activos en el sistema se definió un valor de 3.2 horas al día por cada trabajador.
- Las pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas se definió con un promedio de 20 minutos al día por trabajador.

Este dato se obtiene de los registros de la división y el seguimiento del proceso.

- Pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de se definió con un promedio de 15 minutos al día. Esta información se obtiene de cronogramas de actividades de la división y actividades periódicas programadas por la misma.
- Pérdidas estándar totales por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen a paradas y esperas en los puestos de trabajo y que no dependen de la división, sino de causas de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, agua) se definió con un valor promedio de 15 minutos al día.

Teniendo en cuenta estos factores se realizo el cálculo de la capacidad disponible para el mantenimiento correctivo que se resume a continuación:

FAMILIA	CAPACIDAD DISPONIBLE²³ (HORAS/DIA)
Familia 1: Computadores e Impresoras	12
Familia 2: aires acondicionados	8
Familia 3: teléfonos	8
Familia 4: video beam, estabilizador de voltaje, telefax.	8
Familia 5: ventiladores	8

²³ Planificación de Capacidad. Presentación Control de Producción I. Profesora Myriam Leonor Niño López.

Familia 6: grabadoras y retroproyectores.	4
Familia 7: balanzas	4
Familia 8: agitadores.	4

Tabla 7. Resumen capacidad disponible. Fuente: los autores.

5.2. ESTUDIO TÉCNICO DE TIEMPOS PARA LOS EQUIPOS DE ALTO IMPACTO PARA LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO.

Una vez determinados los equipos de alto impacto para la división mediante el diagrama de Pareto, se procede a realizar un estudio técnico de tiempos para determinar el tiempo estimado invertido por un operario promedio capacitado, en la reparación de cada uno de los equipos contemplados en el análisis del diagrama de Pareto.

Para la medición de tiempos se utilizó la técnica de estudios de tiempos por cronometro, pero debido a la que las solicitudes de algunos equipos no son constantes durante todo el año laboral, se hace necesario adoptar la técnica asignación de tiempos por validación, para los equipos que no sea posible medir.

5.2.1. Tamaño de la muestra

Los procedimientos estadísticos para hallar el tamaño de muestra, se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, en el caso de la medición de los tiempos de mantenimiento, debido a la variabilidad de las solicitudes, nos basamos en el criterio de la GENERAL ELECTRIC²⁴ (ver numeral 2.2.5.8), que establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el tiempo de ciclo en minutos. Esta tabla muestra que para tiempos de ciclo mayores a 40

²⁴ García Criollo Roberto Estudio del trabajo: medición del trabajo McGraw-Hill Interamericana, 1988. 218p.

minutos, el número de ciclos a cronometrar es igual a 3. Teniendo en cuenta que los trabajos de mantenimiento tecnológico son en su mayoría de tipo eléctrico y electrónico y requieren de trabajo especializado, y según el seguimiento del proceso, el tiempo de ciclo para todos los equipos es superior a 60 minutos, por lo que se ajusta al criterio de la GENERAL ELECTRIC.

5.2.2. Equipos involucrados en el estudio de tiempos.

Luego de realizar el análisis del diagrama de Pareto, se identificaron trece subtipos de equipos como de alto impacto para la división, sin embargo los microscopios no se consideraran en el estudio de tiempos, debido a que el servicio de mantenimiento correctivo de estos, es subcontratado por la división con una empresa del sector privado, por lo que no afecta la capacidad operativa de la división. La lista de equipos a observar es la siguiente:

- Computadores.
- Impresoras.
- Aires acondicionados
- Teléfonos
- Proyector de video.
- Ventiladores.
- Estabilizadores de voltaje.
- Grabadoras.
- Balanzas.
- Agitadores de laboratorio.
- Retroproyector.
- Telefaxes.

5.2.3. Elementos del trabajo.

Para realizar el estudio de tiempos primero se procedió a identificar los elementos del trabajo, para lo cual se realizó observación y seguimiento a los procesos, como también se aplicó una encuesta a los técnicos responsables de los mantenimientos (ANEXO 2), que sirvió para conocer más detalladamente las etapas del trabajo, así como los modos más comunes de falla, con el fin de analizar posibles variaciones en el tiempo de mantenimiento, asociadas con el tipo de falla.

Del análisis realizado se pudo encontrar información detallada sobre los elementos del trabajo que componen las actividades de mantenimiento correctivo a los equipos de alto impacto (ANEXO 3).

5.2.4. Toma de tiempos, validaciones y cálculo del tiempo asignado.

Para la toma de tiempos se utilizó el formato que se presenta en el ANEXO 4, se procedió a la recolección de tiempos en un periodo de 1 mes, para luego los que aun no habían podido determinarse por este método, hallarlos por la técnica de validación mediante el formato que se presenta en el ANEXO 5. A continuación se muestran los resultados del estudio:

NOMBRE DEL EQUIPO	TIEMPOS ESTIMADOS EN HORAS
COMPUTADOR	1.5
IMPRESORA LASER	2.9
IMPRESORA DE PUNTO	2.9
IMPRESORA DE TINTA	2.9
VENTILADOR	1.5
AIRES ACONDICIONADOS	4.5
TELEFONOS.	4

BALANZAS	24
PROYECTORES DE VIDEO	5.25
ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	3.25
TELEFAX	6.25
GRABADORAS	4
AGITADORES DE LABORATORIO	3.5
RETROPROYECTORES	5

Tabla 8. Tiempos asignados para mantenimiento correctivo. Fuente: los autores.

Estos tiempos corresponden al tiempo promedio invertido por un técnico de mantenimiento capacitado, teniendo disponibles los repuestos, materiales y herramientas necesarios para llevar a cabo la reparación del equipo.

Sin embargo, estas condiciones ideales de trabajo no siempre se dan en la práctica, pues existen diversos factores ajenos al personal técnico que afectan estos tiempos de mantenimiento. Dichos factores se estudian en el numeral 5.4.

5.3. Análisis de utilización de la capacidad disponible para mantenimiento correctivo.

5.3.1. Análisis de utilización en 2009.

Se realizó un análisis de el número de solicitudes de mantenimiento correctivo atendidas por familia de equipo durante el año 2009, obtenidas de la base de datos del SIMAT, en un periodo laboral de 170 días, obteniendo los siguientes resultados de porcentaje de utilización:

FAMILIA	CAPACIDAD DISPONIBLE 2009	CAPACIDAD UTILIZADA EN HORAS	% UTILIZACION
Familia 1: Computadores e Impresoras	2040	758.8	37%
Familia 2: aires acondicionados	1360	450	33%
Familia 3: teléfonos	1360	270	26%
Familia 4: video beam, estabilizador de voltaje, telefax.	1360	312.25	23%
Familia 5: ventiladores	1360	46.5	3%
Familia 6: grabadoras y retroproyectores.	680	170	25%
Familia 7: balanzas	680	288	42%
Familia 8: agitadores.	680	59.5	9%

Tabla 9. Utilización De La Capacidad En 2009. Fuente: Los Autores.

En la tabla anterior podemos observar que la capacidad disponible para mantenimiento correctivo durante el 2009, fue suficiente para atender las solicitudes realizadas por las unidades académicas y administrativas.

Sin embargo existen otros factores que afectan seriamente esta capacidad disponible para mantenimientos de tipo correctivo, disminuyendo considerablemente esta capacidad de respuesta. El análisis de estos factores se presenta en el numeral 5.4.

5.3.2. Evolución histórica del mantenimiento correctivo.

En el siguiente grafico podemos observar la evolución cronológica de las solicitudes de mantenimiento correctivo en la universidad industrial de Santander:

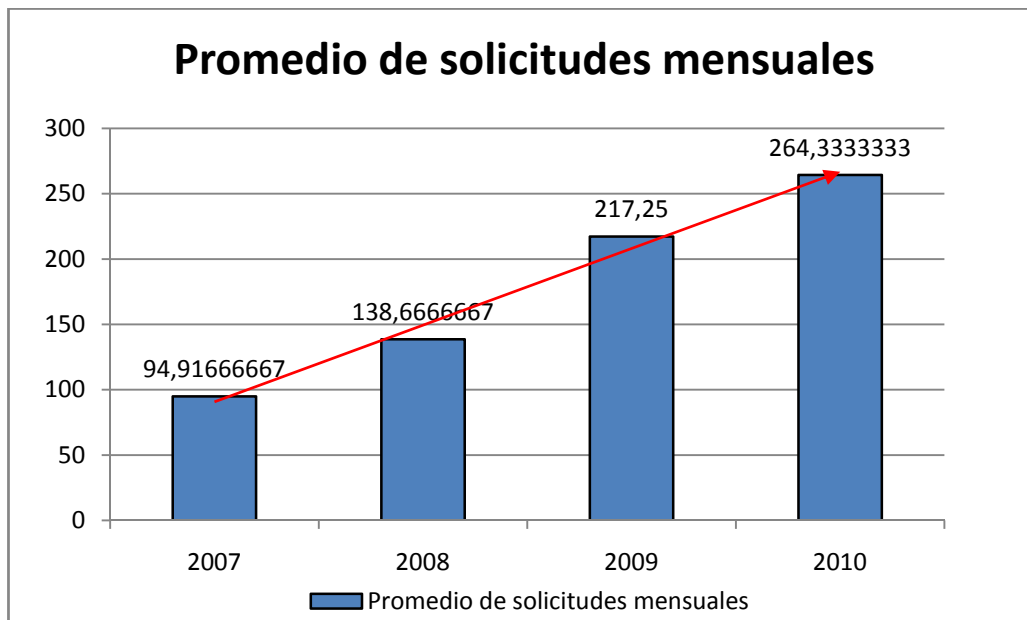


Figura 5. Evolución Histórica De La Solicitudes.

Se puede observar un aumento significativo en el promedio de solicitudes de mantenimiento correctivo cada año, desde el año 2007 hasta el año 2010 se registro un aumento del 178% en el promedio mensual de solicitudes, lo que indica que también hay un aumento en el numero de activos de la universidad, por lo que las directivas de la división de mantenimiento tecnológico, deben realizar una adecuada planeación de las actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y metrología, con el fin de aprovechar al máximo los recursos actuales o dado el caso adquirir nuevos recursos para atender el creciente número de solicitudes.

5.4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD REAL DE RESPUESTA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

5.4.1. Factores Que Influyen En La Disminución De La Capacidad De Respuesta.

En el capítulo anterior, se calcularon los datos sobre la capacidad disponible para el mantenimiento correctivo de la universidad industrial de Santander, sin embargo esta capacidad disponible se ve afectada por otros factores que aumentan considerablemente el tiempo invertido por la división de mantenimiento tecnológico en prestar el servicio a los equipos que lo requieren. Para el análisis de estos factores se realizó un diagrama causa – efecto, donde se describen las principales causas de la disminución de la capacidad y su respectivo análisis.

Para la elaboración de este diagrama se contó con la participación de las directivas de la división y se realizó en base al seguimiento del proceso que se hizo durante el estudio. Una vez identificadas plenamente las causas de la disminución de capacidad, se procedió a realizar el diagrama que se presenta a continuación:

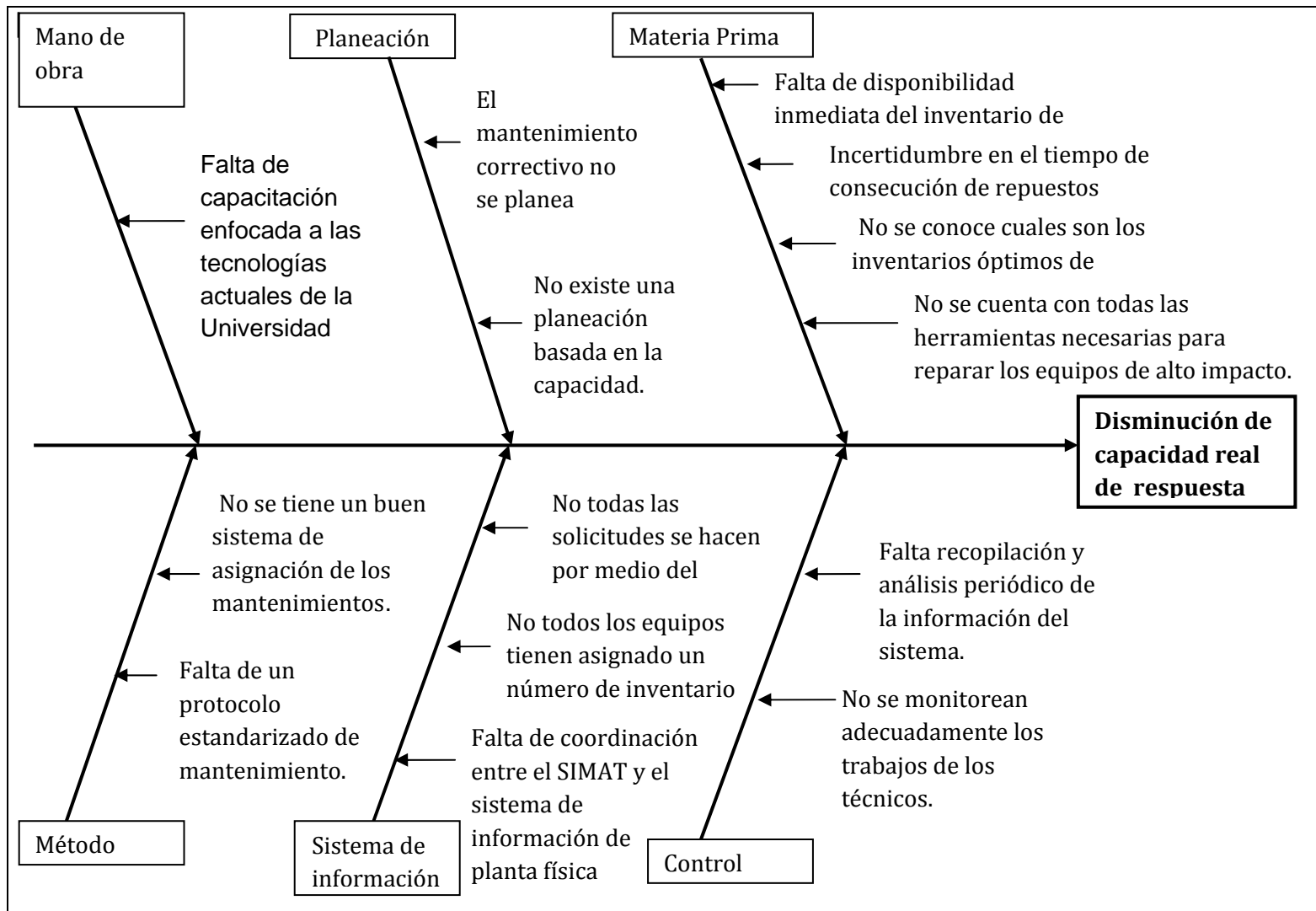


Figura 6. Diagrama causa efecto. Fuente: los autores

5.4.2. ANALISIS:

Luego de realizar el diagrama de causa y efecto y hacerle un seguimiento al proceso llegamos a la conclusión de que las principales causas de que la capacidad de respuesta se vea disminuida están ligadas a los siguientes aspectos que fueron plenamente identificados:

5.4.2.1. Mano de obra:

- **Falta de capacitación enfocada a las tecnologías actuales de la Universidad:**

Realizando el seguimiento al proceso se detectó que el 25% de los técnicos de la división no están capacitados para reparar las nuevas tecnologías que está adquiriendo la universidad y en la división de mantenimiento tecnológico las capacitaciones no se hacen evidentes, esto se vuelve un elemento crítico que afecta la capacidad real de respuesta y más aun cuando los equipos son de alto impacto.

5.4.2.2. Planeación:

- **El mantenimiento correctivo no se planea correctamente:**

Dentro de la División no existe una planeación de los mantenimientos correctivos y solo se trabaja sobre la marcha y con lo que se tenga a la mano, y se observó una acumulación del trabajo especialmente en casos en los que ocurren paros en los mantenimientos por algunos elementos extraños (espera de repuesto, ausencia del técnico, etc.) generando tiempos muertos ya que no se tiene planeado continuar con los equipos que siguen en la fila.

- **No existe una planeación basada en la capacidad:**

Como no se tenía conocimiento sobre la capacidad operativa de la división, no se puede planear cuantos equipos de cada tipo se pueden recibir y puede ser el caso de que no se tenga la suficiente capacidad instalada para atender a los equipos que llegan para mantenimiento o por el contrario que se esté subutilizando el sistema.

5.4.2.3. Insumos y repuestos:

- **Falta de disponibilidad inmediata del inventario de repuestos:**

El inventario de repuestos está a cargo del jefe de la división, y este no puede estar todo el tiempo en la oficina porque debe cumplir con otros compromisos de tipo administrativo, por lo cual se generan paradas en los mantenimientos, cuando se necesitan repuestos y los técnicos no tienen acceso a estos, viéndose afectada la capacidad de respuesta.

- **Incertidumbre en el tiempo de consecución de repuestos:**

En la división no se tiene certeza de cuanto puede demorar un repuesto en llegar y no se tienen muchas opciones de proveedores por lo cual la capacidad de respuesta se ve afectada y depende de un agente externo a la división.

- **No se conoce cuales son los inventarios óptimos de repuestos:**

Hasta el momento no se tienen datos de cuáles son los inventarios óptimos de repuestos que se deben manejar en la división y se da el caso en que el inventario de repuestos de uso frecuente Ej. Memorias RAM, discos duros,

etc. se agotan causando demoras en los cumplimientos de las ordenes de trabajo afectando la capacidad de repuesta.

- **No se cuenta con las herramientas necesarias para reparar los equipos de alto impacto:**

Para el caso de la reparación de computadores, luego de los mantenimientos se le deben reinstalar ciertos programas y controladores que no se tienen en la base de datos de la división y esto hace más tardío el tiempo de los mantenimientos.

5.4.2.4. Método:

- **No se tiene un buen sistema de asignación de los mantenimientos**

El actual sistema de asignación de trabajos de mantenimiento a los técnicos no permite realizar un adecuado control de sus actividades, ya que un técnico puede mantener activas simultáneamente varias órdenes de trabajo, en algunas ocasiones por espera de repuestos o de decisiones de tipo técnico, lo cual imposibilita llevar un control de cada una de las actividades y sus atributos.

- **Falta de un protocolo estandarizado de mantenimiento.**

La falta de un protocolo de mantenimiento para los equipos de alto impacto, causa variabilidad en el trabajo y demora en toma de decisiones que deberían estar establecidas para los diferentes casos que se presenten, de tal manera que los trabajadores siguieran un protocolo establecido de actividades y la realización del trabajo fuera más ágil y uniforme.

5.4.2.5. Sistema de información:

- **Falta de coordinación entre el SIMAT y el sistema de información de planta física.**

Las fallas en el actual manejo de la información afectan directamente la capacidad de respuesta de la división, ya que la falta de coordinación entre el SIMAT y el sistema de información de planta física, causan tiempos de espera entre el momento que se genera la solicitud de mantenimiento y el momento en que se realiza la solicitud de transporte a la división de planta física, lo que en ocasiones representa una demora mayor al tiempo estimado de servicio técnico. Esto se evidencia en los reportes de demoras en las solicitudes registrados en el SIMAT, donde se identifica una demora significativa entre el instante que se realiza la solicitud de mantenimiento y cuando se realiza la solicitud de transporte a la división de planta física.

- **No todos los equipos tienen asignado un número de inventario**

Otro de los aspectos del manejo de la información que afecta significativamente la capacidad real de respuesta es la ausencia de un número de inventario en una parte de la población de equipos, lo que imposibilita el proceso de solicitud de servicio por medio del SIMAT o causa errores y demoras ya que el número de inventario está mal asignado y el servicio de reparación se asigna a un técnico de otra especialidad. Esto se evidencia en las solicitudes de mantenimiento que se realizan por memorando interno en la División de Mantenimiento Tecnológico.

- **No todas las solicitudes de mantenimiento se hacen por medio del SIMAT.**

La posibilidad de realizar la solicitud por otros medios diferentes al SIMAT, como memorando interno o telefónicamente, hacen que se vea significativamente afectada la capacidad de respuesta, debido a que el manejo de la información por estos medios es más lenta, así como el proceso de asignación de la solicitud a los técnicos. Además la información de estas solicitudes no queda registrada en la base de datos del sistema de información, lo que dificulta el control de la operación.

5.4.2.6. Control:

- **No se monitorean adecuadamente los trabajos de los técnicos.**

La falta de supervisión constante de los técnicos influye en la disminución de la capacidad de respuesta de la división, ya que no se puede garantizar que el tiempo disponible para los mantenimientos correctivos, se esté invirtiendo de manera adecuada.

- **Falta recopilación y análisis periódico de la información del sistema**

La falta de un análisis periódico de la información del sistema, restringe la posibilidad de identificar oportunidades de cambio enfocadas a cubrir las necesidades que surjan a lo largo de la evolución del trabajo, lo que permite un mejoramiento continuo y aumento en la capacidad de respuesta de mantenimiento correctivo.

6. PLANES DE MEJORA AL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

6.2. Capacitación.

Se sugiere la capacitación de los técnicos de la división enfocada a las tecnologías actuales de la universidad con el fin de llevar a cabo las labores de mantenimiento de emergencia de una manera eficiente y aumentar la capacidad disponible para la reparación de algunos equipos electrónicos.

Realizando el seguimiento del proceso, se identificaron las capacitaciones de mayor prioridad que son las siguientes:

6.1.1. Capacitación de los técnicos del taller de diseño y electrónica:

Actualmente este taller cuenta con 4 técnicos en el área de electrónica, pero debido a la falta de capacitación especializada, solo uno de ellos es responsable por el mantenimiento correctivo de los Video beam, Estabilizadores de voltaje, Telefax, Ups, Espectrofotómetros y Centrifugas.

Para aumentar la capacidad instalada de reparación de estos equipos que pertenecen al grupo de alto impacto, es necesaria una capacitación inicial de todos los técnicos de este taller en las siguientes especialidades:

- Video beam.
- U.P.S.
- Microscopios.

A continuación se presentan los costos estimados de estas capacitaciones iniciales, obtenidos de cotizaciones realizadas con ayuda de los técnicos:

Capacitación	Costo por técnico	costo total
Video beams	\$ 500.000,00	\$ 2.000.000,00
U.P.S.	\$ 500.000,00	\$ 2.000.000,00
Microscopios	\$ 1.000.000,00	\$ 4.000.000,00

Tabla 10. Costo de capacitaciones iniciales. Fuente: los autores.

Estas capacitaciones corresponden a algunas necesidades iniciales que fueron detectadas. Pero se sugiere que los profesionales encargados de la planeación en la división, realicen un análisis en todas las especialidades de mantenimiento.

6.3. Corrección de la clasificación de equipos en el sistema de inventarios.

Se hace necesario un proceso de clasificación adecuada de los equipos tecnológicos de la universidad industrial de Santander, ya que existe gran cantidad de estos que se encuentran clasificados en otras categorías, lo que dificulta la asignación del servicio, además en el momento de analizar la base de datos, ésta no brinda información confiable sobre la cantidad de solicitudes por equipo debido a las inconsistencias en la clasificación.


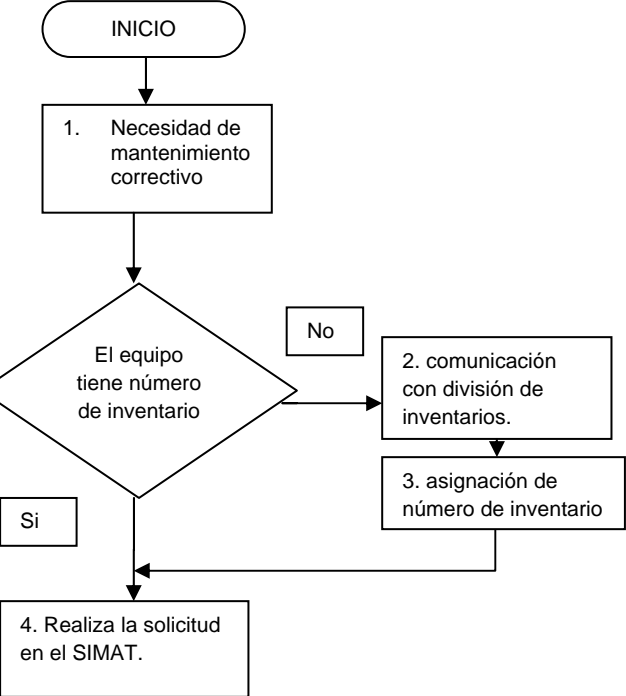
Esta corrección es responsabilidad de la División De Sistemas De Inventarios, por lo cual las directivas de la división deberán realizar la solicitud formal a la vicerrectoría administrativa, para dar solución a este problema.

Otro de los aspectos importantes a corregir es la falta de número de inventario de un considerable grupo de equipos, cuyo número es incierto, lo que imposibilita la realización de la solicitud por medio del SIMAT.

Se recomienda crear un mecanismo de comunicación con la división de inventarios, de manera que en el momento de realizar una solicitud de un equipo

que carece de número de inventario, este le sea asignado automáticamente, y así la solicitud pueda ser realizada por medio del SIMAT.

El funcionamiento de dicho mecanismo se observa en el siguiente diagrama de proceso:

	RECURSOS TECNOLÓGICOS/ MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	Código:
	PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN DE NUMERO DE INVENTARIO A ACTIVOS DE LA UNIVERSIDAD	Versión:
Diagrama de flujo	Descripción	Responsable
 <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> S1[1. Necesidad de mantenimiento correctivo] S1 --> D1{El equipo tiene número de inventario} D1 -- No --> S2[2. comunicación con división de inventarios.] S2 --> S3[3. asignación de número de inventario] D1 -- Si --> S4[4. Realiza la solicitud en el SIMAT.] S3 --> S4 </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. .Ocurre la falla de un activo tecnológico de la universidad. 2. En caso de que el activo no posea numero de inventario, el usuario deberá establecer comunicación con la división de inventarios. 3. Se asigna al activo el correspondiente número de inventario. 4. Se realiza la solicitud en el SIMAT. 	<p>Unidad académica y/o administrativa.</p> <p>Unidad académica y/o administrativa.</p> <p>División De Inventarios</p> <p>Unidad académica y/o administrativa.</p>

6.3 Planeación y control

Se recomienda a los profesionales encargados de la administración de la división, revisar periódicamente toda la información pertinente de la base de datos de SIMAT, con el fin de identificar el comportamiento de las solicitudes, así como identificar falencias en el sistema y posibles oportunidades de mejora.

6.3.1. Planeación del mantenimiento preventivo:

Se recomienda a las directivas realizar un adecuado plan de mantenimiento preventivo, el cual sea elaborado teniendo en cuenta variables técnicas para definir la frecuencia de este, como tiempo de uso, costo mínimo de mantenimiento, vida útil de los equipos, entre otros, lo cual evitaría incurrir en costos por sobremantenimiento o reparaciones costosas por submantenimiento. De esta manera se garantiza un mejor uso de los recursos de la división.

Para la planeación de este mantenimiento se recomiendan las siguientes etapas:

I. Estudio de criticidad.

Análisis de criticidad de los equipos de las unidades académicas y administrativas, con el fin de determinar los activos a incluir en el plan de mantenimiento preventivo.

La implementación de esta propuesta se puede llevar a cabo mediante proyectos de grado de las escuelas de ingeniería mecánica y electrónica, orientados al análisis de criticidad de los activos de las UAA.

II. Costo mínimo de mantenimiento.

Consiste en encontrar la frecuencia de mantenimiento preventivo que optimice los costos del mismo. Actualmente se está realizando un

proyecto de grado, donde se pretende encontrar el intervalo óptimo de mantenimiento preventivo para los aires acondicionados, este modelo es aplicable a todos los equipos incluidos en el plan de mantenimiento preventivo de la Universidad.

III. Protocolo de mantenimiento preventivo.

Una vez determinados los equipos incluidos en el plan de mantenimiento preventivo y la frecuencia de mantenimiento para cada uno de ellos, es necesario elaborar un protocolo de mantenimiento preventivo, donde se estandaricen los pasos y procedimientos para realizar estos mantenimientos, con el fin de realizar el trabajo con el método más adecuado y con la mínima cantidad de errores.

Existen antecedentes de proyectos de grado en este aspecto como es el caso del proyecto “PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS EN EL LABORATORIO DE GENÉTICA”²⁵, donde se establece el protocolo de mantenimiento preventivo para esta unidad académica. Sin embargo este protocolo debe realizarse para la totalidad de equipos que se involucran en el plan de mantenimiento preventivo, esta implementación se puede llevar a cabo mediante proyectos de grado como el mencionado anteriormente.

6.3.2. Planeación del mantenimiento correctivo:

Se recomienda también realizar una planeación del mantenimiento correctivo, lo que implica que todos los recursos necesarios para realizar las tareas han sido

²⁵ DIAZ Cárdenas J. Inventario, Descripción Y Protocolo De Mantenimiento Preventivo Para Los Equipos Electrónicos Del Laboratorio De Genética. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería electrónica.2008.

planeados previamente y están disponibles, además se debe planear que el trabajo se lleve a cabo de acuerdo con un programa establecido.

Para esto se sugieren las siguientes etapas:

I. **protocolo de mantenimiento correctivo para los equipos de alto impacto.**

Este protocolo debe contener los pasos y procedimientos establecidos para el mantenimiento correctivo de cada uno de estos equipos, con el fin de realizar la tarea en el menor tiempo posible y con la mínima cantidad de errores.

La implementación de este proyecto, es viable mediante la realización de un proyecto de grado de la escuela de ingeniería mecánica.

Estos protocolos deberán estar en la DMT en medio físico y medio magnético, y estar a disposición de los técnicos de mantenimiento.

II. **Base de datos de manuales, controladores e instaladores.**

Se hace necesaria la creación de una base de datos preferiblemente en medio magnético, que contenga todos los manuales de servicio técnico de los equipos de alto impacto, ya que en el momento la DMT no cuenta con esta herramienta indispensable para garantizar la calidad y rapidez de los servicios de mantenimiento correctivo.

Dicha base de datos también deberá contener todos los controladores e instaladores de los equipos de cómputo, ya que actualmente los técnicos invierten una considerable cantidad de tiempo en la consecución de los mismos.

Estos protocolos deberán estar en la DMT en medio físico y medio magnético, y estar a disposición de los técnicos de mantenimiento.

6.4. Propuesta de mejora del sistema de información de mantenimiento tecnológico SIMAT y asignación de solicitudes.

Actualmente el SIMAT es una de las principales herramientas operativas de la división, por lo cual debe contar con todos los módulos necesarios para un adecuado funcionamiento de la misma. En el seguimiento al proceso fueron identificadas las siguientes oportunidades de mejora:

6.4.1. Módulos sugeridos del SIMAT.

La inclusión de nuevos módulos que permitan recopilar información detallada sobre las solicitudes de mantenimiento correctivo como: tipo de falla, referencias exactas de repuestos utilizados, tiempo en minutos invertido por los técnicos en la reparación con el fin de realizar un efectivo control enfocado al mejoramiento continuo del sistema. A continuación se presenta una estructura sugerida del

SIMAT:

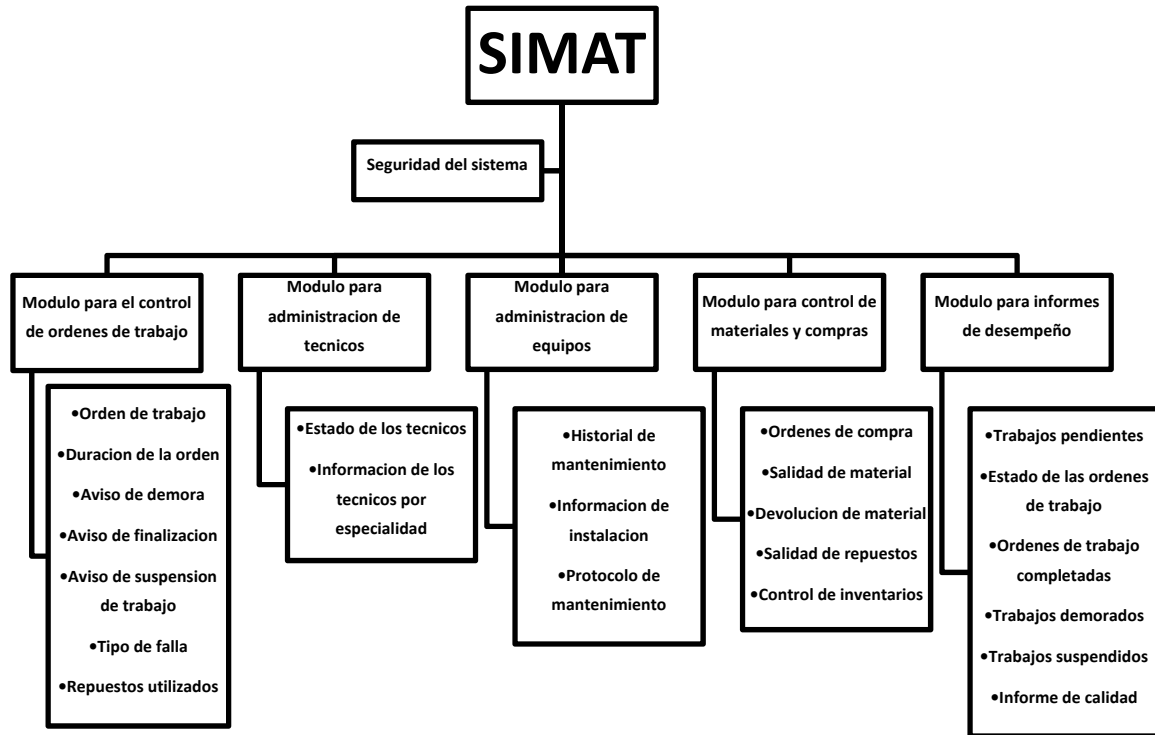


Figura 7. Módulos sugeridos del SIMAT. Fuente: los autores.

6.4.1.1. Módulo para el control de órdenes de trabajo.

El modulo de control de ordenes de trabajo automatiza el proceso de generación de dichas ordenes, y es el responsable de la ejecución del sistema de ordenes de trabajo. Este modulo debe cumplir las siguientes funciones:

- Documentar el proceso de solicitudes de trabajo, registrando información detallada sobre la fecha y hora de los siguientes eventos: realización de dichas solicitudes, ingreso del equipo a la bodega de la DMT, inicio del trabajo por el técnico, finalización del trabajo y entrega o instalación del equipo en la unidad académica o administrativa.

Este registro se hace con el fin de obtener datos de cada una de las etapas del proceso, que permitan posteriormente caracterizar dichas etapas con miras a análisis más precisos de capacidad, tiempos y mejora continúa.

- Controlar el trabajo real de los técnicos, incluyendo duración de ejecución de la orden de trabajo, estados de las solicitudes, tipo de falla, repuestos utilizados, aviso de finalización o suspensión del trabajo. Se recomienda realizar la clasificación de los tipos de falla para los equipos de alto impacto de acuerdo a la norma ISO 14224²⁶, Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias.

Esto con el fin de que las personas interesadas puedan conocer el estado de una solicitud, además con el propósito de que las directivas de la división tengan datos más precisos sobre la demanda de repuestos y así poder calcular el inventario óptimo de materias primas para la reparación de los equipos de alto impacto.

- Proporcionar información necesaria para retroalimentación y mejora continua.

6.4.1.2. Módulo para administración de técnicos

²⁶International Organization for Standardization, ISO 14224:2006. Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. 170p.

Este modulo lleva un seguimiento del estado de los técnicos de mantenimiento, a fin de proporcionar al planificador de la división información necesaria para programar ordenes de trabajo y conocer la disponibilidad de horas hombre para realizar una adecuada programación de actividades.

6.4.1.3. Módulo para administración de equipos.

Este modulo deberá proporcionar información sobre la identificación del equipo, ubicación, fecha de instalación, estado, información técnica, historial de mantenimiento. Este modulo también deberá permitir al técnico revisar el protocolo de mantenimiento previamente estructurado, además de los manuales de servicio y controladores e instaladores si el equipo lo amerita.

6.4.1.4. Módulo para el control de materiales y compras.

Este modulo deberá permitir al técnico realizar las órdenes de compra de repuestos, eliminando así el formato físico que se utiliza actualmente, permitiendo realizar dicha orden de una manera más rápida y reduciendo los costos del formato físico.

Este modulo también deberá contar con una herramienta de control de inventarios, que permita verificar los niveles de existencia de estos, así como controlar las entradas y salidas de materiales y repuestos.

6.4.1.5. Módulo para informes de desempeño.

Este modulo deberá ser diseñado para interactuar con todos los demás módulos del SIMAT y generar diversos tipos de informes de desempeño. A continuación se presentan algunos de los informes posibles:

- Ordenes de trabajo completadas.
- Informe de trabajos pendientes.
- Informe del estado de las órdenes de trabajo.
- Informe de desempeño de los trabajadores.
- Informe de disponibilidad de técnicos y horas hombre.
- Informe de calidad.

6.4.2. Asignación de las órdenes de trabajo.

Actualmente las órdenes de trabajo se asignan al técnico en el momento que se genera la solicitud en el sistema, sin tener en cuenta el tiempo de transporte hasta la división, por lo que un técnico puede tener varias órdenes de trabajo asignadas de equipos que aun no han ingresado a la bodega de la división, lo que genera confusiones entre los técnicos y no permite monitorear en tiempo real la orden de trabajo que se está cumpliendo, además se pueden atribuir demoras en las ordenes de trabajo a los técnicos, de equipos que aun no han ingresado a la división.

El sistema de información (SIMAT) deberá registrar el momento real de llegada del equipo a la bodega de la división, y solo en ese instante se debe generar la orden de trabajo a los técnicos según la disponibilidad de los mismos.

Para los casos en que el técnico tenga que trasladarse al sitio a realizar la desinstalación del equipo, la orden de trabajo se asignará en el momento de la solicitud, de lo contrario la orden solo se asignará cuando el equipo se encuentre en la bodega de la división.

Además se sugiere que solo exista una orden de trabajo activa para cada técnico en un determinado instante de tiempo, con el fin de poder ejercer un control adecuado de la misma y registrar el inicio y finalización de esta.

En los casos que una orden no pueda ser terminada por una espera prolongada de un repuesto, esta orden deberá cambiar de estado a espera de repuesto y el sistema automáticamente asignará otra orden de trabajo al técnico en caso de que ésta existiera.

Para el funcionamiento de este sistema de asignación de órdenes de trabajo, es necesario crear los siguientes estados de las solicitudes:

- **En espera de transporte.**

Es cuando se realiza la solicitud de mantenimiento correctivo y el equipo se encuentra en espera del funcionario de la división de planta física responsable de transportar el equipo hasta la bodega de la división de mantenimiento tecnológico.

- **Recibido en bodega de la DMT.**

Es cuando el equipo es recibido en la bodega de la DMT y está en espera de disponibilidad de un técnico para ser asignada la orden de trabajo.



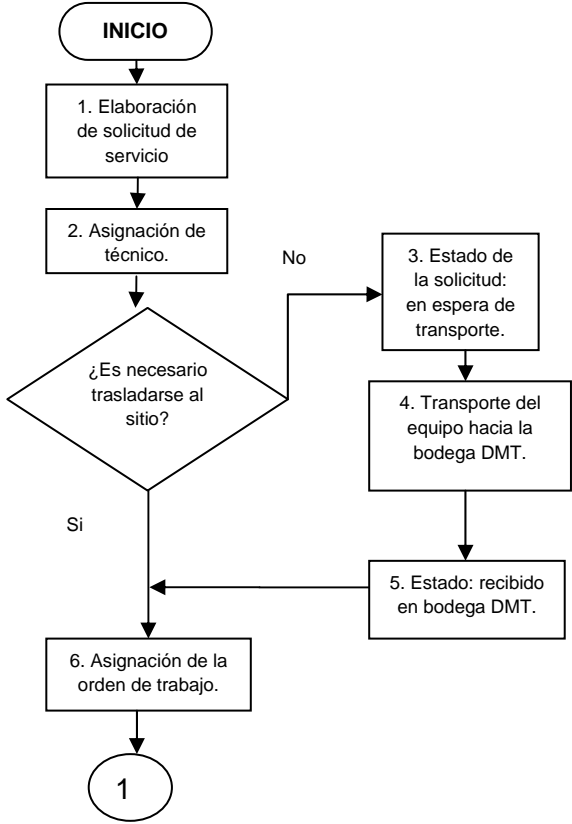
- **Orden de trabajo.**



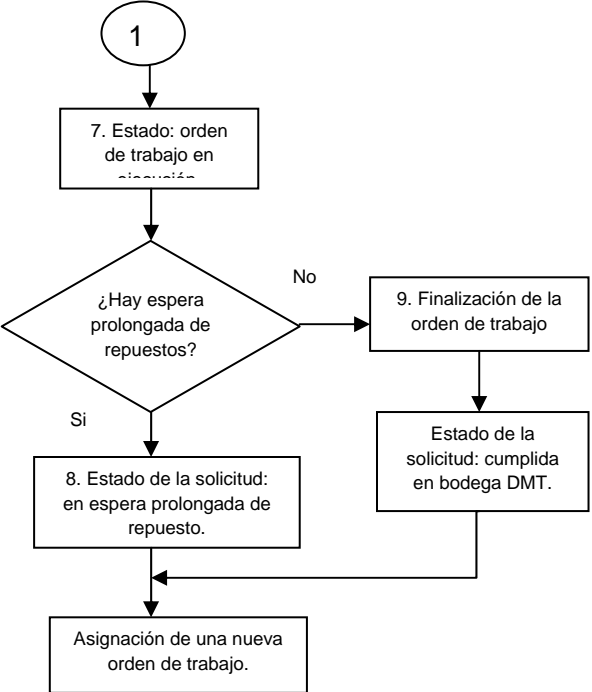
Es cuando el servicio de mantenimiento correctivo ya se ha asignado a un técnico y se encuentra en ejecución.

- **En espera prolongada de repuesto.**

Este estado se da cuando el equipo requiere un repuesto de difícil consecución y debe esperar un tiempo considerable para la recepción del mismo. En este caso la división deberá estimar si el repuesto es de consecución local, nacional o internacional, y dar un tiempo estimado para conseguirlo, con el fin de que la unidad académica o administrativa conozca el tiempo aproximado de cumplimiento de la solicitud.

El proceso de asignación de órdenes de trabajo se presenta en el siguiente diagrama de flujo:

 	RECURSOS TECNOLÓGICOS/ MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	Código:
PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Versión:
Diagrama de flujo	Descripción	Responsable
 <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> S1[1. Elaboración de solicitud de servicio] S1 --> S2[2. Asignación de técnico.] S2 --> D1{¿Es necesario trasladarse al sitio?} D1 -- Si --> S6[6. Asignación de la orden de trabajo.] D1 -- No --> S3[3. Estado de la solicitud: en espera de transporte.] S3 --> S4[4. Transporte del equipo hacia la bodega DMT.] S4 --> S5[5. Estado: recibido en bodega DMT.] S5 --> S6 S6 --> E1((1)) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realiza la solicitud de servicio, únicamente a través del SIMAT. 2. El SIMAT asigna un técnico según especialidad. 3. En caso de no ser necesario trasladarse al sitio, el equipo queda en espera de transporte.” 4. El equipo es transportado hasta la bodega de la DMT. 5. El equipo es recibido en la bodega de la DMT y se encuentra en espera de disponibilidad de un técnico. 6. El SIMAT asigna la orden de trabajo a un técnico que se encuentre disponible 	<p>unidad académica y/o administrativa</p> <p>SIMAT</p> <p>Técnico DMT.</p> <p>División de planta física.</p> <p>Responsable bodega DMT.</p> <p>SIMAT</p>

 	RECURSOS TECNOLÓGICOS/ MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	Código:
PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Versión:
Diagrama de flujo	Descripción	Responsable
 <pre> graph TD Start((1)) --> Step7[7. Estado: orden de trabajo en ejecución] Step7 --> Decision{¿Hay espera prolongada de repuestos?} Decision -- Si --> Step8[8. Estado de la solicitud: en espera prolongada de repuesto.] Decision -- No --> Step9[9. Finalización de la orden de trabajo] Step8 --> Step10[Asignación de una nueva orden de trabajo.] Step9 --> Step10 Step10 --> Step7 </pre>	<p>7. Una vez asignada la orden de trabajo, el estado de la solicitud cambia a orden de trabajo en ejecución.</p> <p>8. Si el técnico determina que hay una espera prolongada de repuestos, la orden de trabajo quedara suspendida y el SIMAT cambiara el estado a espera prolongada de repuestos.</p> <p>9. Se completa la orden de trabajo y el equipo pasa a bodega de la DMT, en espera de transporte.</p> <p>10. Se asigna una nueva orden de trabajo al técnico de la DMT.</p>	<p>SIMAT.</p> <p>Técnico DMT.</p> <p>Técnico DMT.</p> <p>SIMAT</p>

6.5. Manejo de materiales e inventario de repuestos

Se recomienda que el sistema de inventarios de repuestos y materiales este bajo la responsabilidad de un funcionario que garantice la disponibilidad inmediata de los mismos, con el fin de evitar retrasos y en consecuencia reducir el tiempo muerto de los equipos de la Universidad.

Este funcionario se apoyara en el modulo de control de materiales y compras del SIMAT para el control de los mismos. En caso de que este modulo aun no se haya implementado, se debe buscar una herramienta alternativa para ejercer un estricto control sobre los inventarios de la división

6.6. Modificaciones sugeridas al manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la universidad.

El manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la Universidad Industrial de Santander se aprobó en Diciembre 04 de 2007 y tiene como objetivo Establecer las actividades necesarias para realizar el mantenimiento correctivo de equipos y máquinas de acuerdo a las solicitudes realizadas por las Unidades de la Universidad Industrial de Santander. Y su alcance va desde la elaboración de la solicitud del servicio por parte del proceso, hasta el cumplimiento dado por los técnicos a la solicitud, una vez realizado el trabajo.

Basándonos en la evaluación realizada al sistema de mantenimiento tecnológico, la principal modificación que proponemos para el manual de procedimientos de mantenimiento correctivo de la universidad es en el punto 1 de este, en donde se plantea la posibilidad de recibir las solicitudes por una vía distinta del SIMAT. Además los puntos 18 y 19 de esta manual de procedimientos en donde se da un reporte del mantenimiento del equipo por una vía distinta al SIMAT, cabe aclarar que suprimiendo el punto 1 estos dos deben desaparecer de la misma manera.

En este proyecto ya planteamos que lo mejor para la División de Mantenimiento Tecnológico es que todas las solicitudes sean recibidas por medio del SIMAT ya que ofrece muchas ventajas estratégicas y permite una mejor planeación y organización del trabajo.

La propuesta de manual de procedimientos para el mantenimiento correctivo de la UIS se presenta en el anexo 6.

CONCLUSIONES

- El contexto de mejora continua en el que está inmersa la División de Mantenimiento Tecnológico por pertenecer a la Universidad Industrial de Santander impulsa a los profesionales de la DMT a buscar proyectos que contribuyan en cierta parte a aumentar la eficiencia del sistema. Es interesante ver como la DMT que es crucial en los procesos de apoyo de la UIS tenga la visión de implementar mejoras para lograr mejores niveles de servicio; en este punto se pretende no sólo exaltar la visión progresista de la División de Mantenimiento Tecnológico sino también agradecer la colaboración de la misma con la academia al permitir oportunidades de aprendizaje invaluable por medio de las prácticas empresariales.
- La División de Mantenimiento Tecnológico no cuenta con un protocolo de mantenimiento correctivo estandarizado que marque pautas y de lineamientos específicos para realizar las actividades, lo cual conduce a que se genere variabilidad en los servicios y se vea afectada la capacidad de respuesta.
- En la actualidad la División de Mantenimiento tecnológico carece de una adecuada planeación de las actividades de mantenimiento correctivo que permita el aprovechamiento y uso correcto de toda su capacidad disponible, la cual se ha calculado en horas hombre para cada familia de equipos en el capítulo 5.
- El análisis Pareto permitió identificar los activos que generan el 70 % de las solicitudes de mantenimiento correctivo, dichos activos equivalen solo al 4.43% del total de equipos de activos que atiende la DMT, por lo que se

concluye que son los equipos de alto impacto para la capacidad operativa; sin embargo, se decidió descartar aquellos equipos cuyo mantenimiento no se realiza dentro de la División de Mantenimiento Tecnológico, como el caso de los microscopios. Es recomendable analizar la pertinencia de que estos mantenimientos sean asumidos por la división de mantenimiento tecnológico.

- El estudio de tiempos permitió a la División corroborar las nociones de los tiempos de determinados mantenimientos correctivos, así como la adquisición del conocimiento de aquellos mantenimientos de nuevas tecnologías como en los casos de las balanzas que no habían sido analizados.
- En cualquier estudio de capacidad se deben identificar que tiempos no deben ser tenidos en cuenta en las horas productivas. Situaciones como desplazamiento del técnico a otro lugar, desmontajes, falta de repuestos o reuniones organizadas por la jefatura de la División deben ser estudiados y analizados. La colaboración de los técnicos y el Jefe de la División en el registro de estos tiempos fueron de vital importancia para la consideración de estos en el estudio.
- Se observa un considerable aumento de 278% en el promedio de solicitudes mensuales de mantenimiento correctivo en los últimos cuatro años, pasando de 95 solicitudes promedio a 264 solicitudes promedio por mes, por lo que se debe realizar una adecuada planeación y distribución de la capacidad instalada de la división, con el fin de aprovechar al máximo los recursos actuales, y dado el caso adquirir nuevos recursos para enfrentar el creciente número de solicitudes.

- La implementación de las propuestas y planes de mejoras presentadas en este proyecto de grado, no están contempladas en el alcance del mismo, debido a que las decisiones de tipo administrativo de la división de mantenimiento tecnológico están sujetas a un conducto regular precedido por la vicerrectoría administrativa.
- Cuando se realicen las modificaciones sugeridas a la planeación de las actividades de mantenimiento correctivo y se compense con un seguimiento a los métodos de trabajo, el estudio de tiempos y las validaciones que se realizaron durante el proyecto deberán ser actualizados pues las condiciones no serán las mismas y estos quedaran obsoletos, cabe resaltar que lo que se espera son unos menores tiempos de mantenimiento que mejoren la capacidad de respuesta de la División frente a su demanda de mantenimientos.

RECOMENDACIONES

1. Sugerir el diseño e implementación de un protocolo de mantenimiento de los equipos críticos de la UIS que incluya un sistema de asignación de trabajo al recurso que quede activo, ya que existen tiempos vacíos cuando se presentan elementos extraños en un mantenimiento (compra de repuestos, autorización, traslado).
2. Realizar un análisis de costos que permita identificar la conveniencia de tercerizar algunos talleres de la División.
3. En el caso de algunos equipos que están tercerizados como los microscopios y que son de alto impacto para la universidad se recomienda analizar la viabilidad de que la división asuma esta responsabilidad.
4. Realizar una planeación del inventario óptimo de repuestos de uso frecuente para los equipos de alto impacto, para evitar que se presenten retrasos importantes en los mantenimientos por no contar con los repuestos.
5. Delegar un responsable de los repuestos de equipos cuando el Jefe de la División no se encuentre en las oficinas.
6. Crear una base de datos que incluya los manuales y controladores de los equipos que lo requieran, ya que un porcentaje del tiempo de reparación se emplea buscando este tipo de elementos por internet.
7. Monitoreo periódico de los trabajos de los técnicos por parte de un supervisor, para garantizar los tiempos activos dentro de la división.

- 8.** Realizar un estudio de criticidad a los equipos de alto impacto.
- 9.** Todas las solicitudes de mantenimiento deben hacerse por medio del SIMAT para tener un mayor control de los registros y de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Duffua, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. Limusa Wiley, 2009.372p.
- García Criollo Roberto Estudio del trabajo: medición del trabajo McGraw-Hill Interamericana, 1988. 218p.
- ORTIZ PIMIENTO Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Técnicas para el mejoramiento de procesos productivos. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 1999. 187p.
- Niebel, Benjamín W y Freivalds, Andris. Ingeniería Industrial Métodos Estándares y diseño del trabajo. Estudio de tiempos. México D.F.ALFAOMEGA DRUPO EDITOR S.A. de C.V., 2004. 373 p.
- www.uis.edu.co.
- Meyers Fred E. Estudios de tiempos y movimientos. Pesaron educación.1996. 329p