

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA LA CREACIÓN DE UN
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE TARJETAS
ELECTRÓNICAS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER**

CARLOS JAVIER JIMENEZ VARGAS
PAULA CONSTANZA MARTÍNEZ ESLAVA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2016

**ESTUDIO TECNICO Y FINANCIERO PARA LA CREACIÓN DE UN
LABORATORIO DE DIAGNOSTICO DE FALLAS DE TARJETAS
ELECTRONICAS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER**

CARLOS JAVIER JIMENEZ VARGAS
PAULA CONSTANZA MARTÍNEZ ESLAVA

Monografía para optar al título de
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Director:
EDWIN GARAVITO HERNANDEZ
Magister en Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2016

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo General.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.3 ALCANCE.....	18
2 ANTECEDENTES.....	19
2.1 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS:	19
2.2 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO - DMT:.....	23
2.2.1 Misión	24
2.2.2 Visión	25
2.2.3 Subprocesos.....	26
3 MARCO DE REFERENCIA	29
3.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	29
3.1.1 Mantenimiento preventivo:.....	29
3.1.2 Mantenimiento correctivo:.....	30
3.2 EQUIPOS ELECTRÓNICOS, ELÉCTRICOS Y ELECTROMECAÑICOS... 30	
3.3 TIPOS DE TARJETAS.....	31
3.4 TARJETA ELECTRÓNICA O PCB	31
3.4.1 Diagnóstico de fallas en tarjetas electrónicas.....	32
3.4.2 Principales causas de fallas	33
4 METODOLOGÍA.....	36
5 ESTUDIO LEGAL	38
5.1 ASPECTOS NORMATIVOS	38
5.1.2 Código eléctrico colombiano.....	41
5.1.3 Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	43
6 DEMANDA POTENCIAL DEL LABORATORIO.....	45

6.1	INVENTARIO DE BIENES MUEBLES DE LA UIS	45
6.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS BIENES	46
7	ESTUDIO Y ANALISIS TÉCNICO DEL PROYECTO	56
7.1	LOCALIZACIÓN	56
7.2	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	56
7.2.1	Herramienta principal de Diagnóstico	57
7.2.2	Herramienta adicional y accesorios	59
7.3	INFRAESTRUCTURA.....	62
7.4	INSUMOS	63
7.5	PERSONAL	64
7.6	PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA DMT	64
7.6.1	Actividades que comprenden el diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas	67
7.7	CAPACIDAD DEL LABORATORIO	68
8	ESTUDIO Y ANALISIS FINANCIERO DEL PROYECTO	69
8.1	ANÁLISIS TÉCNICO DE COSTOS Y GASTOS DEL MONTAJE DEL LABORATORIO	69
8.2	ANÁLISIS TÉCNICO DE COSTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO	72
8.3	FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	76
8.3.1	Análisis financiero del flujo de caja	79
8.4	ANÁLISIS DE ESCENARIOS	79
9	CONCLUSIONES	82
10	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFÍA	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normas aplicables al desarrollo del proyecto	39
Tabla 2. Componentes de las tarjetas electrónicas y posibles contaminantes.....	43
Tabla 3. Elementos devolutivos mayores.....	46
Tabla 4. Caracterización de Bienes Muebles de acuerdo a su característica técnica.....	47
Tabla 5. Categorías según rango de valores de compra.....	47
Tabla 6. Cantidad de equipos por códigos de las UAAs	49
Tabla 7. Equipos, herramientas e insumos del Laboratorio	69
Tabla 8. Supuestos para la construcción del estudio financiero (Equipos, herramientas e insumos).....	70
Tabla 9. Recursos para el funcionamiento del laboratorio	73
Tabla 10. Supuestos para la construcción del estudio financiero. (Recursos para el funcionamiento).....	73
Tabla 11. Supuestos flujo de caja del proyecto	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Universidad Industrial de Santander.....	22
Figura 2. Estructura organizativa de la Vicerrectoría Administrativa	23
Figura 3. Mapa de procesos del sistema de gestión de calidad UIS.....	26
Figura 4. Subprocesos de la DMT.....	28
Figura 5. Tarjeta electrónica o PCB	32
Figura 6. Cantidad de equipos por categorías-valores de compra.....	48
Figura 7. Cantidad de equipos electrónicos por jefatura	52
Figura 8. Cantidad de equipos adquiridos por año.....	53
Figura 9. Cantidad de equipos adquiridos por año según comercial.....	53
Figura 10. Número de solicitudes de mantenimiento Preventivo-Correctivo (2012-2015).....	54
Figura 11. Sistema BoardMaster 8000 Plus.....	57
Figura 12. Productos de HUNTRON para el diagnóstico de tarjetas electrónicas	58
Figura 13. HUNTRON Tacker 2800s.....	58
Figura 14. Cautín marca WELLER	59
Figura 15. UPS.....	60
Figura 16. Captura de pantalla del Software Huntron Workstation	60
Figura 17. Apoyo de tornillo tipo prensa.....	61
Figura 18. Estación de trabajo	61
Figura 19. Estante metálico.....	62
Figura 20. Plano general División de mantenimiento tecnológico	62

Figura 21. Plano del área destinada para el laboratorio de diagnóstico de tarjetas electrónicas	63
Figura 22. Soldadura de estaño	63
Figura 23. Propuesta del proceso de mantenimiento correctivo para equipos electrónicos.	66
Figura 24. Procedimiento Diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas.....	67

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Listado de Equipos

Anexo B Flujo de Caja y escenarios proyectados

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO TECNICO Y FINANCIERO PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE DIAGNOSTICO DE FALLAS DE TARJETAS ELECTRONICAS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER¹

AUTORES:

CARLOS JAVIER JIMENEZ VARGAS

PAULA CONSTANZA MARTÍNEZ ESLAVA²

PALABRAS CLAVE:

Estudio técnico, estudio financiero, tarjetas electrónicas, diagnóstico

CONTENIDO:

El presente proyecto tiene como objetivo la realización de un estudio técnico y financiero para la creación de un laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas en la Universidad Industrial de Santander. Se plantea esta necesidad, ya que actualmente no existe la tecnología necesaria para realizar el Diagnóstico de este tipo de tarjetas en la Universidad de una manera confiable y veraz, con lo cual; se debe recurrir a los servicios de proveedores externos ubicados generalmente en otras regiones del país.

Considerando este contexto, el presente proyecto desarrolla un estudio técnico que contempla las características de los equipos, herramientas e insumos que requiere el laboratorio para su funcionamiento, así como el diagrama de flujo del proceso, y las entradas y salidas asociadas a dicho proceso. Este estudio se complementó con un estudio financiero, en el cual se identificaron los costos y gastos asociados a la creación y puesta en marcha del Laboratorio de Diagnóstico de Fallas de tarjetas electrónicas y se realizó un análisis de sensibilidad en los que se contemplaron 3 escenarios (pesimista, optimista y más probable) con el propósito de identificar los beneficios y riesgos a los que se vería enfrentado la Universidad al implementar dicha iniciativa.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización en evaluación y gerencia de proyectos. Director: Ing. Edwin Garavito Hernandez

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY FOR THE CREATION OF A PRINTED CIRCUIT BOARDS FAILURE' S DIAGNOSIS LABORATORY AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER³

AUTHORS:

CARLOS JAVIER JIMENEZ VARGAS

PAULA CONSTANZA MARTÍNEZ ESLAVA⁴

KEYWORDS:

Technical study, financial study, printed circuit boards, diagnosis

CONTENTS:

This project aims to carry out a technical and financial study for the creation of a printed circuit board failure's diagnosis laboratory at Universidad Industrial de Santander. The need for this project arises because there is currently no technology available for diagnosis of printed circuit board at Universidad Industrial de Santander. Therefore, it must use the services of external providers usually located in other regions of the country.

Given this context, this project develops a technical study which considers the characteristics of the equipment, tools and supplies required by the laboratory for its operation, the process flow diagram, and the inputs and outputs associated with this process. This study was complemented with a financial study, in which costs and expenses associated with the creation and implementation of a printed circuit boards failure's diagnosis laboratory were identified and a sensitivity analysis was developed in order to identify the benefits and risks that the University would face to implement this initiative.

³ Degree project

⁴ Faculty of Physique Mechanics Engineering.School of Industrial and Managerial Studies. specialization in evaluation and project management Project manager: Ing. Edwin Garavito Hernandez

INTRODUCCIÓN

Dentro de los procesos misionales de la Universidad Industrial de Santander, la investigación se ha fortalecido como el motor que integra su desarrollo misional y consolida una cultura de conocimiento. En efecto, en la última década, la universidad ha integrado sus esfuerzos para consolidar los procesos de investigación y crear una cultura de investigación que aporte valor a los procesos misionales y que impacte el entorno académico nacional e internacional.

Estos esfuerzos se han visto reflejados en el aumento de grupos de investigación, material científico producido y laboratorios de investigación, así como en el número de equipos tecnológicos que contribuyen a las labores investigativas. Como resultado del aumento de equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos adquiridos, ha surgido la necesidad de garantizar la disponibilidad de funcionamiento de estos equipos y de esta forma asegurar su correcto desempeño. Considerando este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo determinar la viabilidad técnica y financiera para la creación de un laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas en la Universidad Industrial de Santander. Para la consecución de este objetivo, se realizó un análisis de la demanda potencial del laboratorio, con base en el inventario total de bienes muebles de la Universidad. La viabilidad técnica se determinó con un estudio técnico, el cual explica la caracterización del servicio a ofrecer, las entradas, salidas y actividades, los recursos físicos necesarios para la operación como los equipos (tecnología) y herramientas, así como la infraestructura (localización) y el personal requerido, sus competencias, habilidades y requisitos técnicos.

La viabilidad financiera se realizó por medio de un estudio financiero, en el cual se analizó la relación ingresos/egresos, así como los indicadores financieros generados. Los objetivos de este proyecto, el fundamento teórico, la metodología y los principales resultados se presentan en este documento.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

A continuación, se describen las generalidades del proyecto, que incluyen la descripción de los objetivos, el planteamiento del problema y el alcance.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Realizar un estudio técnico y financiero para la creación de un laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas en la Universidad Industrial de Santander.

1.1.2 Objetivos específicos

- Establecer la demanda potencial del laboratorio, a partir de la definición del número de equipos y su tipificación de acuerdo a características técnicas.
- Elaborar el estudio técnico, con el fin de estimar los requerimientos de infraestructura, aspectos tecnológicos, normativos y de talento humano necesarios para el funcionamiento del laboratorio.
- Realizar la evaluación financiera de la iniciativa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo al Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Industrial de Santander (UIS), la investigación se ha ido convirtiendo en el eje que integra los esfuerzos por mantener una elevada calidad de las actividades docentes, investigativas y de extensión de la Institución. Uno de los retos asumidos por esta consiste en el Fortalecimiento y consolidación de una cultura de investigación, pertinente y de impacto académico, social, económico, político y cultural⁵.

⁵ PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL 2008-2018. Análisis interno. Dimensión académica. [online] [citado: 2 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf> página 35

En efecto, en los últimos años, la Universidad ha tomado conciencia de la importancia de esta función misional y ha decidido volcar todos sus esfuerzos para que, realizándola de manera privilegiada, se convierta en el motor de su desarrollo misional. Por ello se ha propuesto mejorar, en cuanto al número de grupos de investigación reconocidos y clasificados en Colciencias, el número de artículos publicados en revistas indexadas producto de investigaciones y el número de libros producto de investigaciones.⁶

Para esto, una de las estrategias implementadas por la Universidad consiste en el mejoramiento y refuerzo de los grupos y laboratorios dedicados a la Investigación, como es el caso del Parque Tecnológico Guatiguará (PTG), el cual fue creado a mediados de los años 90 y tiene como misión integrar la aplicación y generación de conocimiento al desarrollo del país mediante la promoción y albergue de centros de investigación y empresas de base tecnológica principalmente en las áreas de energía, salud, software, agroindustria y biotecnología⁷.

El crecimiento del número y alcance de los Laboratorios y grupos de Investigación de la UIS, como por ejemplo el PTG, el Laboratorio de Análisis Petrofísicos, el Laboratorio de Bioquímica, etc., ha traído consigo el aumento en el número de equipos electrónicos especializados en la Universidad, con lo cual ha surgido la necesidad de garantizar la confiabilidad y funcionalidad de los equipos electrónicos, eléctricos y electromecánicos adscritos a estas unidades. Sin embargo, actualmente no existe la tecnología necesaria para realizar el Diagnóstico de este tipo de equipos en la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad de una manera confiable y veraz, con lo cual; se debe recurrir a los servicios de proveedores externos ubicados generalmente en otras regiones del país, para conocer la causa

⁶ Plan de desarrollo institucional 2008-2018. Análisis interno. Dimensión académica. [online] [citado: 3 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf> página 36

⁷ Universidad Industrial de Santander. Presentación del Parque Tecnológico Guatiguará. [online] [citado: 3 de Julio de 2016] Disponible en <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara/>

de la avería, lo cual incrementa el tiempo en el cual el equipo estará fuera de funcionamiento, y el costo en la valoración del equipo.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente proyecto consiste en realizar un estudio técnico y financiero para la creación de un Laboratorio que ofrezca el servicio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas en la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander.

1.3 ALCANCE

El alcance proyecto consistió en la elaboración del Estudio Técnico y Financiero para el montaje y puesta en funcionamiento de un laboratorio de Diagnostico de fallas de tarjetas electrónicas en la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander. Incluye la generación de un inventario y caracterización de los equipos adscritos a las diferentes dependencias de la UIS, un estudio técnico y un estudio financiero de la propuesta.

2 ANTECEDENTES

2.1 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS:

La Universidad Industrial de Santander - UIS, es una institución de educación pública de carácter oficial, del orden departamental, que está encaminada fundamentalmente a la formación del hombre, mediante la generación y difusión del saber en sus diversas ramas. Su sede principal se encuentra ubicada en la ciudadela universitaria en la carrera 27 con calle 9 de la ciudad de Bucaramanga,

Dentro de su misión la Universidad se declara como 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 ⁸.

De acuerdo al Plan de desarrollo institucional 2008-2018⁹, la visión de la Universidad para el año 2018 establece:

- El fortalecimiento en su carácter público, aportando al desarrollo político, cultural, social y económico del país, como resultado de un proceso de generación y adecuación de conocimiento en el cual la investigación constituye el eje articulador⁵ de sus funciones misionales.

⁸ Universidad Industrial de Santander. Plan de desarrollo Institucional 2008-2018. Misión. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] 10 p. Disponible en: <
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf>>

⁹ Ibid. 11.p

- Desarrollar exitosamente una política de crecimiento vertical, mediante la cual se crearán y consolidarán programas de maestría y doctorado de alta calidad, sustentados en procesos de investigación pertinente para la región y el país.
- Contribuir al desarrollo regional, mediante la formación del talento humano, la investigación y la extensión, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida, la competitividad internacional y el crecimiento económico.
- Consolidar una política de articulación global que le permita incrementar de manera significativa los resultados de sus procesos misionales mediante la cooperación con instituciones educativas y de investigación de alto prestigio, empresas, entidades gubernamentales, egresados y otros entes públicos y privados nacionales e internacionales.
- Fortalecer en toda su organización una cultura de gestión de alta calidad de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo.
- Formar personas con las competencias apropiadas para liderar el desarrollo económico y social y para realizar proyectos educativos e investigativos, que contribuyan al logro de las metas de desarrollo del país y a la consolidación de una sociedad del conocimiento a nivel regional, nacional e internacional.
- Consolidar su estabilidad financiera y modernizar su infraestructura física y tecnológica.

Como institución académica de educación superior, la UIS enmarca su estructura organizacional en torno a los saberes en cinco facultades: Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingenierías Físico-Químicas, Ciencias, Salud y Humanidades se conjugan los campos del conocimiento en los que la Universidad adelanta las actividades de docencia, investigación y extensión¹⁰.

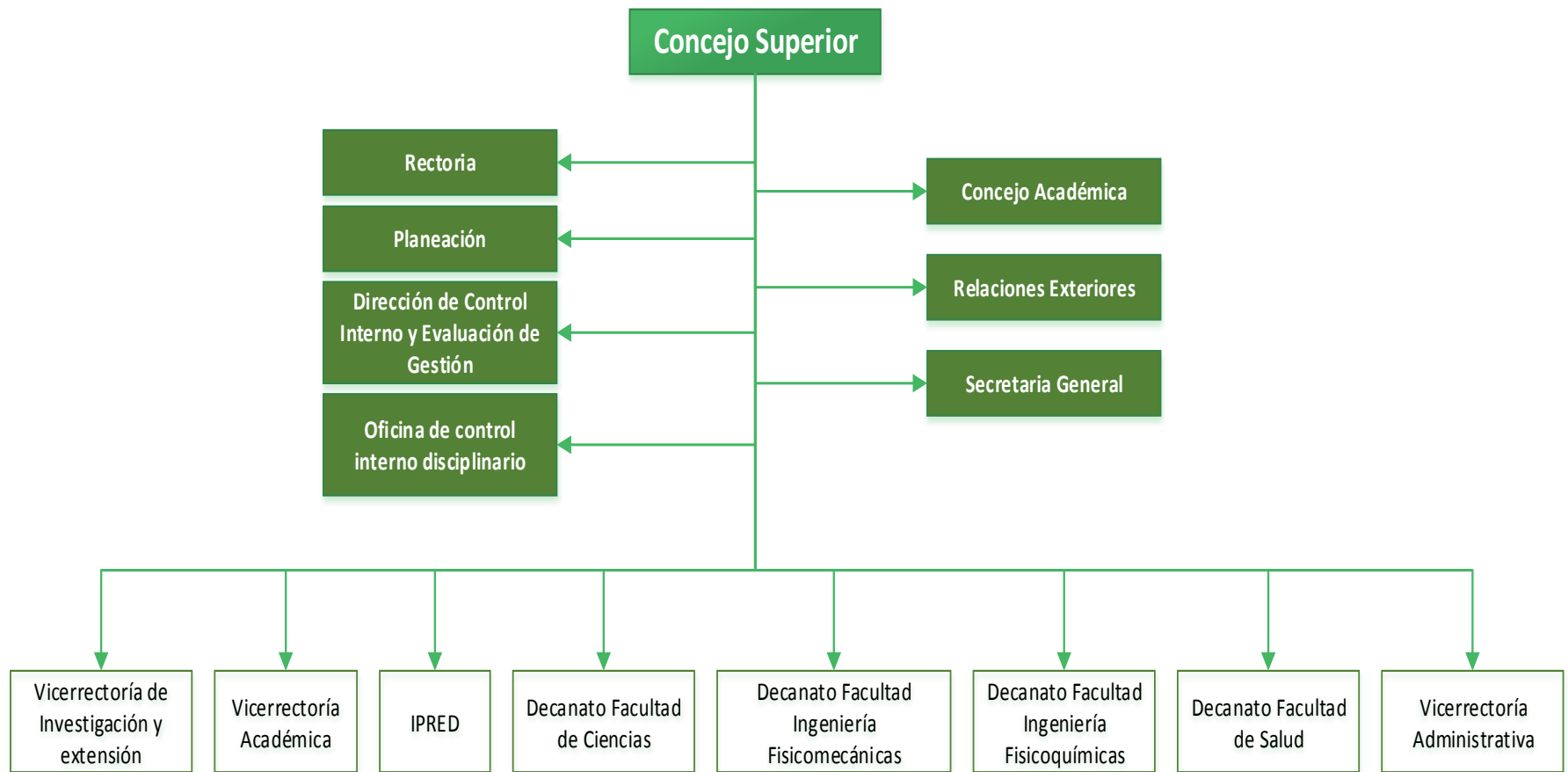
¹⁰ Universidad Industrial de Santander. Estructura organizacional de la Universidad Industrial de Santander. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: < <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/estructuraOrganizacional.html> >

Las Facultades son unidades académicas y administrativas que agrupan campos y disciplinas afines del conocimiento, profesores, personal administrativo, bienes y recursos, con el objeto de orientar, planificar, fomentar, coordinar, integrar y evaluar actividades de las Escuelas y Departamentos a su cargo, de conformidad con las políticas y criterios emanados del Consejo Superior (máximo órgano de dirección y gobierno de la Universidad) y del Consejo Académico (máxima autoridad académica). Cada Facultad está dirigida por el Decano y el Consejo de Facultad y tiene para la orientación, fomento y coordinación de las actividades de investigación y de extensión, un Director de Investigaciones dependiente del Decano¹¹.

A continuación, se presenta el Organigrama de la Universidad Industrial de Santander:

¹¹ Universidad Industrial de Santander. Estructura organizacional de la Universidad Industrial de Santander. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: < <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/estructuraOrganizacional.html> >

Figura 1. Organigrama de la Universidad Industrial de Santander



Fuente: Elaboración propia con base en Organigrama UIS – Disponible en < <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/organigrama.html>>

2.2 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO - DMT:

La División de Mantenimiento Tecnológico DMT, es una dependencia adscrita a la Vicerrectoría Administrativa 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 institucionales¹².

Cada una de las divisiones que conforman la estructura organizativa de la Vicerrectoría Administrativa establece y adopta estrategias adecuadas para que las políticas administrativas tengan viabilidad y se manifiesten en las operaciones cotidianas de la Universidad Industrial de Santander¹³. En la Figura 1 se muestra la estructura organizativa de la Vicerrectoría Administrativa.

Figura 2. Estructura organizativa de la Vicerrectoría Administrativa



Fuente: página web institucional UIS. Vicerrectoría Administrativa

¹² UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Funciones de la Vicerrectoría administrativa. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/vicerrectoriaAdministrativa/funciones.html>>

¹³ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Presentación de la Vicerrectoría Administrativa. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. [Citado: 4 de Octubre de 2015] Disponible en <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/vicerrectoriaAdministrativa/presentacion.jsp>>

La División de Mantenimiento Tecnológico, tiene como objetivo principal garantizar el funcionamiento y confiabilidad de los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la Universidad Industrial de Santander. Su operación aplica para las actividades de mantenimiento y verificación metrológica de equipos; asesoría y/o supervisión técnica para el desarrollo de proyectos y compra de equipos¹⁴.

Actualmente la División de Mantenimiento Tecnológico se encuentra ubicada en el campus principal de la Universidad, en la carrera 27 con calle 9, frente al auditorio Luis A. Calvo, junto al Banco Corpbanca. La División ofrece sus servicios en el campus principal de la Universidad, así como en la Facultad de Salud, el Parque Tecnológico Guatiguará PTG, la sede UIS Bucarica y las sedes Barbosa, Socorro, Málaga y Barrancabermeja.

2.2.1 Misión¹⁵: *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

¹⁴ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento de mantenimiento correctivo. 2015 [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en <<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/recursos%20tecnologicos/PROCEDIMIENTOS/PRT.01.pdf>>

¹⁵ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Misión y Visión de la División de Mantenimiento Tecnológico. [En línea] [citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. Disponible en <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>>

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.

2.2.2 Visión¹⁶ : *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.*

La División de Mantenimiento Tecnológico dentro del mapa de procesos (Ver figura 2) de la Universidad Industrial de Santander se caracteriza como un proceso de apoyo a los procesos misionales: Formación, Investigación y Extensión. Con este propósito sus actividades están denominadas Proceso de Recursos tecnológicos

¹⁶ Ibid.

Figura 3. Mapa de procesos del sistema de gestión de calidad UIS



Fuente: Página web institucional de la Universidad Industrial de Santander. Mapa de Procesos Documentación. Intranet

2.2.3 Subprocesos. La División de Mantenimiento Tecnológico ha establecido dos subprocesos principales, que desarrollan las diferentes actividades para la prestación de los servicios a la comunidad universitaria: mantenimiento de equipos y verificación metrológica. (Ver Figura 3). El subproceso *mantenimiento de equipos* se categoriza en los siguientes procedimientos:

Mantenimiento preventivo: Son las actividades destinadas a la conservación de un equipo mediante la inspección del funcionamiento nominal, estas actividades pueden variar desde cambio de aceite, cambio de piezas desgastadas, lubricación, etc. De esta forma es posible mitigar o evitar los fallos de las piezas y aumentar la vida útil del elemento; las actividades y el tiempo de cambio de piezas es comúnmente dado por los proveedores o por los antecedentes de mantenimiento correctivo.

La DMT Tiene como objetivo establecer las actividades necesarias para realizar el mantenimiento preventivo de equipos y máquinas de acuerdo al Plan de

Mantenimiento Preventivo Anual. Aplica desde la elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo Anual hasta la prestación del servicio de mantenimiento preventivo.

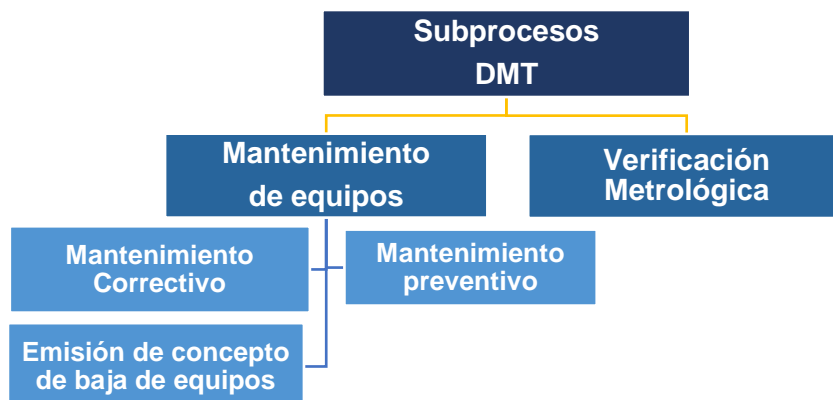
Mantenimiento correctivo: Son las actividades destinadas a la reparación de un equipo cuando se presenta una falla y se ve perjudicado el funcionamiento normal, lo que lleva a una parada de funcionamiento y cambio de un elemento interno que falló por desgaste o mal uso.

La DMT establece las actividades necesarias para realizar el mantenimiento correctivo de equipos y máquinas de acuerdo a las solicitudes realizadas por las Unidades Académico y/o Administrativas de la Universidad Industrial de Santander a través del SIMAT. Su alcance se orienta desde la elaboración de la solicitud del servicio por parte de las UAA s, hasta el cumplimiento efectuado por los técnicos a la solicitud una vez realizado el trabajo.

Emisión de concepto técnico de baja de equipos: consiste en la generación de conceptos técnicos de baja de equipos, basados en su estado y condiciones, de acuerdo a las solicitudes realizadas por las Unidades Académico y/o Administrativas de la Universidad Industrial de Santander. Su alcance aplica a todos los equipos eléctricos, electrónicos y/o electromecánicos relacionados como elementos devolutivos mayores que presenten por lo menos uno de los criterios definidos en el Procedimiento para emisión de conceptos técnicos de bajas PRT.04¹⁷.

¹⁷ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento para la emisión de conceptos técnicos de baja de equipos. [En línea] [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en < <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/recursos%20tecnologicos/PROCEDIMIENTOS/PRT.04.pdf> >

Figura 4. Subprocesos de la DMT



Fuente: propia con base en Documentación: Mapa de procesos: Recursos Tecnológicos. Intranet UIS

El subproceso de *verificación Metrológica* es el conjunto de actividades relacionadas con el control metrológico de los equipos de seguimiento y medición de los procesos de la Universidad Industrial de Santander. Aplica desde la elaboración del plan de control de calibración, hasta la prestación del servicio de calibración o verificación¹⁸.

¹⁸ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento para la emisión de conceptos técnicos de baja de equipos. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en < <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/recursos%20tecnologicos/PROCEDIMIENTOS/PRT.03.pdf> f>

3 MARCO DE REFERENCIA

3.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

El mantenimiento se define como el control constante de las instalaciones o de los componentes, 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 general¹⁹. Actualmente existen variados sistemas para ejecutar los servicios de mantenimiento, algunos de ellos no sólo centran su atención en la tarea de corregir fallas, sino que tratan de actuar antes de la aparición de los mismos²⁰. A continuación, se describen dos categorías de mantenimiento:

3.1.1 Mantenimiento preventivo. Consiste en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben generarse en forma periódica en base a un plan establecido. Su propósito es anticipar las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos²¹.

¹⁹ DUFFUAA, Salih; RAOUF, A.; CAMPBELL, John Dixon. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. Limusa Wiley, 2000. 419 p.

²⁰ Ibid. 321p.

²¹ BUENO, Ever y VERA, Carlos. Modelo gerencial para la división de mantenimiento tecnológico basado en confiabilidad. Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento. 2010. [online] Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7696/2/133334.pdf>

3.1.2 Mantenimiento correctivo. Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Las tareas de mantenimiento correctivo, se realizan con el objetivo de recuperar la funcionalidad del elemento o sistemas, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren²².

El mantenimiento correctivo resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos.

3.2 EQUIPOS ELECTRÓNICOS, ELÉCTRICOS Y ELECTROMECAÑICOS

Se define como máquina a un conjunto de elementos conectados entre sí para controlar y transformar una variable en el entorno, los conjuntos se pueden clasificar en 3 partes fundamentales. La primera se llama fuente o transformación del recurso primario que es la variable que va a utilizar la máquina para poder funcionar, por ejemplo, la electricidad en una lavadora es la fuente, luego pasamos al actuador que alimentado por la fuente manipulamos la variable deseada, en el ejemplo de la lavadora el motor eléctrico es el actuador que convierte la energía eléctrica en movimiento. Por último tenemos el control, es la parte de la máquina que manipula y da comandos al actuador para que opere, para una lavadora el control lo realiza el panel electrónico que manipulamos.

Se denomina máquina electrónica a aquella cuyo control se realiza por medio de circuitos impresos en tarjetas electrónicas y manejan corriente eléctrica directa, como se menciona anteriormente, las tarjetas electrónicas comunican el actuador con el usuario, si la comunicación se realiza en señales puntuales o también llamados bits se le denominará tarjeta electrónica digital, si la comunicación se realiza por señales que varían en un rango se le denomina tarjeta electrónica analógica.

²² MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas de servicios o industriales. Medellín: AMG.2005. 306 p.

Las máquinas eléctricas son aquellas que su control es directo y manejan corrientes alternas de alta tensión, y las electromecánicas son las maquinas que transforman la energía eléctrica en movimiento.

3.3 TIPOS DE TARJETAS

Existen tres tipos de tarjetas electrónicas en el mercado donde cada una tiene un sistema interno de conexión propio:

- **Prototype board:** es una placa con orificios y de un sistema preestablecido de conexión que se usa para realizar pruebas de conexión de los elementos, es didáctica ya que puede tener varios tipos de conexión para varios sistemas.
- **Baquelita universal Strip Board:** son tarjetas como la Prototype Board menos robustas para soldar los elementos.
- **Tarjeta electrónica PCB:** son tarjetas donde el sistema de conexión es fijo para un uso en específico, los elementos se sueldan a la placa de acuerdo a un plano o mapa de conexión.

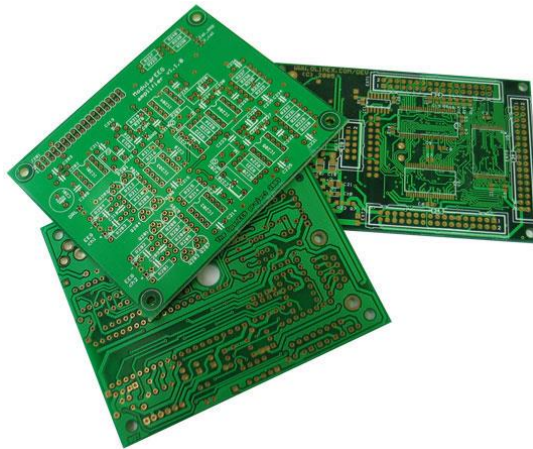
3.4 TARJETA ELECTRÓNICA O PCB

Un circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board) por sus siglas en inglés, es una tarjeta o placa utilizada para realizar el emplazamiento de los distintos elementos que conforman el circuito y las interconexiones eléctricas entre ellos²³.

²³ ELECTROSOFT INGENIERIA. Conceptos y terminología utilizada en circuitos impresos. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: <http://www.pcb.electrosoft.cl/04-articulos-circuitos-impresos-desarrollo-sistemas/01-conceptos-circuitos-impresos/conceptos-circuitos-impresos-pcb.html>

Los circuitos impresos más sencillos corresponden a los que contienen caminos de cobre (tracks) solamente por una de las superficies de la placa. A estas placas se les conoce como circuitos impresos de una capa, o en inglés, 1 Layer PCB.

Figura 5. Tarjeta electrónica o PCB



Los circuitos impresos más comunes de hoy en día son los de 2 capas o 2 Layer PCB. Sin embargo, dependiendo de la complejidad del diseño del físico del circuito (o PCB layout), pueden llegar a fabricarse hasta de 8 o más layers.

3.4.1 Diagnóstico de fallas en tarjetas electrónicas. De acuerdo a ABI ELECTRONICS ²⁴, - empresa especializada en la venta de dispositivos para el mantenimiento de equipos electrónicos especializados - el empleo de señales análogas es un método confiable para el diagnóstico fallas en tarjetas electrónicas. El análisis de señales análogas emplea la técnica VI: Voltaje corriente, con el objetivo de modelar la naturaleza eléctrica del circuito que se encuentra bajo prueba y adicionalmente, se utiliza el concepto de comparación de señales de una tarjeta Patrón Bolden con las señales de la tarjeta con falla.

La prueba VI fue desarrollada por los Estados Unidos en la década de los 40 con el objetivo de proporcionar al equipo técnico de campo de los militares, una solución

²⁴ ABI ELECTRONICS. Cómo probar componentes y tarjetas PCBs con la técnica V-I (Video). [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CXcirOitDF>

fiable y eficiente para la detección de fallas en componentes electrónicos, teniendo en cuenta factores limitantes como la falta de documentación de las PCB's (Tarjetas electrónicas) y la imposibilidad energética de los circuitos. Actualmente esta técnica es conocida como análisis de firma analógica. Se utiliza para el diagnóstico de PCB's, sin la necesidad de esquemas, documentación, y no es necesario energizar la PCB, por lo que es muy eficaz para diagnosticar placas que no pueden ser alimentadas con seguridad.

La técnica de firma analógica consiste en enviar un estímulo en forma de onda que se aplica a través de una resistencia que invita la corriente hacia el dispositivo bajo prueba. La impedancia característica se representa en un eje de coordenadas donde el eje x es el trazado de voltaje y el eje y representa el trazado de corriente. Los estímulos de la onda de prueba suelen ser una onda sinusoidal. Para los componentes que dependen de la frecuencia, como los condensadores e inductores, donde su impedancia depende de la frecuencia, se requiere una fuente con frecuencias variables para estos componentes. Para lograr una tasa razonable, la resistencia de detección de corriente debe ser del mismo orden que la magnitud del dispositivo bajo prueba, ya que estos dos forman un potencial divisor de tensión. Por tanto, con el fin de utilizar esta técnica, una amplia gama de dispositivos el sistema incorpora varios tipos de resistencia sin limitación de corriente.

3.4.2 Principales causas de fallas. Pueden existir muchas causas que provoquen falla, entre las más comunes se encuentran:

Problemas de Operario: Ocurren debido al uso incorrecto por parte de la persona que utiliza el equipo. Uno de los motivos es la falta de conocimiento adecuado del funcionamiento del equipo, que en ocasiones lleva a suponer que opera incorrectamente, cuando en realidad no existen problemas de funcionamiento como tal. Tales situaciones son de ocurrencia frecuente y deben ser una de las primeras instancias que se verifiquen.

Errores en la construcción: Bajo esta categoría se agrupan todos aquellos problemas relacionados con el diseño y la implementación de la primera unidad o prototipo.

Fallas en el suministro de potencia: Es una de las fallas más frecuentes, proviene de la fuente de potencia. En esta parte se manejan corrientes y voltaje apreciable, además de temperaturas elevadas, los componentes de la fuente están sujetos a esfuerzos eléctricos y térmicos que pueden conducir a fallas en sus componentes.

Cuando la fuente de potencia esta averiada, el equipo deja de operar por completo.

Estos problemas son de fácil diagnóstico y reparación. Por lo general, deben buscarse primero en los reguladores de voltaje defectuoso, diodos rectificadores abiertos o en corto, condensadores de filtrado dañados y por último el transformador defectuoso.

Problemas de temporización: Es uno de los problemas más difícil de diagnosticar se relaciona con la correcta temporización de los circuitos. Parámetros como la frecuencia del reloj, los retrasos de propagación y otras características relacionadas, son de mucha importancia para la adecuada operación de los equipos digitales.

Problemas debidos a Ruidos: El ruido eléctrico es una fuente potencial importante de problemas en los circuitos digitales. Ruido: Es toda señal extraña que dentro del equipo puede ser causa de operación incorrecta. Las señales de ruido pueden provenir de transitorios en las líneas de corriente alterna o de campo magnético o eléctrico originados en equipos aledaños, así como de interferencias debidas a transmisiones de radio de televisión.

También es factible que exista ruido generado internamente, el cual puede provenir de suministro de potencia mal filtrados o de componentes mecánicos defectuosos que ocasionen contactos deficientes o intermitentes.

Efectos ambientales: A esta clase pertenecen todos aquellos problemas derivados del efecto ambiente en el que opera el equipo. Por ejemplo, es posible que la temperatura del recinto o sitio donde se ubica el equipo exceda los límites permisibles fijados por el fabricante. Por otra parte, la acumulación de grasas, polvo, químicos o abrasivos en el aire puede ocasionar fallas de funcionamiento. La vibración excesiva también puede ser causa frecuente de problemas. Todo lo anterior puede introducir defectos mecánicos tales como corrosión de conectores, alambres quebrados o contactos de interruptores con exceso de acumuladores que impiden su accionamiento normal.

Problemas mecánicos: Son todos aquellos que surgen debido a desperfectos en componentes de tipo mecánico tales como: Interruptores, conectores, relevos y otros. Estos problemas por lo general son mucho más susceptibles de aparecer que la falla misma de componentes electrónicos, tales como los circuitos integrados.

4 METODOLOGÍA

La División de Mantenimiento Tecnológico, como unidad de apoyo a los procesos misionales, estratégicos y de evaluación de la Universidad Industrial de Santander, tiene como propósito garantizar la confiabilidad y funcionalidad de los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la UIS. Con la necesidad de ofrecer el servicio Diagnóstico de fallas de Tarjetas Electrónicas, se pretende evaluar técnica y financieramente la alternativa de crear un laboratorio que ofrezca este servicio a las Unidades académico administrativas.

El estudio técnico-financiero estará constituido por tres grandes etapas, las cuales se presentan a continuación:

- 1. Realizar un inventario de los equipos adscritos a las distintas dependencias de la UIS:** Teniendo como base el inventario total de bienes muebles de la Universidad obtenido del Sistema de Inventario de la UIS, se clasificaron los bienes con base en sus características técnicas, es decir; si el bien contaba o no con una tarjeta electrónica para su funcionamiento. Una vez efectuada dicha clasificación, se analizó a un mayor nivel de detalle la categoría objeto de estudio de la presente Monografía, teniendo en cuenta variables como: Valor comercial de los equipos, facultad a la cual se encuentra adscrito el equipo y Jefatura a la cual pertenece el equipo.
- 2. Realizar un estudio técnico de la propuesta:** En el **estudio técnico** se realizó la caracterización del servicio a ofrecer, las entradas, salidas y actividades, se describieron los recursos físicos necesarios para la operación como los equipos (tecnología) y herramientas, así como la infraestructura (localización) y el personal requerido, sus competencias, habilidades y requisitos técnicos.
- 3. Realizar un estudio financiero de la propuesta:** Una vez consolidadas los requerimientos técnicos y humanos necesarios para la puesta en marcha del laboratorio, se desarrolló **el estudio financiero**, en el cual, teniendo un horizonte

de tiempo del proyecto de 5 años, se realizó un flujo de efectivo en donde se incluyó la inversión necesaria para el montaje del Laboratorio, así como los costos y gastos del mismo durante el horizonte de tiempo del proyecto. Adicionalmente, se calcularon los ingresos proyectados a 5 años del laboratorio a partir del ahorro que tendría la Universidad en contratar servicios profesionales externos para realizar el Diagnostico de Falla de los equipos electrónicos, eléctricos y electromecánicos. Como resultado se calculó el tiempo de recuperación de la inversión y se analizó el flujo de efectivo generado por el proyecto, con el cual se pretendió analizar si la creación y puesta en marcha del laboratorio traería ahorros a largo a plazo a la Universidad.

Paralelamente, se realizó un análisis de los requisitos legales y normativos (teniendo en cuenta el sistema de gestión de la calidad de la UIS) necesarios para la creación y puesta en marcha del Laboratorio a fin de asegurar que se cumplan las exigencias mínimas que garanticen su permanencia en el tiempo.

5 ESTUDIO LEGAL

El objetivo de este capítulo es describir los aspectos legales y administrativos relacionados con el desarrollo del proyecto:

5.1 ASPECTOS NORMATIVOS

Se entiende por aspectos normativos aquellos reglamentos o normas que se deben cumplir para el correcto funcionamiento del laboratorio de mantenimiento de equipos electrónicos especializados en la Universidad Industrial de Santander.

5.1.1 Sistema de gestión de calidad. En cumplimiento con lo establecido en el artículo 6 de la Ley 872 de 2003, la Universidad Industrial de Santander certificó en el año 2009, la implementación de la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública NTCGP 1000:2009. Esta norma está dirigida a todas las entidades y tiene como propósito mejorar su desempeño y su capacidad para proporcionar productos y/o servicios que respondan a las necesidades y expectativas de sus clientes. La orientación de esta norma promueve la adopción de un enfoque basado en los procesos, el cual consiste en identificar y gestionar, de manera eficaz, numerosas actividades relacionadas entre sí. Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales que hacen parte de un sistema conformado por procesos, así como sobre su combinación e interacción

“La orientación de esta norma promueve la adopción de un enfoque basado en los procesos, el cual consiste en identificar y gestionar, de manera eficaz, numerosas actividades relacionadas entre sí. Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales que hacen parte de un sistema conformado por procesos, así como sobre su combinación e interacción”.

En la tabla 1 se muestra las normas aplicables al desarrollo del proyecto:

Tabla 1. Normas aplicables al desarrollo del proyecto

Norma	Aspecto que regula	Análisis
<p>Norma Técnica Colombiana de Gestión Pública NTC GP 1000:2009</p> <p>Norma técnica Colombiana NTC ISO 9001:2008</p>	<p>Establece los requisitos para la implementación de un sistema de gestión de la calidad aplicable a la rama ejecutiva del poder público y otras entidades prestadoras de servicios.</p>	<p>La Universidad Industrial de Santander cuenta con la certificación GP 1000:2009 e ISO 9001:2008. Por este motivo, cada uno de sus procesos misionales, estratégicos, de evaluación y de apoyo deben estar acreditados y comprometidos con el logro de objetivos institucionales en términos de satisfacción de los clientes, usuarios y beneficiarios.</p>
<p>Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE</p>	<p>Se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico.</p>	<p>Definición de preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.</p>

Norma	Aspecto que regula	Análisis
<p>DECRETO NUMERO 4741 DE 2005</p>	<p>Prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.</p> <p>Cap. III de las obligaciones y responsabilidades</p> <p>Cap IV de la gestión y manejo de residuos de productos o sustancias químicas con propiedad o características peligrosas Art 20 y 23.</p> <p>http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad//decreto-numero-4741-de-2005</p>	<p>Definición de obligaciones y responsabilidades del generador de residuos peligrosos.</p> <p>Residuos a considerar:</p> <p>RAEE's (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)</p> <p>Baterías de Litio y Mercurio</p>
<p>PGIR</p> <p>Plan de Gestión integral de residuos</p>	<p>Gestión integral de los residuos generados en la Universidad Industrial de Santander</p>	<p>Define responsabilidades en la gestión de residuos.</p> <p>Da cumplimiento a obligaciones ambientales legales.</p>
<p>Procedimiento : Control de</p>	<p>Define los pasos a seguir para la creación de cualquier</p>	<p>Para la creación de un nuevo procedimiento correspondiente</p>

Norma	Aspecto que regula	Análisis
documentos internos	documento a incluir dentro del Mapa de Procesos de la UIS, alineado con el sistema de Gestión de Calidad	al mantenimiento de equipo electrónico especializado, es necesario la aprobación de la coordinación HSEQ, siguiendo los pasos establecidos en el Procedimiento del subproceso Gestión Documental: Control de documentos internos

5.1.2 Código eléctrico colombiano: De acuerdo a la norma técnica NTC 2050 Código eléctrico colombiano, el Laboratorio de Diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas deberá cumplir con unos lineamientos básicos para garantizar la seguridad de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad.

Montaje y ventilación

a) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares.

b) Ventilación. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de la convección para la ventilación de sus superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire sobre dichas superficies por medio de paredes o equipos instalados a sus costados.

Espacio alrededor de los equipos eléctricos

Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

a) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores instalados en interiores. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente, que cumpla con el mínimo requerido. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos.

b) Rotulado. En todos los equipos eléctricos se colocará el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la que se pueda identificar a la empresa responsable del producto.

c) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado

d) Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de los equipos debe ser de 1,90 m.

5.1.3 Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Esta guía contiene los principios básicos para cada una de las etapas del manejo de RAEE's, incluyendo el almacenamiento, desensamble y disposición final. Es necesario tener en cuenta estas disposiciones debido a que el principal insumo del laboratorio serán las tarjetas electrónicas o PSB's, las cuales contienen contaminantes con efectos nocivos para la salud. En la tabla 2 se presentan algunos componentes de las tarjetas electrónicas y contaminantes presentes en los mismos.

Tabla 2. Componentes de las tarjetas electrónicas y posibles contaminantes.

Componente	Contenido
Pilas y Baterías	Mercurio, Cadmio, Plomo
Elementos de alto rendimiento	Berilio
Semiconductores de galio y arseniuro	Galio, arsénico
Ensambladuras eléctricas	Cobre
Soldaduras blandas	Plomo, Cadmio, estaño, plata, bismuto
Conductores y enchufes	Oro, plata, paladio
Material base para las tarjetas	Retardantes de llama halogenados
Interruptores	Mercurio

De acuerdo al análisis realizado anteriormente fue posible identificar que existen requisitos normativos que se deben garantizar para la creación y puesta en

funcionamiento del Laboratorio de Diagnostico de fallas de tarjetas electrónicas. Algunos de estos requisitos competen directamente al Laboratorio, como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el Código Eléctrico colombiano NTC 2050 y los Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, sin embargo; se identificaron requisitos normativos que competen propiamente a la DMT y la UIS, respectivamente. En relación a los requisitos que debe cumplir la DMT, se encuentran el Decreto 4741 de 2005 relacionado con la prevención en la generación de residuos o desechos peligrosos, mientras tanto, dentro de los requisitos de carácter Institucional se identificaron la Norma Técnica colombiana de Gestión Publica NTC GP 1000:2009 y la Norma técnica colombiana NTC ISO 9001:2008. Adicionalmente, el Laboratorio debe estar alineado con Plan de Gestión integral de residuos y el Procedimiento de Control de documentos internos establecido por la Universidad para poder operar, ya que dichos Lineamientos hacen parte del Sistema Integrado de Gestión de Calidad.

6 DEMANDA POTENCIAL DEL LABORATORIO

Con el propósito de evaluar la necesidad de creación de un laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas era pertinente conocer el mercado potencial de equipos que serían atendidos por dicho laboratorio. Este mercado estaría compuesto por el total de equipos electrónicos, eléctricos y electromecánicos compuestos por una tarjeta electrónica como un elemento central de su funcionamiento.

Para determinar el número total de estos equipos se contó con una lista de todos los bienes muebles que actualmente se encuentran vinculados al sistema de inventarios de la universidad. Posteriormente, se realizó una caracterización de los bienes, de acuerdo a sus características técnicas, es decir si se podían catalogar o no como equipos eléctricos, electrónicos o electromecánicos. Lo anterior con el fin de conocer si este número de equipos justificaba realizar un análisis más detallado, centrado en las variables técnicas y financieras para el montaje del laboratorio.

6.1 INVENTARIO DE BIENES MUEBLES DE LA UIS

A través del sistema de Inventario de la UIS se obtuvo una lista en formato txt con el total de bienes muebles propiedad de la Institución. Esta lista fue importada a una hoja de cálculo de Excel, con el propósito de generar un documento que permita realizar un análisis estadístico de los datos. Este documento tiene dos partes; la primera contabiliza y clasifica todos los equipos de la universidad de acuerdo a los tipos de elemento manejados por la Institución como se muestra en la Tabla 3. El número total de equipos de acuerdo a esta clasificación es de 70.474 equipos.

Tabla 3. Elementos devolutivos mayores

U.I.S. Sistema de Información Financiero Feb/18/2016		
<ele_r201> Inventarios - Elementos Devolutivos Mayores 18:04		
ELEMENTOS DEVOLUTIVOS MAYORES POR TIPO DE ELEMENTO		
TIPO DE ELEMENTO	NRO.ELEMENTOS	VALOR ELEMENTOS
1 EQUIPO LABORATORIO	10.537	\$ 67.081.228.303,85
2 MUEBLES Y ENSERES	41.384	\$ 13.875.133.452,49
3 EQUIPO DE OFICINA	3.043	\$ 1.986.595.336,25
4 MAQUINARIA Y EQUIPO	3.032	\$ 10.305.706.151,39
5 EQUIPO AUDIOVISUAL	2.953	\$ 5.566.108.517,32
6 PARQUE AUTOMOTOR	18	\$ 852.637.769,35
7 EQUIPO COMPUTACION	9.507	\$ 23.317.527.641,32
TOTALES UIS	70.474	\$ 122.984.937.171,97

La segunda parte del documento es un listado detallado de cada uno de los equipos donde se puede apreciarla siguiente información: Número de inventario, tipo, descripción, marca, fecha de adquisición, valor de compra, unidad académica administrativa (UAA), fecha de entrega, persona responsable e identificación. **(Ver Anexo A)**

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS BIENES

Se realizó una primera caracterizaron de los bienes muebles de acuerdo a su naturaleza de funcionamiento. Para el propósito del presente análisis se clasificaron en dos tipos: Electrónicos y no electrónicos.

Tal como y como la muestra la tabla 4, el total de equipos electrónicos identificados fue de 16.478, es decir; el 23,38% del total de bienes muebles de la Universidad, dentro de los cuales se encuentran: Equipos de laboratorio, Equipos de Oficina,

Maquinaria y Equipo, Equipos audiovisuales y Equipos de computación. Por el contrario, se encontraron 53.996 equipos mecánicos, hidráulicos, térmicos, muebles, etc., correspondientes al 76,61% del total de bienes muebles de la Universidad.

Tabla 4. Caracterización de Bienes Muebles de acuerdo a su característica técnica

Tipo de elemento	Cantidad de elementos	Porcentaje
No electrónicos	53.996	76,61 %
Electrónicos	16.478	23,38 %
Total	70.474	

Adicionalmente y debido a la cantidad de equipos electrónicos identificados, se realizó una segunda clasificación tomando como base el valor de compra de los equipos y bajo el supuesto de que dicho valor de compra está relacionado con la complejidad e importancia del equipo en la Institución.

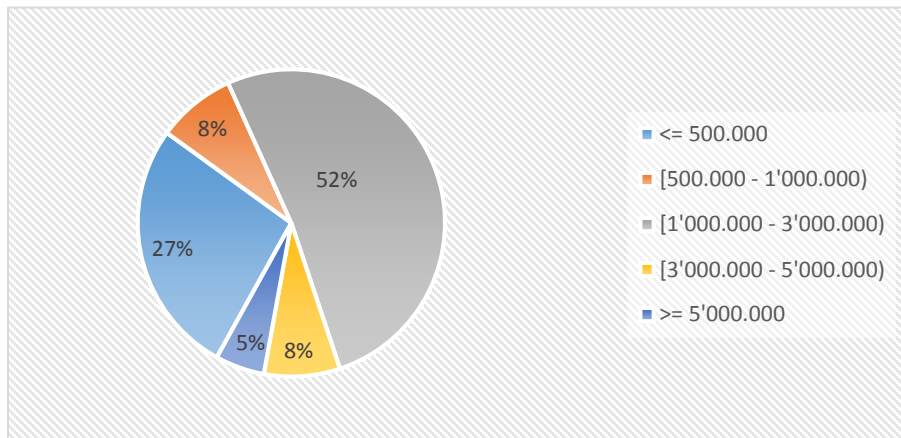
Se construyeron 5 categorías teniendo en cuenta el rango total de valores de los equipos como se puede evidenciar en la tabla 5.

Tabla 5. Categorías según rango de valores de compra

Categorías de acuerdo al valor de compra			
Categoría	Valor	Rango	%
1	< \$500.000	4.435	26,9%
2	[\$500.000 – \$1'000.000)	1.337	8,3%
3	[\$1'000.000 – 3'000.000)	8.470	51,6%

4	[\$3'000.000 – 5'000.000)	1.309	8,0%
5	≥ 5'000.000	854	5,2%
Total		16.405	

Figura 6. Cantidad de equipos por categorías-valores de compra



Se pudo evidenciar que la categoría 1 y 2 está conformada por elementos de tipo electrónico simple como electrodomésticos, instrumentos de medición o incluso elementos didácticos que, aunque su esencia de funcionamiento es electrónica, su complejidad no es alta.

La categoría 3 comprende el 51,6 % del total de equipos electrónicos, siendo la categoría con más elementos, lo cual puede atribuirse a que en este rango se encuentran la mayoría de los equipos de computación y audiovisuales. La complejidad de estos equipos es más alta que la de las categorías 1 y 2, sin embargo, la mayoría de estos siguen siendo equipos de complejidad electrónica básica.

Las categorías 4 y 5 conforman el 13,2% del total de equipos electrónicos, contienen los elementos de mayor valor y está compuesta en su gran mayoría por equipos de

Laboratorio, lo que permite inferir que la complejidad de estos equipos es mayor a las de las categorías anteriores. (**Ver Anexo A**)

Teniendo en cuenta la clasificación de los bienes muebles de acuerdo a su naturaleza técnica, se agruparon los equipos electrónicos de acuerdo a la Unidad Académico Administrativa – UAA a la cual se encuentran adscritos dichos equipos. Como se puede evidenciar en la Tabla 5, la UAAs que cuenta con el mayor número de equipos electrónicos es Servicios de Información con un total de 1.333, seguida de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones – EEET con 931 equipos.

Es importante resaltar que las Sedes de Socorro, Barrancabermeja, Barbosa y Málaga tienen 542, 498, 345 y 270 equipos electrónicos respectivamente, consolidando solo el 10,04% del total de equipos electrónicos de la Universidad, lo que permite concluir que el 89,96% de estos equipos se encuentran en el Campus Central y el PTG. Adicionalmente, y como se puede apreciar en el **Anexo A**, los equipos adscritos a cada una de las sedes están conformados principalmente por Equipos de Computación y Equipos de Oficina.

Tabla 6. Cantidad de equipos por códigos de las UAA' s

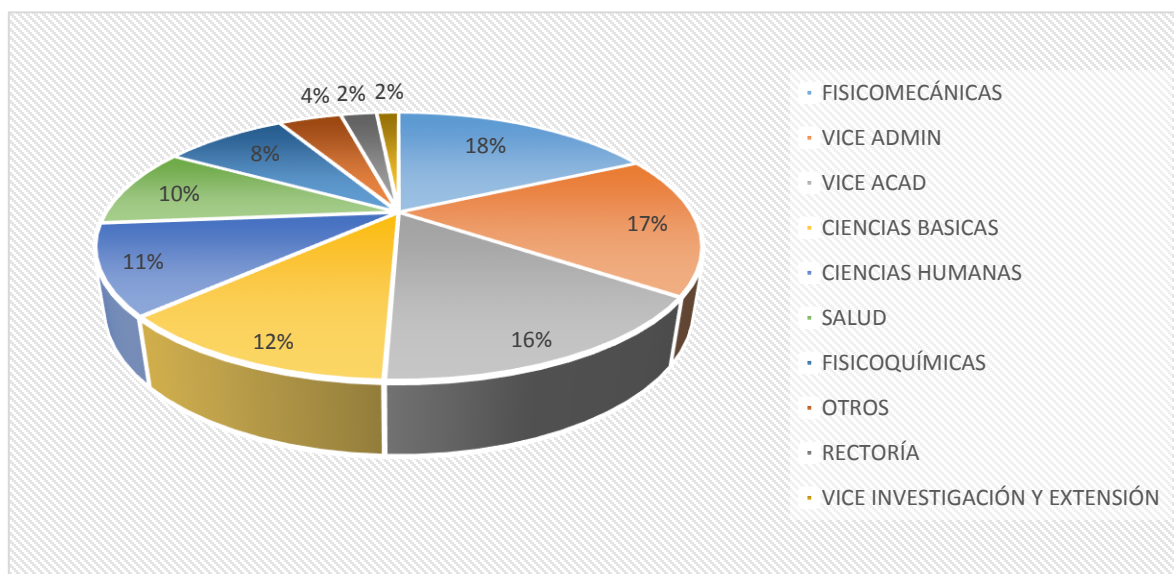
CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS ELECTRONICOS SEGÚN LA UAAs A LA QUE PERTENECEN		
UAA	Descripción UAA	No. Equipos
3190	SERVICIOS DE INFORMACIÓN	1.333
6550	ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES	931
6150	ESCUELA DE QUÍMICA	796
6130	ESCUELA DE FÍSICA	717
2220	SEDE SOCORRO	542
2240	SEDE BARRANCABERMEJA	498
6540	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	493
6530	ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES	487
2140	BIBLIOTECA	467
6440	ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS	420
6861	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS	419

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS ELECTRONICOS SEGÚN LA UAAs A LA QUE PERTENECEN		
UAA	Descripción UAA	No. Equipos
6560	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	415
6570	ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA	381
6450	ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	377
3147	DIVISIÓN DE INVENTARIOS	359
2250	SEDE UIS BARBOSA	345
6420	ESCUELA DE GEOLOGÍA	289
6820	ESCUELA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO	280
2230	SEDE MÁLAGA	270
6430	ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES	259
6120	ESCUELA DE BIOLOGÍA	253
6140	ESCUELA DE MATEMÁTICAS	243
6270	ESCUELA DE IDIOMAS	240
2195	TELEUIS	163
6830	ESCUELA DE ENFERMERÍA	151
6260	ESCUELA DE HISTORIA	151
6864	DEPARTAMENTO DE MEDICINA INTERNA	150
4110	VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN	147
6520	ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL	143
3180	RECURSOS HUMANOS	140
3150	DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	137
3131	SECCIÓN SERVICIOS INTEGRALES DE SALUD	137
6280	ESCUELA DE TRABAJO SOCIAL	134
6240	ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN	131
3160	DIVISIÓN DE PLANTA FISICA	127
6230	ESCUELA DE DERECHO Y CIENCIA POLÍTICA	126
6250	ESCUELA DE EDUCACIÓN	125
3130	DIVISIÓN DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	112
2170	DIRECCIÓN CULTURAL	107
6840	ESCUELA DE FISIOTERAPIA	106
6868	DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA	105
6850	ESCUELA DE NUTRICIÓN	101
6245	ESCUELA DE FILOSOFÍA	86

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS ELECTRONICOS SEGÚN LA UAAs A LA QUE PERTENECEN		
UAA	Descripción UAA	No. Equipos
6220	ESCUELA DE ARTES	84
3110	VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA	84
2150	CEDEDUIS	77
3170	PUBLICACIONES	77
6290	DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE	68
2160	DIRECCIÓN DE ADMISIONES Y REGISTRO ACADÉMICO	65
6810	DECANATO FACULTAD DE SALUD	64
1130	PLANEACIÓN	58
1156	CERTIFICACIÓN Y GESTIÓN DOCUMENTAL	57
2110	VICERRECTORÍA ACADÉMICA	57
3140	DIVISIÓN FINANCIERA	56
3144	DIVISIÓN DE TESORERÍA	55
6510	DECANATO FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS	49
1150	SECRETARIA GENERAL	47
6860	ESCUELA DE MEDICINA	46
3112	CONTRATACIÓN	44
6210	DECANATO FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS	42
1110	RECTORÍA	42
6863	DEPARTAMENTO DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	40
6410	DECANATO FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS	39
6812	PROINAPSA	36
6862	DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA	33
6865	DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA	30
3148	DIVISIÓN DE RECAUDOS	28
6866	DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA	25
1140	RELACIONES EXTERIORES	24
3141	DIVISIÓN DE CONTABILIDAD	22
6110	DECANATO FACULTAD DE CIENCIAS	21
6867	DEPARTAMENTO DE SALUD MENTAL	21
3143	DIVISIÓN DE PRESUPUESTO	19
	OTROS	1.675
TOTAL		16.478

Con la información obtenida anteriormente y teniendo en cuenta el número total de UAA, se vio la necesidad de agrupar los equipos de acuerdo a la UAA principal a la que pertenece como se puede evidenciar en la Figura 7.

Figura 7. Cantidad de equipos electrónicos por jefatura

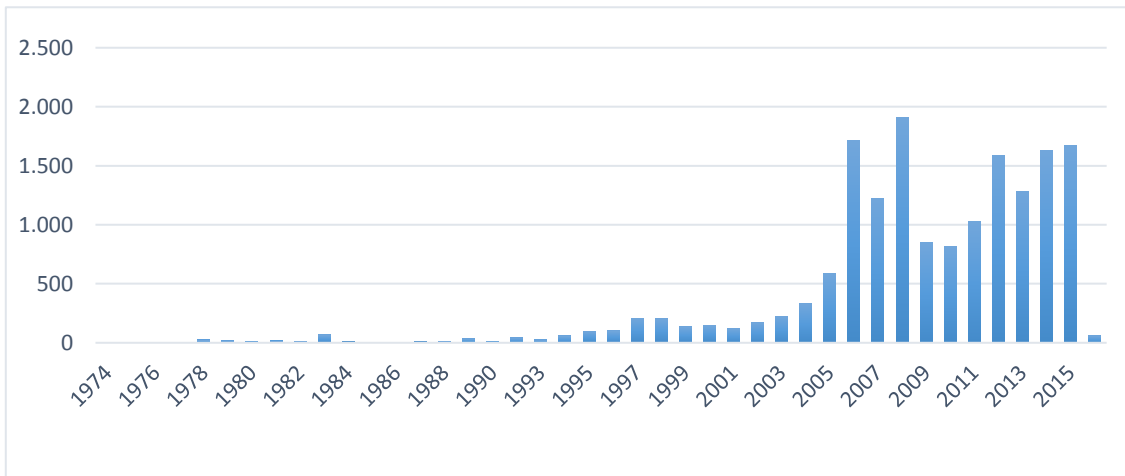


Se encontró que la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas cuenta con el 18% del total de equipos electrónicos dentro de los cuales se encuentran gran parte de los Equipos de Laboratorio como se puede observar en el Anexo A. La Vicerrectoría administrativa y la vicerrectoría académica cuentan con el 17% y 16% de los equipos respectivamente, siendo estos en su mayoría Equipos de Oficina, Equipos de Cómputo y Equipos Audiovisuales.

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que una de las UAAs críticas para el Laboratorio será la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, no solo por el volumen de equipos electrónicos asociados a su operación, sino por la complejidad y especialidad técnica que requieren estos equipos para su tratamiento.

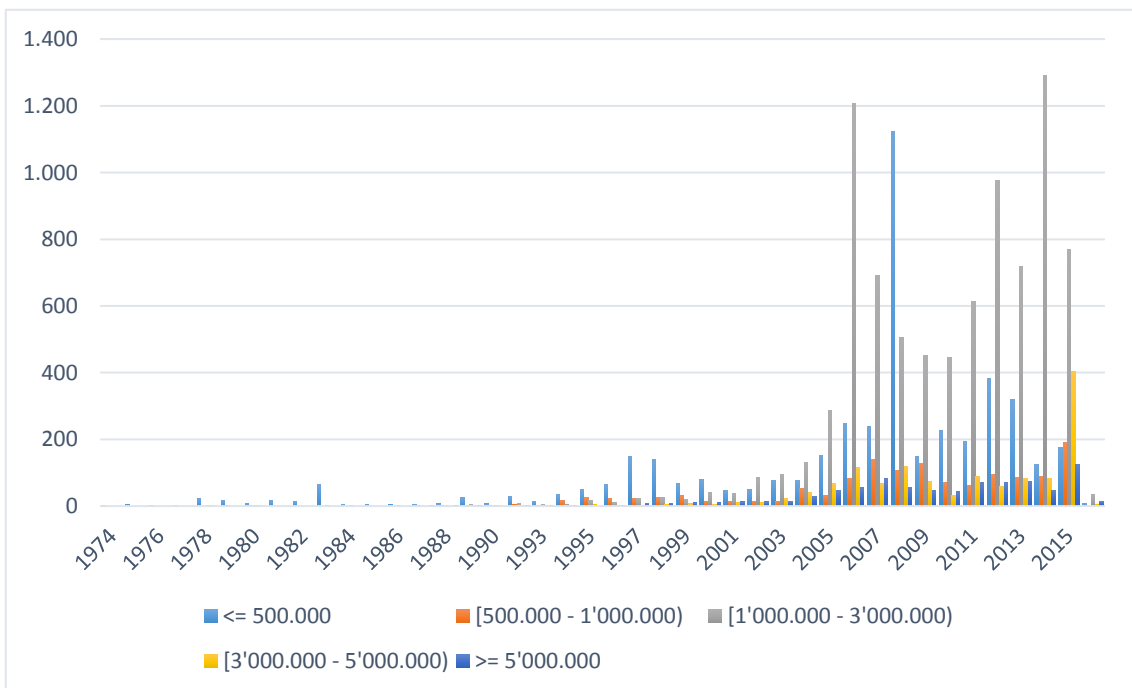
De manera complementaria se encontró que desde el año 1997 el número de equipos electrónicos adquiridos por la UIS, ha incrementado significativamente, pasando de 527 en ese año a 16.476 en el año 2016. (Ver Figura 8)

Figura 8. Cantidad de equipos adquiridos por año



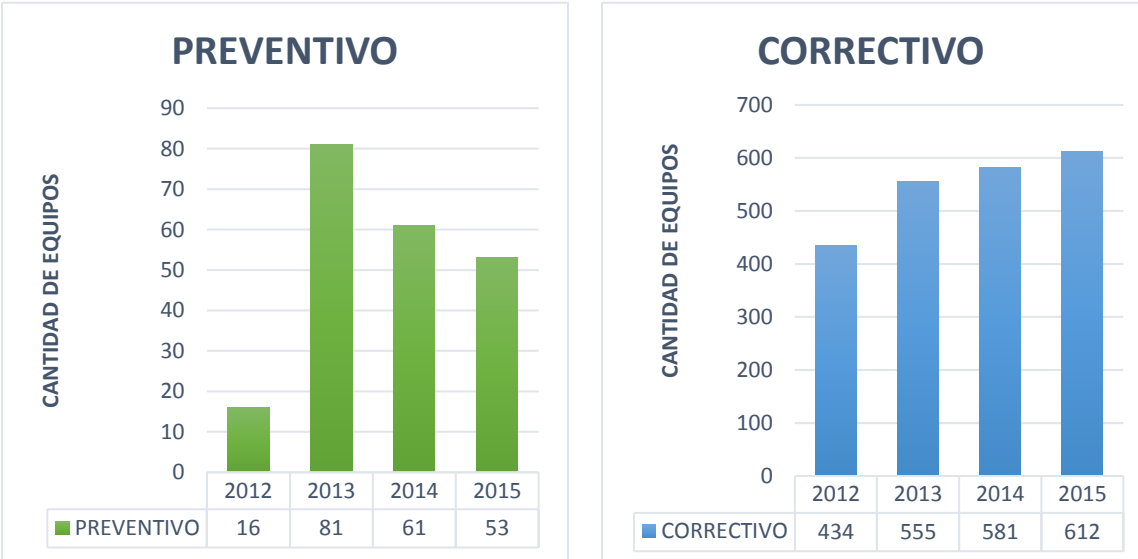
Adicionalmente, se identificó que la mayoría de los equipos electrónicos adquiridos corresponden a equipos de categoría 3, es decir su valor de compra se encuentra entre 1'000.000 y 3'000.000

Figura 9. Cantidad de equipos adquiridos por año según comercial.



Por otra parte, con base en el informe de solicitudes realizadas a la DMT desde el año 2012 al año 2015, se evidenció que el número de solicitudes de mantenimiento preventivo de equipos electrónicos ha disminuido progresivamente como se puede observar en la figura 10, lo cual podría ser una de las causas que sustenta el aumento de las solicitudes de mantenimiento correctivo y de emisión de conceptos de baja de estos equipos. Se pudo evidenciar que el número de solicitudes de mantenimiento correctivo aumentaron de 434 en el 2012 a 612 en el 2015, mientras que las solicitudes de mantenimiento preventivo disminuyeron de 81 en el 2013 a 53 en el 2015.

Figura 10. Número de solicitudes de mantenimiento Preventivo-Correctivo (2012-2015)



De acuerdo a lo anteriormente expuesto en este capítulo, es posible inferir que existe una demanda potencial para la creación del Laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas, ya que la UIS cuenta con 16.478 equipos conformados por tarjetas electrónicas, los cuales precisan de un análisis especializado para su correcta valoración. Adicionalmente, y teniendo en cuenta que el número de solicitudes de mantenimiento correctivo ha tenido un incremento en los últimos 4 años, el montaje del laboratorio representa una oportunidad de

mejora del servicio ofrecido por la DMT, impactando la conservación y prolongación de la vida útil de estos equipos en las distintas UAA's de la UIS.

7 ESTUDIO Y ANALISIS TÉCNICO DEL PROYECTO

El presente capítulo contiene el estudio y análisis técnico para la creación del laboratorio de diagnóstico de tarjetas electrónicas. Se analizaron las características técnicas como equipos, herramientas e insumos que requiere el laboratorio para su funcionamiento, así como el perfil del personal asociado, la infraestructura y su localización. De igual forma se construyó el diagrama de flujo del proceso, con cada una de las actividades y etapas del proceso de diagnóstico de fallas. Por último, se calculó la capacidad del laboratorio con base en la información del equipo y personal obtenida.

7.1 LOCALIZACIÓN

El laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas estaría localizado en el campus central de la Universidad Industrial de Santander, en la División de Mantenimiento Tecnológico, la cual se encuentra ubicada frente al auditorio Luis A. Calvo, al lado del Banco Corpbanca. En el campus central están localizadas las escuelas que pertenecen a la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, la cual, como se evidenció en el capítulo anterior es la dependencia con el mayor número de equipos electrónicos adscritos, lo cual representa una ventaja para el desplazamiento de los equipos al Laboratorio.

7.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

En la División de Mantenimiento Tecnológico existe un taller para el análisis de elementos de naturaleza electrónica, sin embargo, para realizar el diagnóstico de fallas de una tarjeta electrónica, el tratamiento se debe efectuar individualmente a cada una de las partes de la tarjeta utilizando un multímetro. Este método es efectivo y ágil para componentes de baja complejidad. No obstante, no es el más idóneo para el tratamiento de un componente que tiene varias entradas y elementos

dispersos, ya que incrementa el tiempo de reparación y no garantiza el éxito en el diagnóstico de la falla de la tarjeta.

Para asegurar la eficacia en el diagnóstico de fallas en tarjetas electrónicas, es necesario contar con un proceso que facilite el análisis de las tarjetas, especialmente de aquellas con un alto nivel complejidad técnica, para lo cual es necesario la adquisición de un equipo que garantice la calidad técnica del diagnóstico. A continuación, se describen dos de los equipos utilizados para realizar este tipo de diagnóstico.

7.2.1 Herramienta principal de Diagnóstico. ABI Electronics, proveedor de sistemas de prueba y de medida, ofrece el sistema Boardmaster 8000 PLUS (ver Figura 11), el cual está compuesto de una serie de módulos los cuales pueden interconectarse para realizar el diagnóstico de diferentes tipos de tarjetas y su interfaz está compuesta de un sistema integrado para computador o una pantalla LCD multicolor. La simulación de las variables como voltaje y corriente, depende del módulo instalado, así mismo la cantidad de pines posibles para analizar varía dependiendo de dichos módulos.

Figura 11. Sistema BoardMaster 8000 Plus



HUNTRON, compañía especializada en la venta de herramientas para el diagnóstico de circuitos eléctricos, ofrece la gama de productos Tracker, (Figura 12),

estos productos tienen la ventaja de tener instalados una serie predefinida de voltajes de simulación lo que permite prescindir de una fuente externa. Dependiendo de la máquina es posible tener una gran variedad de pines conectados con una interfaz gráfica que se puede vincular a un computador para guardar la información y comparar el comportamiento estándar de los componentes.

Figura 12. Productos de HUNTRON para el diagnóstico de tarjetas electrónicas



Teniendo en cuenta que los equipos de la universidad ya tienen un voltaje estático y no son industriales, los cuales si manejan variables de gran potencia, no es necesario un equipo donde las variables tengan un rango tan amplio de trabajo, por esta razón se seleccionó el tracker 2800s de HUNTRON como el elemento principal del diagnóstico (ver Figura 13).

Figura 13. HUNTRON Tacker 2800s



El equipo tiene las siguientes especificaciones:

- 6 voltajes: 200mV, 3V, 5V, 10V, 15V, 20V.
- 9 resistencias: 10 Ω , 50 Ω , 100 Ω , 500 Ω , 1k Ω , 5k Ω , 10k Ω , 50k Ω y 100k Ω .
- 6 frecuencias: 20Hz, 50Hz, 60Hz, 200Hz, 500Hz y 2kHz.

- Rango de selección manual o escaneado automático; tiene software de control opcional.
- Banana jacks o puntas para canales de prueba A/B y común; 40 pines por Canal A y B y conector de IDC para escaneado.

La conexión de los canales A y B se alterna para compararse entre sí. Se pueden conectar dos tarjetas, la primera con un funcionamiento correcto que sirve como base para la segunda que tiene la falla y de esta forma el Tracker identifica cual elemento no está funcionando correctamente.

Con el Tracker 2800s, el proceso de diagnóstico de fallas en una tarjeta electrónica tiene una duración entre 1 y 2 horas, este tiempo varía dependiendo de la complejidad de la tarjeta y de la destreza del operario a cargo.

7.2.2 Herramienta adicional y accesorios

Cautín

El cautín es un elemento que genera calor para soldar o quitar la soldadura, este elemento es fundamental para realizar diferentes tipos de conexiones soldando elementos dañados, así como para identificar fallas conforme se van presentando. En la Figura 14 se observa el cautín Marca Weller

Figura 14. Cautín marca WELLER



UPS

Suministra energía y protege el dispositivo contra los picos altos de voltaje.

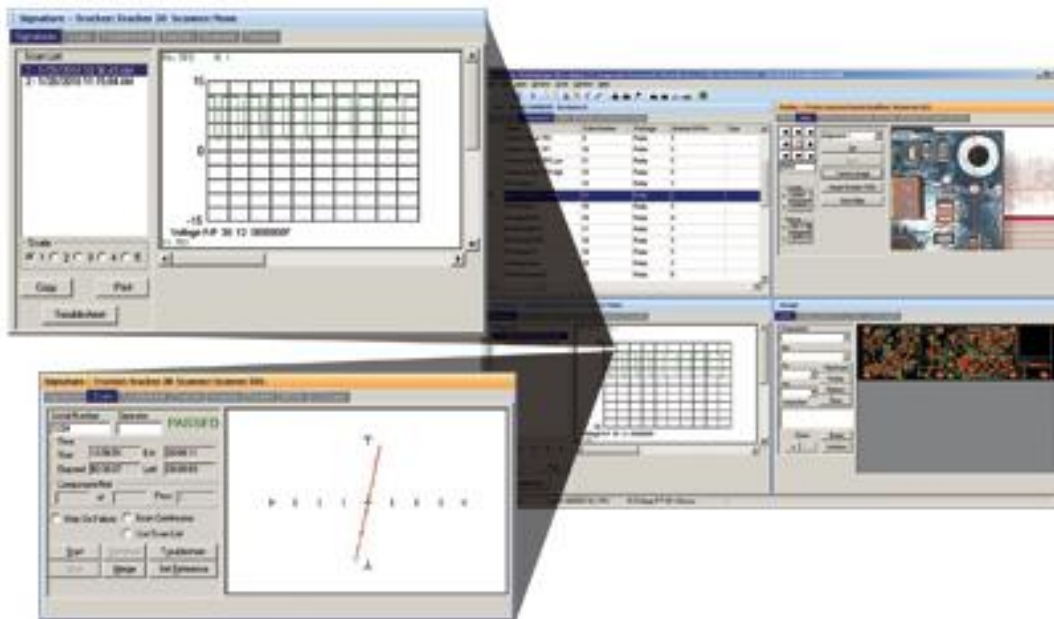
Figura 15. UPS



Computador (Opcional)

Para un uso completo de los recursos otorgados por HUNTRON, el computador es una herramienta para el uso del software Huntron Workstation que permite almacenar datos para futuros análisis y manipular el equipo de una manera remota. En la Figura 13 se observa la captura de pantalla de la aplicación del software Huntron Workstation en un ordenador.

Figura 16. Captura de pantalla del Software Huntron Workstation



Apoyo para tarjetas

Es necesario contar con un apoyo para las tarjetas, ya que el operario debe tener las manos libres para operar la máquina, por tanto, se necesita de un apoyo para tener estática la tarjeta y manipularla sin complicaciones o incomodidades. Un ejemplo de apoyo para tarjetas se puede observar en la Figura 17.

Figura 17. Apoyo de tornillo tipo prensa



Estación de trabajo

Para los instrumentos mencionados anteriormente se necesita de un lugar apropiado, una mesa de trabajo con conexión a tomacorriente de 110 y 220 voltios, como la que se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Estación de trabajo



Estante metálico

El estante metálico se utilizará para ubicar los elementos electrónicos de apoyo y los equipos que serán analizados como se puede observar en la Figura 19.

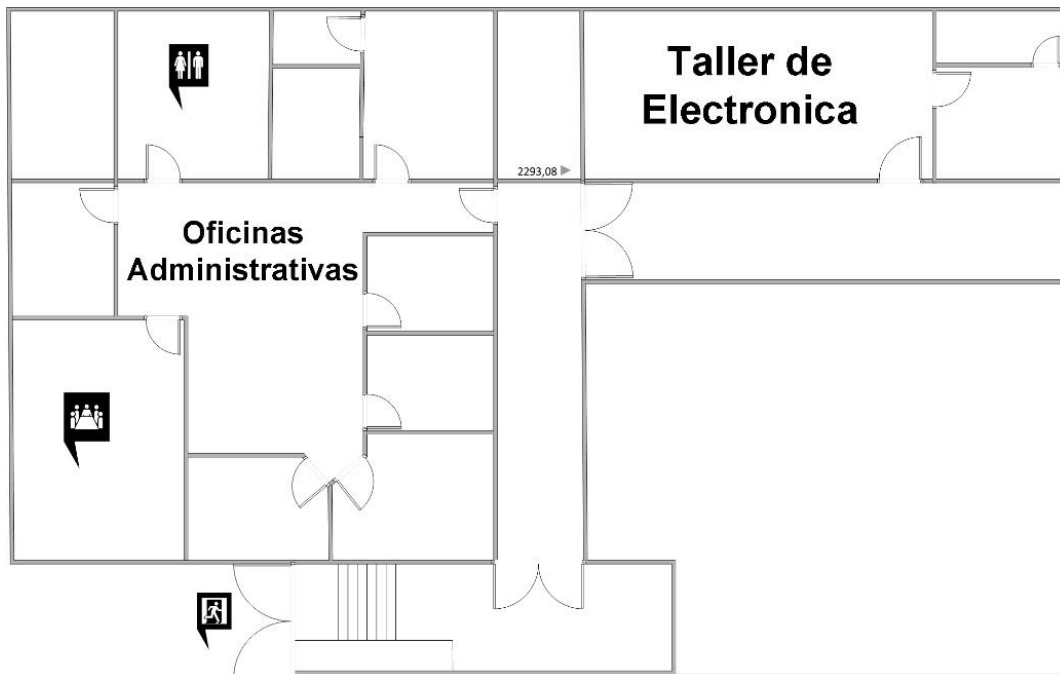
Figura 19. Estante metálico



7.3 INFRAESTRUCTURA

El laboratorio de diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas contará con una estación de trabajo, la cual se describió anteriormente. La División de Mantenimiento Tecnológico cuenta con el espacio adecuado para la estación de trabajo dentro del taller de electrónica, como se muestra en la Figura 20.

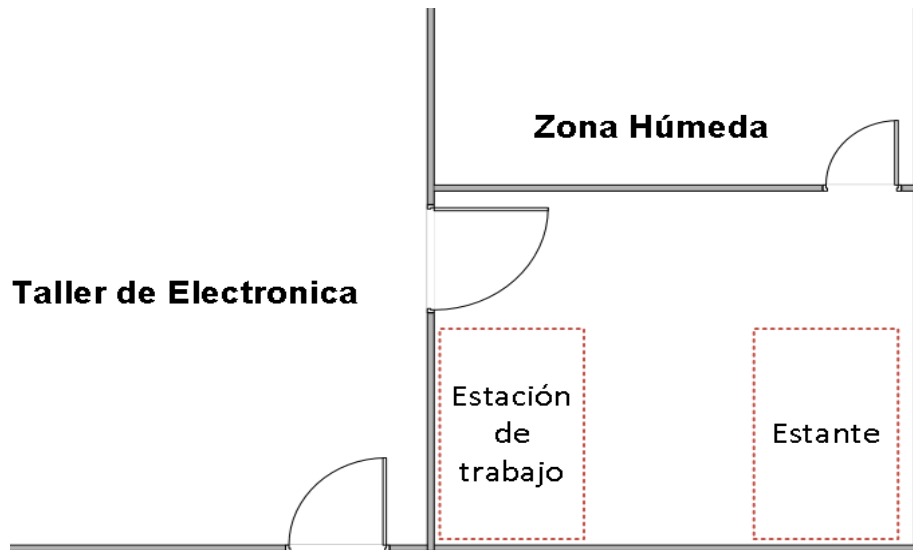
Figura 20. Plano general División de mantenimiento tecnológico



El espacio que se utilizará tiene un área de 7.5 metros cuadrados, se localiza en el taller de electrónica, justo antes de entrar a la zona húmeda, como se puede

observar en la Figura 18, se destinará el espacio para la estación de trabajo y el estante metálico, los cuales están delimitados con las líneas rojas punteadas.

Figura 21. Plano del área destinada para el laboratorio de diagnóstico de tarjetas electrónicas



7.4 INSUMOS

Los recursos principales que se utilizarán en el laboratorio para la operación diaria son la soldadura y la electricidad que consume el caufín y la maquina analizadora. En la División de Mantenimiento Tecnológico se consume una libra de soldadura de estaño mensualmente.

Figura 22. Soldadura de estaño



7.5 PERSONAL

Para el funcionamiento del laboratorio en la DMT, se requiere del personal que se menciona a continuación:

Profesional de mantenimiento: está a cargo de la supervisión y asignación de las solicitudes de mantenimiento a los operarios. Es necesario aclarar actualmente existe una persona que realiza esta función en la DMT.

Técnico a cargo del laboratorio: denominado técnico tipo A de acuerdo al sistema de nómina UIS. El técnico tipo A debe cumplir con los siguientes requisitos dentro de su perfil:

- Técnico especialista en electrónica.
- Conocimientos en mantenimiento de tarjetas electrónicas.
- Capacitación del uso del equipo principal del laboratorio.

Dentro de la División de mantenimiento tecnológico ya se encuentra una persona a cargo de la reparación de las tarjetas electrónicas, esta persona estará a cargo de una evaluación previa a la tarjeta para el diagnóstico dentro del laboratorio.

7.6 PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA DMT

La División de Mantenimiento Tecnológico cuenta con dos subprocesos principales, que desarrollan las diferentes actividades para la prestación de los servicios a la comunidad universitaria: mantenimiento de equipos y verificación metrológica.

Para efectos de la presente monografía se construyó un diagrama en el que se esquematiza la propuesta del proceso de mantenimiento de equipos electrónicos (ver figura 23), dentro de la cual se incluyen las actividades asociadas al diagnóstico de fallas de tarjetas de electrónicas el cual se describe a continuación:

La solicitud de servicio de mantenimiento de equipos electrónicos especializados se realizará por medio del SIMAT (Sistema de información de Mantenimiento Tecnológico) versión 1.0. Para tal fin, el equipo debe poseer un número de inventario, caso contrario la UAA o el responsable del equipo debe contactar a la

sección de inventarios para registrar el equipo y solicitar el servicio de mantenimiento a la DMT.

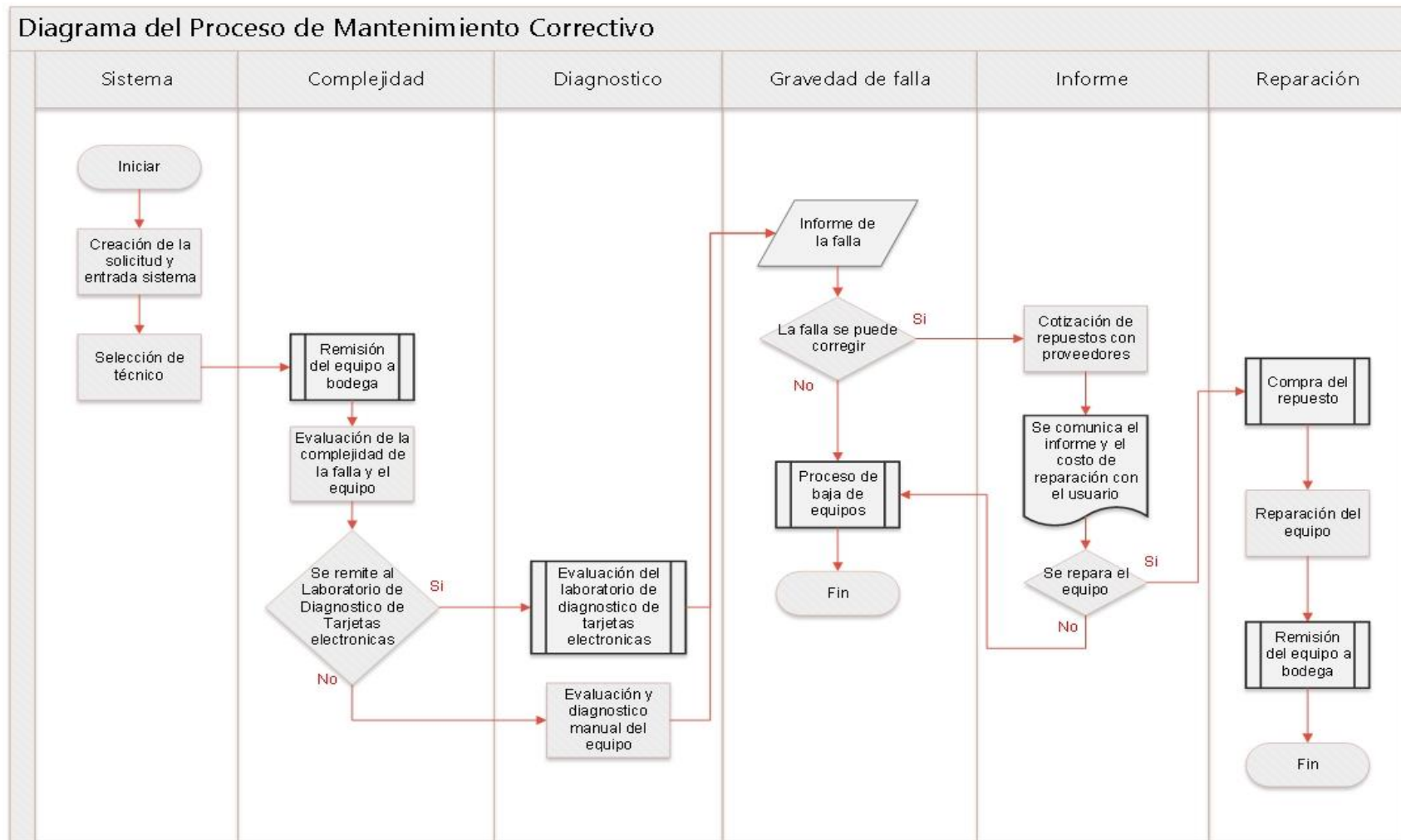
Las solicitudes de servicio serán examinadas por el jefe y los profesionales de Mantenimiento, con el objetivo de ser convertidas en órdenes de trabajo y ser asignadas al personal técnico especializado de la DMT

En relación con el traslado de los equipos a la DMT, el responsable del equipo debe solicitar el transporte del equipo a la DMT por medio de la División de Planta Física.

El técnico a cargo del equipo evalúa la complejidad del equipo y de la falla, para remitirlo al Laboratorio De Diagnóstico De Tarjetas Electrónicas (LDTE) o realizar el diagnóstico manual, posteriormente se informa de la falla al profesional de mantenimiento tecnológico para realizar la cotización de los repuestos necesarios e informar a los responsables sobre costo de la reparación.

Los responsables de los equipos toman la decisión si desean reparar el equipo en la división o darle de baja, en caso de decidir repararlo se compran los repuestos y después de la llegada del equipo se procede a repararlo.

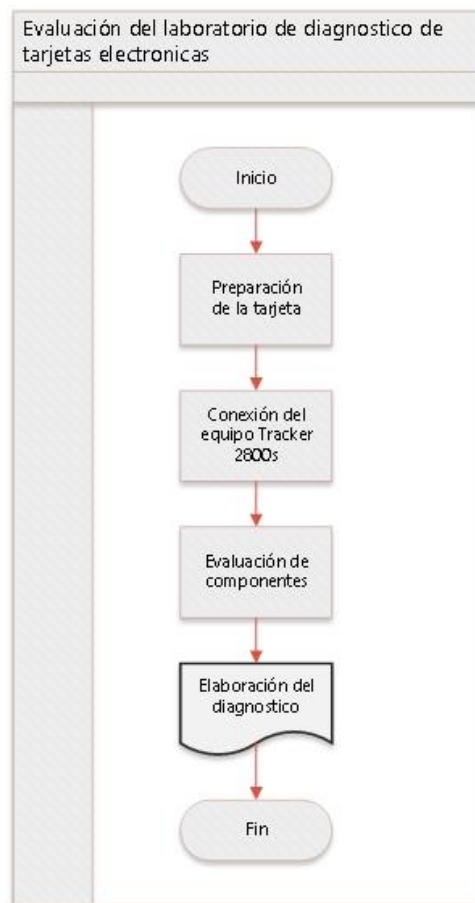
Figura 23. Propuesta del proceso de mantenimiento correctivo para equipos electrónicos.



7.6.1 Actividades que comprenden el diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas. La primera actividad corresponde a la preparación de la tarjeta electrónica, en esta etapa se realiza una inspección para observar si la tarjeta presenta componentes averiados o quemados por sobreexposición de voltaje. Si no tiene marcas o daños visibles se realiza un proceso de limpieza con fluidos dieléctricos para remover el polvo o cualquier elemento que pueda generar un corto circuito durante el diagnóstico. Acto seguido se conecta la tarjeta al Tracker 2800 para iniciar la evaluación de componentes mediante la prueba V-I y determinar cuál es la falla que presenta la tarjeta electrónica y dónde está localizada.

En la elaboración del diagnóstico se realiza un reporte con los principales hallazgos identificados para proceder a determinar si se realiza el cambio del componente averiado o es necesario reemplazar la tarjeta electrónica.

Figura 24. Procedimiento Diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas



7.7 CAPACIDAD DEL LABORATORIO

El laboratorio contará con un equipo especializado, con el cual se podrá analizar una tarjeta electrónica con una duración de 1 a 2 horas de trabajo²⁵. De acuerdo al procedimiento del laboratorio, el flujo de proceso sólo depende de este equipo y de la capacidad del técnico encargado, de esta forma se puede calcular la capacidad del laboratorio por día teniendo en cuenta que el técnico labora 8 horas diarias y las solicitudes de mantenimiento correctivo no son en su mayoría destinadas al laboratorio, por lo tanto, para el propósito de esta monografía podemos asumir una capacidad promedio de 5 tarjetas por día.

Preparación de la tarjeta: 5 minutos.

Conexión con el Tracker 2800s: 10 minutos.

Evaluación de componentes: 45 – 90 minutos.

Estos tiempos fueron suministrados por el proveedor del equipo Tracker 2800s Huntron electronics, en una entrevista vía videoconferencia realizada por el jefe de la DMT en el año 2015, adicionalmente; fueron complementados con información adicional obtenida de un video en el cual se explica cada etapa del diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas.

²⁵ PRUEBA DE TARJETAS ELECTRONICAS CON EL EQUIPO HUNTRON TRACKER 2800 Y 2800S. [online] [citado: 5 de Julio de 2016] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=IOKRepjLk_4

8 ESTUDIO Y ANALISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

En este capítulo se identificaron los costos y gastos asociados a la creación y puesta en marcha del Laboratorio de Diagnostico de Fallas de tarjetas electrónicas. Así mismo, se realizó una estimación de los ingresos generados por el Laboratorio, asumiendo estos, como los ahorros en los que incurriría la Universidad al realizar el Diagnostico directamente y no con proveedores externos. Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad en los que se contemplaron 3 escenarios (pesimista, optimista y más probable) con el propósito de identificar los beneficios y riesgos a los que se vería enfrentado la Universidad al implementar dicha iniciativa.

8.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE COSTOS Y GASTOS DEL MONTAJE DEL LABORATORIO

Del estudio técnico previamente realizado se identificaron los equipos, herramientas y accesorios requeridos para realizar el diagnóstico de fallas que el laboratorio realizará a las tarjetas electrónicas de acuerdo a las solicitudes de mantenimiento generadas en el SIMAT. Estos equipos han sido cotizados en el mercado local e internacional y a continuación se describe su valor comercial a la fecha de la realización de este documento. Se debe tener en cuenta que, a la fecha de la construcción de dicho estudio, el valor promedio de la TRM es de 3.200. Adicionalmente, se presentan las fuentes de las cuales se obtuvo el valor comercial de cada uno de los ítems presentados a continuación.

Tabla 7. Equipos, herramientas e insumos del Laboratorio

Equipos y Herramientas Laboratorio				
Elemento	Costo unitario	Cantidad	Total	
Equipo de diagnostico				
Tracker 2800s HUNTRON	\$ 5.995,00	USD	1	\$ 19.184.000
Computador	\$ 3.400.000,00	Pesos	1	\$ 3.400.000

Muebles y enseres				
Estación de trabajo	\$ 1.100.000,00	Pesos	1	\$ 1.100.000,00
Estante Metálico	\$ 200.000,00	Pesos	1	\$ 200.000,00
Herramienta				
Cautín de estación	\$ 710.000,00	Pesos	1	\$ 710.000,00
UPS	\$ 800.000,00	Pesos	1	\$ 800.000,00
Apoyo de tarjetas	\$ 60.000,00	Pesos	1	\$ 60.000,00
Total				\$ 25.454.000,00

Tabla 8. Supuestos para la construcción del estudio financiero (Equipos, herramientas e insumos)

Supuestos para la construcción del estudio financiero	
Elemento	Tracker
Fuente	Cotización realizada con la empresa Huntron Electronics
Descripción	Tracker 2800s HUNTRON
Elemento	Computador
Fuente	Cotización realizada con la empresa Toshiba
Descripción	Procesador: Core® i7 Tamaño de la Pantalla: > 15 " Tamaño de la Memoria Ram: 16 Gb Capacidad Disco Duro: 1 Tb Unidad óptica: Sin Dvdrw
Elemento	Estación de trabajo
Fuente	Cotización realizada a través de la Plataforma de comercio electrónico MercadoLibre
Descripción	Dimensiones: 1x0.60x0.80 m (Lxaxh) altura total 1.90 m Estructura: Tubo cuadrado calibre 18. Superficie: Lamina de madera de 2 cm

Supuestos para la construcción del estudio financiero	
	<p>Canaleta metálica móvil para instalación de todos los circuitos electrónicos.</p> <p>Lámpara de doble bombillo de 210v luz blanca.</p> <p>Bombillo de señalización LED rojo de 22mm voltaje 220VAC.</p> <p>Pulsador de Emergencia Rojo.</p> <p>3 toma corrientes de doble entrada con polo a tierra.</p> <p>Brazo soporte para monitor.</p> <p>Acabados en pintura Dupont de aplicación electrostática</p>
Elemento	Estante Metálico
Fuente	Cotización realizada en Homecenter
Descripción	<p>Resistencia: 68 kilos</p> <p>Medidas: 160x80x30 cm</p> <p>Niveles: 5</p> <p>Material: Lámina Coll Roll</p>
Elemento	Cautín de estación
Fuente	Cotización realizada con la compañía Steren
Descripción	<p>Estación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencia: 60 W <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Alimentación: 120 Vca <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: 60 Hz - Salida: 24 Vca - Rango de temperatura: 350° F a 850° F (177°C a 454°C) - Dimensiones: 11 x 8,9 x 15 cm - Peso: 1 Kg <p>Lápiz para soldar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencia: 50 W - Dimensiones: 1,5 cm de diámetro x 24 cm de longitud - Peso: 125 g <p>Consumo nominal: 1.2 kWh/día</p>

Supuestos para la construcción del estudio financiero	
	Consumo en espera: No aplica Peso: 125 gr
Elemento	UPS
Fuente	Cotización realizada en DELL
Descripción	Peso: 63.14 lbs Voltaje de Entrada: AC 120 V Voltaje de Salida: 120 V Capacidad de potencia: 1 kW / 1500 VA Conectores de entrada: 1 x power NEMA L5-15 Conectores de salida: 6 x power NEMA 5-15 Bateria: Lead acid Tiempo de ejecución (Up To): 7 min totalmente cargada Dimensiones (WxDxH): 17 in x 18 in x 3.5 in
Elemento	Apoyo de tarjetas
Fuente	Cotización realizada en Homecenter
Descripción	Apoyo manos libres para operaciones con tarjetas electrónicas

A partir de la información presentada anteriormente se puede concluir que el valor total de la inversión necesaria para realizar el montaje del Laboratorio es de \$25.454.950,00.

8.2 ANÁLISIS TÉCNICO DE COSTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO

Teniendo en cuenta la información obtenida a partir de la realización del estudio técnico, se identificaron los elementos consumibles necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del Laboratorio. Dentro de estos elementos se encuentran la Mano de Obra, los insumos necesarios para el funcionamiento del tracker, la energía que será utilizada por los distintos equipos electrónicos y eléctricos, y los elementos de seguridad de alta rotación. Para determinar el valor comercial de dichos elementos, se realizó una búsqueda a través de distintos proveedores que

ofrecen este tipo de productos, se seleccionaron los valores con base en dos criterios; Precio y reconocimiento en el mercado. Dicha información se utilizó para realizar la construcción del Flujo de Caja. A continuación, se presenta la información utilizada para la elaboración del flujo de caja:

Tabla 9. Recursos para el funcionamiento del laboratorio

Recursos para funcionamiento del Laboratorio					
Elemento	Costo unitario		Cantidad		Total
Mano de Obra					
Profesional	\$13.636,36	Pesos	44 h	Horas	\$7.200.000,00
Técnico	\$7.500,00	Pesos	176 h	Horas	\$15.840.000,00
Insumos del equipo					
Soldadura	\$120.000,00	Pesos/Kg	0,25 kg	Mensual	\$360.000,00
Pinzas	\$120.000,00	Pesos/Par	2 Par	Anual	\$240.000,00
Servicios Domésticos					
Energía	\$402,48	Kw/h	237,6 Kwh/día	Mensual	\$1.051.933,49
Dotación					
Tapabocas	\$43.900,00	Caja x 100	2 Cajas	Anual	\$87.800,00
Total					\$24.779.733,49

Tabla 10. Supuestos para la construcción del estudio financiero. (Recursos para el funcionamiento)

Supuestos para la construcción del estudio financiero	
Elemento	Soldadura
Fuente	Valor tomado de histórico de gasto DMT
Descripción	Soldadura
Elemento	Pinzas
Fuente	Cotización realizada en Homecenter
Descripción	Pinzas de puntas aisladas
Elemento	Energía

Supuestos para la construcción del estudio financiero	
Fuente	Valor tomado de la tala de tarifas residenciales y no residenciales de la ESSA
Descripción	Energía consumida por el equipo tracker 2800s y el cautín de estación
Elemento	Tapabocas
Fuente	Cotización Droguería Alemana
Descripción	Mascarillas para trabajo seguro
Elemento	Profesional
Fuente	Valor tomado de la tabla salarial de la UIS
Descripción	Profesional de mantenimiento
Elemento	Técnico
Fuente	Valor tomado de la tabla salarial de la UIS
Descripción	Técnico especialista en electrónica

Para estimar el valor de las horas asignadas al rol desempeñado por el profesional técnico asociado al Laboratorio, se utilizó los siguientes supuestos:

- Jornada Laboral: 8 horas al día
- Mes Laboral: 22 días
- Año Laboral: 12 meses
- Dedicación del técnico al Laboratorio: 100% = 176h
- Dedicación del Profesional al Laboratorio: 20% = 44h

Por otra parte, se consideró un consumo de 0,25 kg por mes de soldadura, teniendo en cuenta que, según datos históricos y la proyección realizada por los técnicos expertos en electrónica de la DMT, existiría un consumo de 2,84 g de Soldadura por tarjeta. Cabe resaltar que dicho valor fue calculado asumiendo que se diagnostica efectivamente 4 Tarjetas por día.

Para el cálculo de la Energía consumida por el Laboratorio, se consultó la Tabla de Tarifas de la Electrificadora de Santander – ESSA epm, y se proyectó el consumo

de los equipos eléctricos y electrónicos utilizados en la operación como se muestra a continuación:

Supuestos:

- Jornada Laboral: 8 horas al día
- Mes Laboral: 22 días
- Año Laboral: 11 meses (Debido al periodo de vacaciones colectivas)

Tracker: 800 W/h
140.800 W/mes = 140,8 Kw/mes

Cautín de Estación: 1,2 Kw/día
26,4 Kw/mes

Computador: 400 W/h
70.400 W/mes
70,4 Kw/mes

UPS: Despreciable

Total energía: 237,6 Kw/mes

De acuerdo a lo anterior, el costo total asociado al funcionamiento del Laboratorio del año 1 es de \$24.779.733,49. Es necesario aclarar que cada uno de los elementos que componen dicho costo total varían año a año de acuerdo a los siguientes factores:

- Profesional: Incremento del SMMLV
- Técnico: Incremento del SMMLV
- Soldadura: Índice de Precios al Consumidor (IPC)
- Pinzas: Índice de Precios al Consumidor (IPC)

- Energía: Promedio del incremento del valor de la Energía. (Valor tomado de consulta con experto)
- Tapabocas: Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Así, los costos totales del proyecto para los años siguientes son:

- Año 2: \$41.722.041,26
- Año 3: \$44.564.251,52
- Año 4: \$47.604.052,67
- Año 5: \$50.855.233,53

8.3 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

Para la construcción del análisis financiero se tomaron en cuenta los siguientes supuestos:

- Los equipos que serían atendidos por el Laboratorio, los cuales se determinaron con base en la capacidad del Laboratorio hallada previamente en el estudio técnico.
- Valor promedio del Diagnóstico de una tarjeta electrónica en el Mercado, dicho valor fue el resultado de una consulta realizada con diferentes proveedores ubicados en las ciudades de Bucaramanga y Bogotá. Cabe resaltar que se tomó el valor promedio del Diagnóstico teniendo en cuenta el nivel de complejidad de las Tarjetas.
- Valor incremento IPC. Este valor fue consultado en la Base de Datos del Banco de la República como el promedio de la variación del IPC en los últimos 10 años. Dicha variable fue utilizada para variar el valor de los costos de los Insumos del Equipo (Tracker), los costos de los elementos de Dotación y el valor promedio del Diagnóstico de una tarjeta electrónica, durante los 5 años que se tomaron como horizonte de análisis del Proyecto.
- Valor incremento SMMLV: Este valor fue consultado en la base de datos del Banco de la República como el promedio del valor de los últimos 16 años. Esta

variable fue utilizada para proyectar la variación de los salarios del personal asignado al laboratorio para cada uno de los años del estudio.

- Aumento Tasa de energía por año: se consultó con un experto este valor. El cual fue utilizado para la variación del valor de la energía anualmente.
- Meses nómina y meses de trabajo: el valor de los meses nómina corresponde a los meses en los cuales la UIS tendría que asumir los costos del personal asociado al laboratorio. Los meses de trabajo se determinaron teniendo en cuenta el periodo laborable de la universidad, el cual comprende 11 meses, debido a un periodo de vacaciones colectivas correspondiente a un mes calendario.
- Factor prestacional: se realizó un análisis sobre los componentes asociados a la seguridad social, riesgos laborales, cesantías y periodo de vacaciones contemplados en la normatividad colombiana con lo cual se halló el factor prestacional correspondiente a los costos asociados al personal del laboratorio.
- Factor de productividad: teniendo en cuenta una búsqueda realizada sobre trabajos de manufactura se determinó que el valor asociado a la productividad de un trabajador es de 80%.
- Impuesto de renta: para Colombia es de 33% para el año 2016.
- Tiempo de depreciación de los equipos: para el equipo de cómputo corresponde a 5 años y para el Tracker a 10 años de acuerdo al PUC.
- Tasa de oportunidad: esta tasa corresponde a la tasa de proyectos utilizada por proyectos de la UIS.
- Horizonte de tiempo del proyecto: de acuerdo a las buenas prácticas utilizadas en la formulación y evaluación de proyectos se asumió un horizonte de tiempo de 5 años,

Tabla 11. Supuestos flujo de caja del proyecto

Descripción	Valor
Valor promedio del Diagnóstico de una tarjeta electrónica en el Mercado	\$80.000,00
Número de Equipos atendidos por el Laboratorio	4

Descripción	Valor
Valor incremento del IPC	4,98%
Valor Incremento SMMLV	6,51%
Aumento Tasa Energía por año	1%
Meses Nómina	12
Meses de trabajo	11
Factor Prestacional	0,62
Factor Productividad	80%
Impuesto de Renta	33%
Tiempo de depreciación Computador	5
Tiempo de depreciación Tracker	10
Tasa de Oportunidad	10%
Horizonte de tiempo del estudio	5 años

Se proyectó un flujo de caja (ver Anexo B) compuesto principalmente por:

- Flujos positivos: Los ingresos asociados a la operación del laboratorio están representados por el ahorro en costos en que incurriría la universidad si en vez de realizar el diagnóstico con un proveedor externo lo hiciera a través del laboratorio. Este valor se calculó como el producto del número de equipos que el laboratorio atendería en el caso más probable (4 equipos diarios) y el valor promedio del diagnóstico en el mercado. Cabe resaltar que el valor promedio de diagnóstico varía en función a la variación del IPC, mientras que el número de equipos atendidos por el laboratorio permanecerá constante, debido a que este depende de la capacidad del tracker y del técnico que lo opera.
- Flujos negativos: Los flujos negativos están comprendidos por los siguientes ítems: Mano de obra, insumos del equipo, servicios públicos y dotación. Se pudo evidenciar que la mano de obra representa la mayor proporción de los costos asociados al funcionamiento del laboratorio, dicho rubro no depende

del número de equipos atendidos por el mismo, ya que se la remuneración el talento humano representa un costo fijo del laboratorio.

- Inversión: la inversión para el montaje del laboratorio está conformada por la adquisición del equipo principal del laboratorio Tracker 2800 s, el computador asociado al funcionamiento del Tracker y utilizado para realizar los informes de diagnóstico, la estación de trabajo, el caudín de estación, el estante metálico, la UPS y el apoyo para las tarjetas electrónicas.

8.3.1 Análisis financiero del flujo de caja. Como resultado de la elaboración del flujo de caja se calcularon 3 indicadores que representan la viabilidad financiera del proyecto:

TIR: 37%

VPN: \$20.075.561,70

Tiempo de recuperación de la Inversión: 3 años

De acuerdo a estos resultados se puede concluir que el proyecto es viable financieramente bajo las condiciones planteadas en el presente proyecto y teniendo en cuenta los supuestos asumidos. Lo anterior con base en que el valor de la TIR es superior a la tasa de oportunidad establecida para los proyectos que se desarrollen dentro de la universidad (10%). Así mismo, el VPN del proyecto equivale a un flujo positivo de \$20.075.561,70, lo cual significa una rentabilidad asociada al montaje y operación del laboratorio. Complementariamente se pudo establecer que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 años, es decir; que el flujo de caja del proyecto a partir de este año correspondería a ganancias netas del laboratorio.

8.4 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Para efectos del presente estudio, y con el objetivo de realizar un análisis más detallado de las variables que impactan el resultado y definen la viabilidad o no del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad que permitió evaluar el proyecto bajo

un escenario pesimista y optimista en relación al escenario más probable, el cual se analizó anteriormente.

Es importante mencionar que bajos los supuestos asumidos en el proyecto, existen dos variables que impactan en una gran proporción los resultados del estudio. La primera está relacionada con los Ingresos y corresponde al número de equipos atendidos por el Laboratorio. La segunda variable está asociada con el costo, y hace referencia a la mano de obra del laboratorio. Sin embargo; debido a la naturaleza de esta variable, no se tuvo en cuenta en el análisis de los diferentes escenarios, ya que esta depende de elementos externos al Laboratorio, definidos por la UIS, como la Tabla Salarial. Lo anterior permite considerar dicha variable como un elemento constante en los tres escenarios, los cuales se detallan en el Anexo B

Escenario Pesimista

Las condiciones asumidas en el escenario pesimista, corresponden al supuesto que el número de tarjetas electrónicas atendidas en promedio por el laboratorio es de 3. Esto puede atribuirse a distintas razones como: la complejidad de las tarjetas, la técnica y efectividad en el uso del Tracker, situaciones de orden social o político que afecten el normal funcionamiento del laboratorio, tiempos muertos del técnico que opera el laboratorio, entre otras.

Bajo esta condición, se identificó que el Valor presente neto del proyecto es de - \$22.979.315,58, la TIR es negativa. Adicionalmente la rentabilidad del proyecto no permite recuperar la inversión en el horizonte de 5 años en el que fue analizado el proyecto. Lo anterior permite concluir que en el escenario pesimista y bajo las condiciones asumidas el proyecto es financieramente no viable.

Es importante mencionar que de acuerdo a la simulación realizada se pudo identificar que a partir del 3 año el Flujo de Caja Neto presenta una disminución de las utilidades, esto debido a que la tasa a la cual varían los ingresos es menor a la tasa con la cual varía la mano de obra (elemento con mayor peso en el costo). Con lo cual se puede concluir que en un escenario a largo plazo el proyecto financieramente no viable.

Escenario Optimista

Las condiciones asumidas en el escenario optimista, corresponden al supuesto que el número de tarjetas electrónicas atendidas en promedio por el laboratorio es de 5. Esto puede atribuirse a distintas razones como: el mejoramiento de la técnica o la complejidad de las tarjetas.

Bajo estos supuestos, se identificó que el Valor presente neto del proyecto es de \$63.130.438,98 y la TIR es de 86%. Adicionalmente el tiempo de recuperación de la inversión se presenta en el año 2, a diferencia del escenario más probable. Con las condiciones presentadas en el escenario optimista es posible inferir que el proyecto es atractivo financieramente para la UIS y que debe existir un proceso de aprendizaje efectivo que permita mejorar la destreza de las personas asignadas al laboratorio con el propósito de aumentar la capacidad del laboratorio, lo cual tendría un gran impacto sobre la rentabilidad de este.

De acuerdo al análisis realizado anteriormente es posible concluir que la capacidad del laboratorio es un elemento crítico que determina la rentabilidad de este, motivo por el cual debe garantizarse un número mínimo de tarjetas electrónicas reparadas al día con el objetivo de asegurar la rentabilidad financiera del laboratorio.

Se hace necesario mencionar que la viabilidad financiera de este tipo de proyectos según la naturaleza jurídica de la UIS está dada por el tiempo de recuperación del proyecto, debido a que no existe el interés de generar utilidades a partir de la gestión del laboratorio, sino de contribuir a la mejora en la calidad del servicio ofrecido a los clientes de la universidad, con el objetivo de fortalecer los procesos misionales de la misma, sin que esto represente un costo que amenace la estabilidad financiera de la institución.

9 CONCLUSIONES

Como resultado del estudio técnico y financiero, y teniendo en cuenta las condiciones y supuestos asumidos en el presente proyecto, es posible concluir que la creación de un laboratorio para el diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas es viable y atractivo para la Universidad Industrial de Santander. Lo anterior dado que el valor de la TIR para el escenario más probable es superior a la tasa de oportunidad establecida para los proyectos que se desarrollen dentro de la universidad (10%), el VPN del proyecto equivale a un flujo positivo de \$20.075.561,70 y el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 años.

En relación a los distintos escenarios bajo los cuales puede verse inmerso el funcionamiento del Laboratorio, se pudo identificar que existen unas condiciones mínimas requeridas para que el proyecto sea atractivo para la Universidad. Dichas condiciones están relacionadas de manera directa con el número de tarjetas que debe atender el Laboratorio diariamente, ya que la disminución en una sola unidad impacta de manera negativa los resultados del proyecto, al punto de no recuperar la inversión utilizada para el montaje del mismo. Es preciso que se genere un proceso de entrenamiento y capacitación al personal que operará el recurso restrictivo de capacidad (Tracker), con el objetivo de asegurar una efectividad mínima de 4 tarjetas por día.

De acuerdo al análisis realizado desde la dimensión financiera, se pudo identificar que en un escenario de largo plazo los costos asociados al funcionamiento del laboratorio serán superiores a los ingresos obtenidos, debido a que la tasa con la cual varían los costos es superior a la tasa con la que varían los ingresos. Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente que el laboratorio evalúe la posibilidad de ampliar su capacidad instalada al alcanzar la madurez en la operación, es decir aproximadamente en el 3 año de operación; de tal forma que los ingresos aumenten en una proporción tal, que permitan mantener un flujo de caja positivo durante un mayor horizonte de tiempo al contemplado en el proyecto.

Debido al aumento evidenciado en la adquisición de equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos en los últimos 10 años en la UIS, en especial por los Laboratorios de las distintas áreas de conocimiento presentes en la Universidad, la creación del Laboratorio de Diagnostico de fallas de tarjetas electrónicas se constituye como una oportunidad de la DMT, para ampliar la gama de servicios ofrecidos a las distintas unidades académicos administrativas. Dicha oportunidad permitiría brindar una mayor continuidad en el funcionamiento de los equipos, contribuyendo con el desarrollo y generación del conocimiento a través de las Labores de Investigación realizadas por dichos Laboratorios.

Debido a que la demanda del laboratorio es superior a la capacidad diseñada contemplada para la realización del presente proyecto, la ampliación en la capacidad instalada del laboratorio no sólo garantizaría un flujo de caja positivo, sino que impactaría favorablemente las necesidades de las distintas unidades académico administrativas en relación a la disponibilidad de los equipos necesarios para el desarrollo de sus funciones, por ejemplo, al disminuir la cantidad de equipos dados de baja debido a la falta de Mantenimiento oportuno, lo cual contribuiría a la mejora de los procesos misionales de la Universidad.

10 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el alcance del presente proyecto sería pertinente realizar un estudio más detallado en relación a las condiciones de mercado que definen los ingresos proyectados del Laboratorio. Elementos como la variación del valor del Diagnóstico de fallas de tarjetas electrónicas en función de la complejidad, tamaño y tecnología propia de las tarjetas. Adicionalmente es necesario realizar una identificación y análisis de los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la UIS con el objetivo de clasificarlos de acuerdo al nivel de complejidad técnica y tecnológica de la tarjeta electrónica. Lo anterior con el objetivo de tener mayor confiabilidad sobre los equipos que serían recibidos por el laboratorio, y determinar los ingresos proyectados por el Laboratorio con un menor nivel de incertidumbre.

Uno de los elementos identificados en el proyecto, está relacionado con la disminución en el número de solicitudes de mantenimiento preventivo recibidas en la DMT, frente al aumento en el número de solicitudes de mantenimiento correctivo. De manera adicional, se pudo evidenciar un crecimiento en el número de bajas de equipos eléctricos y electrónicos durante los últimos años, lo cual puede ser una consecuencia de la disminución de los mantenimientos preventivos. La creación del laboratorio bajo las condiciones asumidas en el presente proyecto impacta de manera directa el proceso el proceso relacionado con el mantenimiento correctivo de los equipos, al establecer de manera precisa la causante del deterioro, sin embargo; sería interesante realizar un análisis a un mayor nivel de detalle, en el cual se contemple la posibilidad de destinar una parte de los esfuerzos del laboratorio al monitoreo y control de este tipo de activos. Lo anterior podría contribuir de manera directa a la prolongación de la vida útil de este tipo de activos, y por ende; a la productividad de la Universidad misma.

BIBLIOGRAFÍA

ABI ELECTRONICS. Cómo probar componentes y tarjetas PCB' s con la técnica V-I (Video). [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CXcirOitDFU>

BUENO, Ever y VERA, Carlos. Modelo gerencial para la división de mantenimiento tecnológico basado en confiabilidad. Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento. 2010. [online] Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7696/2/133334.pdf>

DUFFUAA, Salih; RAOUF, A.; CAMPBELL, John Dixon. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. Limusa Wiley, 2000. 419 p.

ELECTROSOFT INGENIERIA. Conceptos y terminología utilizada en circuitos impresos. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: <http://www.pcb.electrosoft.cl/04-articulos-circuitos-impresos-desarrollo-sistemas/01-conceptos-circuitos-impresos/conceptos-circuitos-impresos-pcb.html>

MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas de servicios o industriales. Medellín: AMG.2005. 306 p.

PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL 2008-2018. Análisis interno. Dimensión académica. [online] [citado: 2 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf> página 35

Plan de desarrollo institucional 2008-2018. Análisis interno. Dimensión académica. [online] [citado: 3 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf> página 36

PRUEBA DE TARJETAS ELECTRONICAS CON EL EQUIPO HUNTRON TRACKER 2800 Y 2800S. [online] [citado: 5 de Julio de 2016] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=IOKRepjLk_4

Universidad Industrial de Santander. Estructura organizacional de la Universidad Industrial de Santander. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/estructuraOrganizacional.html> >

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Funciones de la Vicerrectoría administrativa. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. Disponible en:

<<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/vicerrectoriaAdministrativa/funciones.html>>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Misión y Visión de la División de Mantenimiento Tecnológico. [En línea] .[citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. Disponible en <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>>

Universidad Industrial de Santander. Plan de desarrollo Institucional 2008-2018. Misión. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] 10 p. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf>>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Presentación de la Vicerrectoría Administrativa. [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Página web institucional. [Citado: 4 de Octubre de 2015] Disponible en <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/vicerrectoriaAdministrativa/presentacion.jsp>>

Universidad Industrial de Santander. Presentación del Parque Tecnológico Guatiguará. [online] [citado: 3 de Julio de 2016] Disponible en <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara/>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento de mantenimiento correctivo. 2015 [En línea]. [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en <<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/recursos%20tecnologicos/PROCEDIMIENTOS/PRT.01.pdf>>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento para la emisión de conceptos técnicos de baja de equipos. [En línea] [citado: 4 de Julio de 2016] Disponible en <<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/recursos%20tecnologicos/PROCEDIMIENTOS/PRT.04.pdf>>