

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC) SEDE GUATIGUARÁ BASADO EN
EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

JUVENAL FABIAN BAYONA MATEUS

**UNIVERSIDA INDUTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC) SEDE GUATIGUARÁ BASADO EN
EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

JUVENAL FABIAN BAYONA MATEUS

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDA INDUTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A dios por darme las tranquilidad, fortaleza y sabiduría en los momentos de angustia.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Mecánica por la oportunidad de formarme como hombre de ciencia y mejorarme como ser humano.

Al ingeniero Jabid Eduardo Quiroga y al Dr. Darío Peña Ballesteros, por sus consejos y por la confianza brindada para con este trabajo.

A la División de Mantenimiento Tecnológico y al Grupo de Investigación en Corrosión, por su colaboración incondicional

A todos los amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación integral.

A mis familiares, los cuales fueron de infinita inspiración para culminar este proyecto de manera satisfactoria.

DEDICATORIA

Hoy agradezco

*A mi querida Madre por ser mi motor
y por su apoyo incondicional en este camino,
además de sus sacrificios e infinita protección.*

*A mi padre por estar a mi lado
en cada momento de angustia.*

*Hoy exalto a mis dos hermanos y mi hermana
quienes son mi corazón de lucha.*

*A mis Tíos
por su incondicional amistad y compañía.*

*A Diana por estar a mi lado
y hacer de mí una mejor persona cada día.*

*Hoy presento a todos mis amigos
como el complemento perfecto.*

*Hoy más que nunca me
enorgullezco de mi familia.*

*Siempre estaré agradecido
y en deuda con Dios...*

FABIAN BAYONA

GLOSARIO

MANTENIMIENTO: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias y equipos puedan seguir funcionando adecuadamente.

FALLA: Defecto que imposibilita o merma la funcionalidad

CRITERIO: Norma para conocer la verdad.

CRÍTICO: Dicho del tiempo, de un punto, de una ocasión más oportunos que requiere atenderse o aprovecharse.

AUTONOMÍA: Condición de quien, para ciertas cosas, no depende de nadie.

PROBABILIDAD: Proceso aleatorio, razón entre el número de cosas favorables y el número de casos posibles.

FLEXIBLE: Que no se sujeta a normas estrictas, a dogmas o trabas.

CONTENIDO

PAG

INTRODUCCIÓN	19
1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC)	20
1.1 RESEÑA HISTORICA GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN...	20
1.2 PRINCIPIOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN	21
1.2.1 Misión.....	21
1.2.2 Visión	21
1.2.3 Objetivos	22
1.2.4 Equipo de Trabajo.....	22
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL, SERVICIOS Y CAPACIDADES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN.....	22
1.3.1 Servicios.	23
1.3.2 Capacidades del Grupo de Investigación en Corrosión.	23
1.4 LINEAS DE INVESTIGACIÓN.	24
1.5 PROYECTOS DESARROLLADOS.....	24
1.6 VINCULOS Y CONVENIOS PARA LA TRANSFERENCIA DE LA TECNOLOGIA	29
1.7 MANTENIMIENTO ACTUAL EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC).....	29

2 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UIS	30
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	30
2.2 PRINCIPIOS DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO ...	31
2.2.1 Misión.....	31
2.2.2 Visión.	32
2.2.3 Objetivos de la División de Mantenimiento Tecnológico.	32
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES .	33
2.3.1 Funciones de la División de Mantenimiento Tecnológico.....	34
2.3.2 Portafolio de Servicios.	35
2.3.3 Proceso de Solicitud de Servicio.....	36
2.3.4 Flujo de la Solicitud de Servicio	36
3 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	37
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	37
3.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	38
3.2.1 Objetivo General.....	38
3.2.2 Objetivos Específicos.....	38
4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	39
4.1 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	40
4.2 MODELO DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGO	41

5	MANTENIMIENTO ACUAL EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN	44
5.1	PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO	45
5.1.1	Apoyo Informático	45
5.1.2	Documentación Técnica	45
5.2	DIAGNOSTICO DE CONDICION DE EQUIPOS	45
5.2.1	Estado de los Equipos	46
5.3	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO	47
5.3.1	Falencias Encontradas	47
5.4	SISTEMA DE MANTENIMIENTO	48
5.5	CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO	49
5.5.1	Mantenimiento de Conservación	50
5.5.2	Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo	52
5.5.3	Planeación del Mantenimiento Preventivo	54
6	METODOLOGÍA DE DESARROLLO	54
6.1	DISTIBUCION DEL LABORATORIO POR ZONAS	56
6.2	INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS	59
6.2.1	Inventario de los equipos por Zonas	59
6.2.2	Codificación de los equipos por zonas	60
6.3	ANALISIS DE CRITICIDAD	64
6.3.1	Desarrollo del Análisis de Criticidad	65
6.3.2	Parámetros con los Cuales fue Evaluado Cada Factor del Estudio	65
6.3.3	Ejemplo Análisis de Criticidad equipo A2-AUTTP-02	70
6.4	EQUIPOS CRITICOS DEL GRUPO DE INVESTIGAS EN CORROSIÓN	73

6.5	DESCRIPCIÓN Y PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL GIC.	73
6.5.1	CABINA DE EXTRACCIÓN DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACIÓN.	74
6.5.2	CAMARA DE SEGURIDAD BIOLOGICA.....	75
6.5.3	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	77
6.5.4	MICROSCOPIO ÓPTICO	78
6.5.5	AUTOCLAVE	79
6.5.6	HORNO CARBOLITE CON REACTOR ROTATORIO.....	80
6.5.7	EQUIPO EROSION CORROSION POR CHORRO DE IMPACTO.....	81
6.5.8	MICROCORTADORA EMD.....	82
6.5.9	MAQUINA PIN ON DISK.....	84
6.5.10	TRIBOMETRO CORROSIÓN DESGASTE.....	85
7	CONCLUSIONES	88
8	RECOMENDACIONES	90
9	BIBLIOGRAFIA	91
	ANEXOS	93

LISTA DE FIGURAS

PAG

Figura 1. Estructura Organizacional Laboratorios UIS.....	23
Figura 2. Fenómeno Físicoquímico Biomateriales	25
Figura 3. Nano estructuras	26
Figura 4. Recubrimientos Anódicos sobre Aleaciones.....	26
Figura 5. Sistema Multifásico.....	27
Figura 6. Evaluación de integridad.....	27
Figura 7. Regeneración Ósea.....	28
Figura 8. Estructura de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS	33
Figura 9. Matriz General de Criticidad	42
Figura 10. Curva de la bañera.	46
Figura 11. Distribución espacial del laboratorio por zonas.....	57
Figura 12. Esquema de codificación.	61
Figura 13. Esquema de análisis de factores ponderados	65
Figura 14. Imagen Equipo A2-AUTTP-02	70
Figura 15. Determinación del nivel de criticidad del equipo A2-AUTTP-02.....	71
Figura 16 Reflexión.....	73
Figura 17. Cabina de extracción de gases.....	74
Figura 18. Cámara de seguridad biológica	76
Figura 19. Aire acondicionado tipo minisplit.....	77
Figura 20. Microscopio Óptico	78
Figura 21. Autoclave	79
Figura 22. Horno Carbolite.....	80
Figura 23. Equipo erosión corrosión por chorro de impacto.	81
Figura 24. Microcortadora isomet 1000	83

Figura 25. Maquina Pin on Disk.....84
Figura 26. Equipo Corrosión-Desgaste.....86

LISTA DE TABLAS

PAG

Tabla 1. Ítems factores ponderados.....	41
Tabla 2. Tipos de mantenimiento.....	50
Tabla 3. Servicio prestado y zonas	56
Tabla 4. Inventario de equipos por zona.....	59
Tabla 5. Inventario de equipos codificados y marca	62
Tabla 6. Hoja de registro de equipos.	66
Tabla 7. Rediseño factor impacto operacional.....	67
Tabla 8. Resultados análisis factores de cada equipo	68
Tabla 9. Resultados del nivel de criticidad de los equipos.....	72
Tabla 10. Equipos críticos a analizar del Grupo de Investigación en Corrosión. ...	73
Tabla 11. Partes susceptibles a falla y frecuencia del mantenimiento para el equipo A2-CABEG-01.....	75
Tabla 12. Partes susceptibles a falla y frecuencia del mantenimiento para el equipo B1-CAMSB-01.....	76
Tabla 13. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo B2-AACMS-02.....	77
Tabla 14. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo B2-MICOP-02.....	78
Tabla 15. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo C1-AUTTP-01.....	79
Tabla 16. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo E-HORCA-01.....	81

Tabla 17. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-EQUEC-01.....	82
Tabla 18. Problemas, posibles causas y soluciones de las fallas del equipo F-MICCO-01.	83
Tabla 19. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-MICCO-01.....	84
Tabla 20. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-MAQOD-01.	85
Tabla 21. Problemas, posibles causas y soluciones de las fallas del equipo F-TRICD-O1.....	86
Tabla 22. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-TRICD-01.....	87

LISTA DE ANEXOS

PAG

ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN.....	94
ANEXO B. HOJA DE CALCULO NIVEL DE CRITICIDAD	104
ANEXO C. HOJA DE VIDA EQUIPOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN.....	105
ANEXO D. HOJA CONTROL USO DEL EQUIPO	106
ANEXO E. FICHA REPARACIONES GRUPO DE INVESTIGACION EN CORROSIÓN.....	107
ANEXO F. HOJA CONTROL DE PIEZAS REPARADAS O CAMBIADAS.....	108
ANEXO G. FORMATORA PARA LA RECEPCIÓN DE LLAMADAS MANTENIMIENTO CORRECTIVO FRT.14.	109
ANEXO H. FORMATO DE CONTROL DE REPARACIÓN DE EQUIPOS NO REPORTADOS AL SIMAT FRT.03.....	110
ANEXO I. MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN.....	111

RESUMEN

TITULO:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC) SEDE GUATIGUARÁ BASADO EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD^{–i}

AUTOR:

Juvenal Fabian Bayona Mateus^{**}

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento Preventivo, Programa de Mantenimiento, Grupo de Investigación en Corrosión, factores Ponderados, Análisis de Criticidad.

DESCRIPCION:

Viendo la necesidad de estar en la vanguardia se ve la necesidad de establecer cuáles son los equipos críticos de una planta para mejorar la calidad de los productos y de la vida útil de cada equipo.

El objetivo general del trabajo de grado es diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN, basado en el análisis de criticidad de los equipos y estudio de los mismos, aplicando los diferentes métodos educativos y conocimientos adquiridos en la formación como estudiante.

El desarrollo del proyecto se dividió en varias etapas que se presentaron de la siguiente forma: Identificación del laboratorio, su organización, sus objetivos y formas de trabajo. Reconocimiento, sectorización, inventario, diagnóstico y codificación de los equipos del laboratorio. Recopilación de información de los equipos y desarrollo de entrevistas al personal técnico para la elaboración del análisis de criticidad de los equipos del laboratorio.

Elaboración del manual de mantenimiento preventivo de los equipos críticos; basado en las recomendaciones hechas por los catálogos, el personal de la División de Mantenimiento Tecnológico y del Grupo de Investigación en Corrosión.

De esta forma se renueva el protocolo de mantenimiento de los equipos del GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN, involucrando al personal del laboratorio en el trabajo de la prevención de fallas y el mejoramiento de los servicios de los equipos.

^{–i} Trabajo de Grado

^{**} Facultad de ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ

ABSTRACT

TITLE:

PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR THE CORROSION RESEARCH GROUP (GIC) HEADQUARTERS GUATIGUARA BASED ON THE ANALYSIS OF CRITICALITY*

AUTHOR:

Juvenal Fabian Bayona Mateus**

KEY WORDS:

Preventive Maintenance, Maintenance Program, Corrosion Research Group, Weighted Factors, Criticality Analysis.

DESCRIPTION:

Seeing the need to be in the forefront is the need to establish what the critical plant equipment are to improve product quality and shelf life of each team.

The main objective of the thesis is to design a preventive maintenance plan for equipment critical CORROSION RESEARCH GROUP, based on the analysis of criticality of equipment and study them, applying different teaching methods and knowledge acquired in training as a student.

The development of the project was divided into several stages that were presented as follow: Identification of the laboratory, its organization, objectives and ways of working. Recognition, sectorization, inventory, diagnosis and coding laboratory equipment. Gathering of information of equipment and development of interviews with technical personnel for the production of laboratory equipment criticality analysis

Preparation of manual preventive maintenance of critical equipment; based on the recommendations made by the catalogs, staff of the Division of Maintenance Technology and the Corrosion Research Group.

This will renew the maintenance protocol teams CORROSION RESEARCH GROUP, involving the laboratory personnel on the work of the prevention of failures and the improvement of services of the teams.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ.

INTRODUCCIÓN

Cada día se ve reflejada la necesidad de mejorar los estándares de calidad en las diversas disciplinas de la ciencia, para ello se requieren equipos con mayor precisión y eficiencia, con los cuales competir en el medio, estos equipos exigen un riguroso programa de mantenimiento que les garantice alcanzar las metas de producción, ya que cualquier fallo provoca pérdidas económicas y de tiempo.

El presente proyecto tiene como objetivo la planificación de los procesos referidos al mantenimiento de los equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión, cuya actividad principal es la prestación de servicios de investigación y la solución de problemas en corrosión en los sectores productivos; para cumplir con este propósito se diseñó un plan de mantenimiento preventivo que permita determinar las actividades del mantenimiento a realizarse a los equipos críticos y de esta forma garantizar una alta disponibilidad de estos equipos.

La criticidad de los equipos se aborda desde la perspectiva de estado, importancia, costo del mantenimiento, cálculos de los riesgos y del número de fallas de cada equipo.

Se espera que con la implementación del mantenimiento preventivo a los equipos críticos, se forme una cultura en el Grupo de Investigación en Corrosión y se extienda a todos los equipos que este contiene, con el fin de reducir las fallas de los equipos y estos se mantengan en óptimas condiciones para prestar adecuadamente sus servicios.

1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC)

1.1 RESEÑA HISTORICA GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN

Las actividades de corrosión tanto en los campos de docencia e investigación y desarrollo tecnológico como en los de servicios a la industria, se iniciaron en la Universidad Industrial de Santander en 1972, por medio de programas de capacitación y asesoría a la industria nacional a través de las Escuelas de Ingeniería Química e Ingeniería Metalúrgica.

Esta importante, pero aún incipiente, actividad universitaria continuó con el desarrollo de trabajos de grado a nivel de pregrado y tesis de maestría a nivel de posgrado, de igual manera, con la ejecución de trabajos de investigación y desarrollo patrocinados por entidades nacionales e internacionales.

La experiencia adquirida por el grupo de profesores con conocimientos en Corrosión, muy posiblemente estos docentes fueron de los primeros especialistas que formó el país en este campo, llevó a la Universidad a la creación en 1986 del Centro de Investigaciones en Corrosión.

Posteriormente el grupo de investigadores gestó la organización de la Corporación para la Investigación de la Corrosión CIC, la cual inicio actividades en el año 1994.

Esta última inició así una vida independiente aunque asociada a la Universidad. Posteriormente, ante la urgencia de prioridades de orden académico investigativo

surgidas en la Universidad, el grupo de docentes investigadores de la Universidad pasó a conformar en 1996, lo que hoy se conoce como el Grupo de Investigaciones en Corrosión GIC. Actualmente se encuentra ubicado:

Km. 2 vía El Refugio. Sede UIS – Guatiguará, Piedecuesta (Santander).
Teléfono: 6550800 Ext. 4019.
E-mail: icorros@uis.edu.co

1.2 PRINCIPIOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN

1.2.1 Misión.

El Grupo de Investigaciones en Corrosión propende por el fortalecimiento de la investigación y control de la corrosión por medio de la formación de profesionales e investigadores, asesorías al sector productivo y asimilación de tecnologías.

1.2.2 Visión

La visión del Grupo de Investigación en Corrosión es contribuir a la solución de problemas en corrosión en los sectores productivos, liderando la investigación tanto académica como aplicada en el control y la prevención de daños ocasionados por el deterioro de materiales, mediante la aplicación de tecnología, programas, técnicas y convenios que permitan cumplir con éxito las asesorías y consultas de la industria y de la comunidad en general, contando para ello con un personal altamente calificado. Para el próximo quinquenio el Grupo de Investigaciones en Corrosión de la Universidad Industrial de Santander será reconocido nacional e internacionalmente por la calidad científica de sus investigaciones en las líneas de corrosión que desarrolla actualmente.

1.2.3 Objetivos

- Realizar investigación y desarrollo sobre problemas de corrosión importantes para los sectores productivos y la comunidad en general.
- Contribuir al esfuerzo de formación a nivel de pregrado, especialización, maestría y doctorado en el área de la corrosión en las diversas escuelas de la Universidad Industrial de Santander y de otras universidades de Colombia.

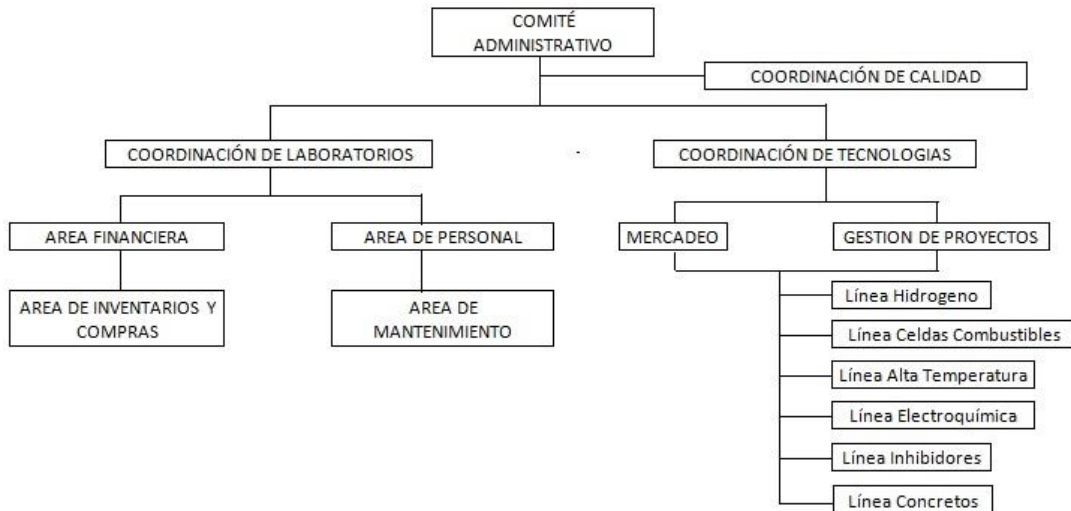
1.2.4 Equipo de Trabajo

- ✓ No. Ph.D: 4
 - ◆ Profesor Dario Yesid Peña B.
 - ◆ Profesor Dionisio Laverde C.
 - ◆ Profesora Sandra García V.
 - ◆ Profesora Angela M. Montaña
- ✓ No. Magísteres: 3
 - ◆ Profesor Iván Uribe P.
 - ◆ Profesor Custodio Vásquez Q.
- ✓ No. Estudiantes de Doctorado: 3
- ✓ No. Estudiantes de Maestría: 11
- ✓ No. Estudiantes de Pregrado: 45

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL, SERVICIOS Y CAPACIDADES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN.

En la figura 1 se muestra la estructura organizacional para los laboratorios de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 1. Estructura Organizacional Laboratorios UIS



Fuente: Grupo Investigación en Corrosión.

1.3.1 Servicios.

- Diagnóstico de corrosión interior y exterior en tuberías.
- Diagnóstico de la corrosión en el refuerzo en estructuras de concreto.
- Diagnóstico del deterioro de materiales sometidos a corrosión-fricción-desgaste.
- Evaluación de materiales sometidos a corrosión bajo esfuerzos.
- Evaluación de la corrosión en materiales a alta temperatura.
- Evaluación de la corrosión en sistemas multifásicos.
- Evaluación de la corrosión en sistemas acuosos.

1.3.2 Capacidades del Grupo de Investigación en Corrosión.

El Grupo de Investigación está en la capacidad de:

- Realizar investigación y desarrollo sobre problemas de corrosión importantes para los sectores productivos y la comunidad en general.
- Hacer aportes al avance del conocimiento de la corrosión del País.
- Contribuir al esfuerzo de formación a nivel de pregrado, maestría, doctorado en el área de la corrosión en las diferentes escuelas de la Universidad Industrial de Santander.
- Ofrecer y prestar asistencia a la industria y a la comunidad en forma de asesoría y consultoría altamente calificados, de cursos, conferencias, consultoría y servicios.

1.4 LINEAS DE INVESTIGACIÓN.

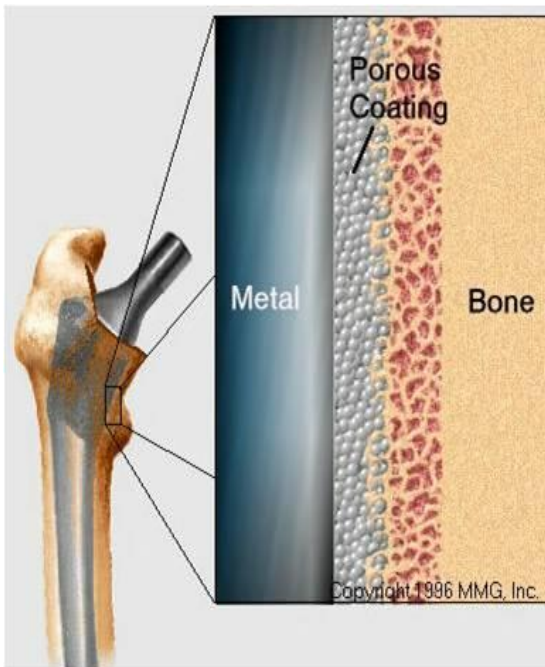
- Corrosión a alta temperatura.
- Corrosión-erosión-desgaste
- Fenómenos fisicoquímicos superficiales en biomateriales.
- Control de la corrosión por recubrimientos.
- Control de la corrosión en sistemas multifásicos.
- Evaluación de integridad.
- Control de la corrosión en hormigón armado, estructuras enterradas y sumergidas.
- Hidrogeno en materiales.
- Tribología.
- Inhibidores y procesos electroquímicos.

1.5 PROYECTOS DESARROLLADOS.

- ◆ **FENÓMENOS FISICOQUÍMICOS EN BIOMATERIALES**

- ◆ Desarrollo de recubrimientos anodizados y bioactivos mediante métodos electroquímicos, sobre materiales usados en cirugía traumática. COLCIENCIAS-GIC UIS-GTS UIS- UIS-Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayaguez- QUIRÚRGICOS ESPECIALIZADOS S.A. 2006-2008
- ◆ Desarrollo de soportes y películas de PLGA/biocerámico sobre Ti6Al4V para regeneración ósea como productos de innovación tecnológica de la Empresa Quirúrgicos Especializados S.A. COLCIENCIAS-GIC UIS- Quirúrgicos Especializados S.A. 2008-2011

Figura 2. Fenómeno Físicoquímico Biomateriales

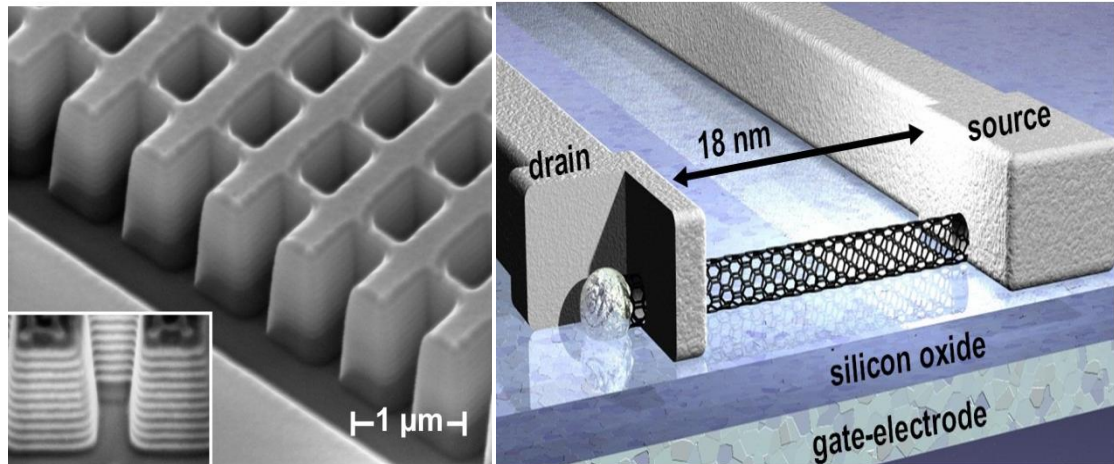


Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

- ◆ Desarrollo y evaluación del patronamiento de nanoestructuras para regeneración ósea sobre materiales oseointegrables como producto de

innovación tecnológica de la empresa Quirúrgicos Especializados S.A.
Colciencias-GIC UIS-Quirúrgicos Especializados S.A. Enero 2012

Figura 3. Nano estructuras



Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

- ◆ Desarrollo de recubrimientos anódicos sobre una aleación Al-Cu para su potencial aplicación biomédica VIE-UIS, Mayo 2012

Figura 4. Recubrimientos Anódicos sobre Aleaciones



Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

➤ **CONTROL DE LA CORROSIÓN EN SISTEMAS MULTIFÁSICOS**

- ◆ Modelado de los mecanismos de daño que se presentan durante el procesamiento de crudos de oportunidad. Colciencias-GIC UIS-Ecopetrol ICP Mayo 2012

Figura 5. Sistema Multifásico.



Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

➤ **EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD**

- ◆ Gerenciamiento de la integridad estructural del campo Escuela Colorado. VIE- GIC UIS-Campo Escuela Colorado Mayo 2012

Figura 6. Evaluación de integridad.



Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

- **DESARROLLO DE SOPORTES Y PELÍCULAS DE PLGA/BIOCERÁMICO SOBRE Ti6Al4V PARA REGENERACIÓN ÓSEA COMO PRODUCTOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA EMPRESA QUIRÚRGICOS ESPECIALIZADOS S.A.**

♣ Código: 1102-403-20771 CONTRATO 055-2008

Figura 7. Regeneración Ósea



Fuente: Grupo de Investigación en corrosión.

1.6 VINCULOS Y CONVENIOS PARA LA TRANSFERENCIA DE LA TECNOLOGIA

- Laboratorio UFRJ-Coppe Brasil.
- Laboratorio de electroquímica UFRJ-Coppe Brasil.
- Acuerdo de cooperación GIC_ECOPETROL_ICP.
- Convenio Universidad de Manchester UMIST Centro de Corrosión.
- Convenio Universidad de Mayaguez.
- Convenio de cooperación con CENIM-España.
- Representante por Colombia en la Red Iberoamericana para el ciclo de materiales que operan a temperatura elevada.

1.7 MANTENIMIENTO ACTUAL EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN (GIC)

El grupo de Investigación en Corrosión no tiene establecido ningún tipo de mantenimiento programado, el mantenimiento no es tenido en cuenta en los equipos. El mantenimiento actual de los equipos del laboratorio es correctivo se realiza cuando se presenta la falla. El mantenimiento es realizado por personal externo a la Universidad Industrial de Santander.

Como el Grupo de Investigación en Corrosión es una división de la UIS se espera que la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS se encargue del mantenimiento futuro de los equipos del laboratorio, con el fin de prolongar la vida útil de estos equipos. Además se espera una mejor relación entre los diferentes departamentos para que cada departamento obtenga los debidos beneficios de este proyecto, el costo del mantenimiento sea menor y que además el mantenimiento de los equipos sea controlado por personal calificado.

2 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UIS

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

La División de Mantenimiento Tecnológico comienza sus labores en Septiembre de 1972 como Sección de Materiales y Equipos adscrita al Departamento de Servicios Generales; con el fin de reparar y reconstruir los equipos y maquinaria de las dependencias de la Universidad. Entre los años de 1973 y 1974 mediante un programa del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, ingresa una gran cantidad de equipos a la Universidad procedentes de la República Democrática de Alemania, coordinado la Sección de Materiales y Equipos, pero se presenta la necesidad de ampliar el campo de sus funciones y servicios y con la llegada del Plan de Desarrollo UIS-BID se hace tales requerimientos aún más complejas por lo que se debe reestructurar la Sección, además se comienza a conceptuar técnicamente la adquisición de nuevos equipos; y posteriormente cambia su nombre por el de Centro de Laboratorios y Equipos dependiendo de la División de Servicios Universitarios en el año de 1975.

En 1980 cambia de nombre nuevamente por el de Sección de Mantenimiento y Montaje de Equipos con las mismas funciones adscrita a la División de Servicios Universitarios. En 1990, la Sección de Mantenimiento y Montajes de Equipos quedó como dependencia de la División de Servicios Generales realizando las mismas actividades técnicas y administrativas.

Después en 1994 cambia de nuevo el nombre quedando como División de Mantenimiento Tecnológico, dependiendo de la Vicerrectoría Administrativa con

nuevas funciones en cuanto a la responsabilidad sobre la Planta telefónica digital y su nuevo personal de soporte hasta el momento. Actualmente la División de Mantenimiento Tecnológico cumple con las funciones de mantenimiento y conservación de la mayoría de equipos y máquinas de los laboratorios y la asesoría técnica de compra de equipos. Actualmente se encuentra ubicada:

Edificio de Ingeniería Mecánica Of. 101
Teléfono directo: 6346139
Extensiones: 2440-2444-2410-2835
Fax: 6344000 - 6346139 Ext. 2418
E-mail: divmnt@uis.edu.co

2.2 PRINCIPIOS DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

2.2.1 Misión.

La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad en los procesos de adquisición de equipos, instalación, operación y mantenimiento preventivo y reparativo, a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos.

Para el logro de su Misión, la División de Mantenimiento Tecnológico pone a disposición de la comunidad universitaria todos sus recursos disponibles, Humanos, técnicos y equipos, para que en concordancia con las políticas institucionales, y contando con el concurso de todas las dependencias, pueda desarrollar todos sus programas. En la búsqueda permanente de la excelencia en la prestación de los servicios y por una apertura constante hacia la plena utilización de los recursos con que cuenta la Universidad, dispone para estudiantes, profesores y empleados, la información técnica relacionada con

equipos y proveedores de servicios, manteniéndola cada día debidamente catalogada y clasificada.

2.2.2 Visión.

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

En el 2018 la División de Mantenimiento Tecnológico se consolidará como una Unidad Administrativa Líder y participativa a nivel institucional en la prestación de servicios de mantenimiento tecnológico en las áreas de mecánica, óptica, eléctrica, electrónica, refrigeración, telecomunicaciones y en el área de metrología en lo que corresponde a los servicios de verificación y calibración de equipos en los laboratorios tecnológicos especializados que sirven de apoyo a la comunidad universitaria y a la comunidad en general.

2.2.3 Objetivos de la División de Mantenimiento Tecnológico.

- Mejorar la confiabilidad de los equipos de las dependencias de docencia, investigación, postgrados, proyectos y administrativas de la Universidad, conservándolos dentro de un adecuado nivel técnico de instalación,

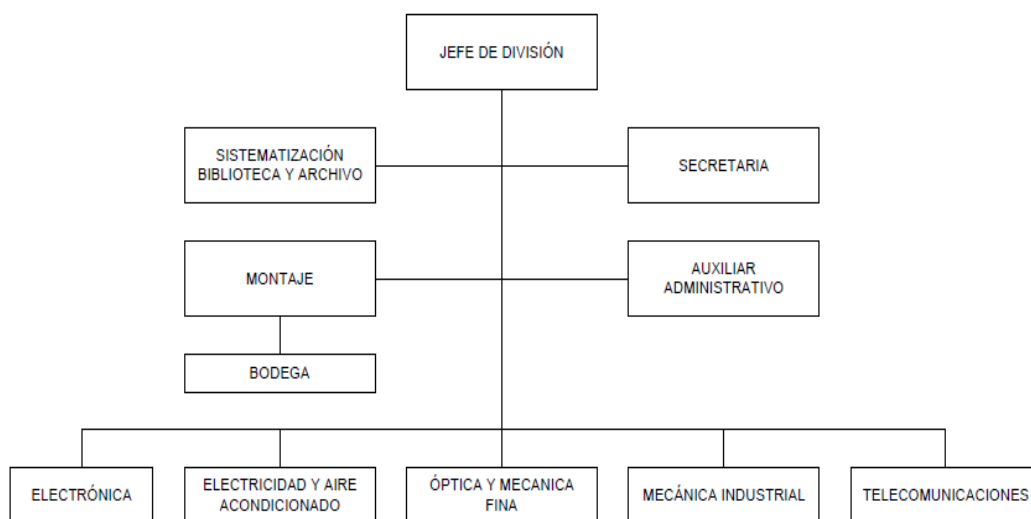
mantenimiento preventivo y correctivo, para obtener de ellos el mayor grado de aprovechamiento.

- Complementar la información requerida para la adquisición de equipos, instrumentos, accesorios y repuestos y proporcionar los servicios necesarios para la instalación e instrucción a los usuarios de la información técnica correspondiente.
- Suministrar la información pertinente para el desarrollo de políticas de reposición y recuperación de equipos. Mantener en condiciones óptimas de funcionamiento la Central Telefónica Digital y las redes telefónicas de la Institución. Asesorar e intervenir en obras y proyectos que involucren equipos de soporte y apoyo a la docencia y la administración de la Universidad.

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Adscrita a la Vicerrectoría Administrativa, es la encargada de gestionar la reconstrucción, reparación y conservación adecuada de los equipos y maquinaria de los laboratorios y demás dependencias de servicio y apoyo de la Universidad; igualmente recibir, instalar y controlar el uso de los equipos y conceptuar técnicamente sobre nuevas adquisiciones. En la figura 8 se aprecia estructura actual de la División de Mantenimiento Tecnológico.

Figura 8. Estructura de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS



Fuente: División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS

2.3.1 Funciones de la División de Mantenimiento Tecnológico.

Son funciones de la División Tecnológica de Mantenimiento:

- ✓ Mantener el mejoramiento continuo en la calidad y confiabilidad de los servicios.
- ✓ Gestionar con calidad los procesos y procedimientos técnicos y administrativos.
- ✓ Desarrollar y fortalecer competencias específicas en la gestión del talento humano del personal de la división.
- ✓ Velar por el cumplimiento de las normas de salud ocupacional, seguridad industrial y manejo ambiental.
- ✓ Facilitar el cumplimiento de los objetivos de la División de Mantenimiento.
- ✓ Mantener un control sobre las actividades propias del mantenimiento.
- ✓ Promover una participación de todas las demás dependencias de la Universidad.
- ✓ Promover una participación de todo el personal de la División de Mantenimiento en la planeación, la organización y el control de la gestión del mantenimiento.

- ✓ Obtener resultados orientados hacia una gestión óptima.

2.3.2 Portafolio de Servicios.

- ✓ **Electrónica.** Mantenimiento preventivo y correctivo de instrumental electrónico, equipo de cómputo, instrumental analítico, equipo audiovisual, equipo electro médico, e instrumentos para control de procesos.
- ✓ **Electricidad.** Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas centrales de aire acondicionado mini-Split, aires acondicionados de ventana, extractores de aire, equipos de calefacción, equipos de refrigeración, motores y ventiladores, centrífugas y ultracentrífugas, y equipo eléctrico en general.
- ✓ **Óptica y Mecánica Fina.** Mantenimiento Preventivo y Correctivo de microscopios de Investigación, microscopios de docencia, equipos de artes gráficas, equipos de proyección, balanzas analíticas, electrónicas y de plato y maquinado de piezas pequeñas.
- ✓ **Mecánica Industrial.** Mantenimiento preventivo y correctivo de compresores de aire. Calderas, equipos de cocina a gas, equipos de cocina a vapor, reconstrucción de mecanismos, maquinado de piezas para equipo electromecánico, autoclaves, elaboración de probetas para ensayos y equipo mecánico en general.
- ✓ **Telecomunicaciones.** Mantenimiento de la Central Telefónica Digital y subcentrales, mantenimiento de la red telefónica, Programación y asignación de extensiones internas, instalación de líneas directas y extensiones, servicio de correo de voz, programaciones especiales en extensiones internas y líneas externas.
- ✓ **Montaje de Equipos e Instalaciones.** Puestas a tierra, montaje de controles eléctricos y electrónicos, adecuación de servicios eléctricos y generales para montaje de equipos, diseño de controles eléctricos,

préstamo de herramienta pesada, recibo y entrega de equipos en reparación, almacenaje de equipos para baja.

✓ **Metrología.**

- Temperatura. Servicio de verificación y calibración de equipos para medición de Temperatura, se cuenta con Medidores Digitales de Temperatura y Termocuplas con certificado de calibración y personal Técnico Certificado para la realización de actividades en la variable Temperatura.
- Medición de Peso y Balanzas. Servicio de Verificación y Calibración de Balanzas y Medidores de Peso. Se cuenta con juego de Pesas Certificado categoría E2 y Personal Técnico con pasantía certificada en el área de Masas y Balanzas.

2.3.3 Proceso de Solicitud de Servicio.

La División de Mantenimiento Tecnológico emplea para la gestión del mantenimiento el programa **SIMAT versión 1.0**, este programa está basado en entorno sistema operativo DOS. Permite a los usuarios generar las solicitudes de servicio para que sean atendidas por la División de Mantenimiento Tecnológico, actualmente la herramienta es usada para realizar solicitud de servicios a la División de Mantenimiento Tecnológico por parte de las Unidades Académicas Administrativa.

2.3.4 Flujo de la Solicitud de Servicio.

Actualmente existen tres formas en las cuales los usuarios pueden hacer solicitudes de servicio:

- ✓ A través del software de mantenimiento SIMAT.
- ✓ Documento escrito, por este medio tenemos dos modalidades:

- Carta con solicitud de servicio. Se usa formato FRT 03, Ver Anexo H.
- Memorando Interno. Se usa formato FRT 03, Ver Anexo H.
- ✓ Llamada telefónica. Se usa formato FRT 01, Ver Anexo G.

Las solicitudes de servicios son tomadas por el jefe de la División de Mantenimiento Tecnológico y convertidas a órdenes de trabajo para ser atendidas a la mayor prontitud.

Estas solicitudes de servicio son entregadas a los técnicos en un formato de solicitud de servicio para llevar a cabo la reparación y/o mantenimiento requerido.

3 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Grupo de Investigación de Corrosión (GIC) presenta la ausencia de un que le permita realizar de forma correcta el procedimiento de mantenimiento en sus equipos, debido a que el mantenimiento que se efectúa actualmente en el laboratorio es de tipo correctivo y este no establece ningún registro del mantenimiento a la hora de ser realizado, actualmente en el laboratorio el mantenimiento se basa en un proceso verbal y/o escrito con entidades fuera de la universidad.

De acuerdo al tipo de procedimiento realizado en los equipos estos no presentan una debida hoja de vida lo que dificulta el trabajo de la División de Mantenimiento Tecnológico, por lo cual para un mejor tipo de mantenimiento es ideal tener un debido estudio y registro de cada equipo y en base a esto tener una debida hoja

de vida y en base a esta poder tomar la mejor decisión sobre las próximas inversiones y programas de operación y mantenimiento de cada equipo del Grupo de Investigación de Corrosión.

Por ello existe la necesidad de analizar esta información de manera detallada y obtener conclusiones que contribuyan en los propósitos de la División de Mantenimiento Tecnológico y mantener el mejoramiento continuo en la calidad, confiabilidad de servicios y control sobre las actividades propias de la gestión de mantenimiento orientadas hacia una gestión óptima.

3.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.2.1 Objetivo General

Fortalecer las relaciones entre la Escuela de Ingeniería Mecánica, el Grupo de Investigación de Corrosión (GIC) y de la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander a través del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en énfasis en la criticidad de equipos del Grupo de Investigación de Corrosión de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, garantizando la debida formación de profesionales.

3.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el censo y adaptación de un sistema de inventario de los equipos del Grupo de Investigación de Corrosión de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas en el cual se tendrá en cuenta:
 - ✦ Codificación de los equipos con los que cuenta el Grupo de Investigación en Corrosión.

- ✦ Establecer los diferentes equipos por sectores en el laboratorio para obtener un mejor manejo de información.
- ✓ Recopilación de la información técnica y desarrollo del diagnóstico del estado actual de los equipos.
- ✓ Realizar el análisis de criticidad de los equipos del laboratorio basándose en el método de los factores ponderados y a partir de este determinar en qué fase del ciclo de vida se encuentran los diferentes equipos del Grupo de Investigación de Corrosión.
- ✓ Proponer un plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos críticos que se determinen en el análisis de criticidad basado en los resultados de las anteriores herramientas.
- ✓ Elaborar el manual de mantenimiento preventivo de los equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión.

4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en el Grupo de Investigación en Corrosión pretende mejorar la organización del mantenimiento, haciendo posible la planeación y la ejecución de las actividades para garantizar la operación eficiente y segura de los equipos con el fin de prevenir fallas imprevistas que afecten los objetivos del laboratorio.

Para tal fin, se realizó en primer lugar un reconocimiento de las instalaciones del Grupo de Investigación en Corrosión, realizando la distribución del laboratorio en

zonas, el inventario, la debida codificación lo cual permitió establecer la cantidad y la clase de equipos con que cuenta el laboratorio.

Se definieron los equipos críticos del laboratorio; equipos sobre los cuales está enfocado éste trabajo, a los cuales se les implemento el programa de mantenimiento preventivo; se determinó el estado en que se encontraba cada equipo, identificando las fallas y causas más frecuentes que ocasionan los paros imprevistos, con lo cual se desarrolló el plan de mantenimiento que permite evitar cada uno de estos imprevistos, seguidamente se determinó las labores oportunas a realizar que permitan evitar cada imprevisto. Luego se realizó un estudio de los sistemas que componen cada uno de los equipos y con base en los manuales de los fabricantes, la documentación técnica y la experiencia recogida por parte del personal de mantenimiento de los equipos, se procedió a elaborar el manual de mantenimiento preventivo de cada equipo. Se elaboraron los formatos que permiten ejecutar y controlar las actividades programadas para los equipos.

4.1 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que nos permite identificar los equipos sobre los cuales vale la pena dirigir los recursos (humanos, económicos y técnicos). El análisis nos permite identificar los eventos indeseables, en el contexto de la confiabilidad operacional, la cual permitirá cumplir con el propósito y función que se espera del equipo.

La definición del término crítico puede tener diversas interpretaciones y estas dependen del objetivo a tratar. Desde este punto de vista podemos contar con diversas herramientas de criticidad, las cuales pueden depender de las oportunidades y de las necesidades de la organización:

- ✓ Impacto operacional
- ✓ Frecuencia de fallas
- ✓ Flexibilidad operacional
- ✓ Impacto en la seguridad
- ✓ Costo mantenimiento
- ✓ Disponibilidad de repuestos
- ✓ Efecto en la calidad del producto
- ✓ Condiciones de operación

4.2 MODELO DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGO

Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa “The Wood House Partner Ship Limited”. El cual es un método sencillo y practico el cual se soporta en el concepto de riesgo: **frecuencia de fallas x consecuencias.**

$$Criticidad_{Total} = Frecuencia \times Consecuencia \text{ de fallas}$$

$$Frecuencia = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado}$$

$$Consecuencia = (Flexibilidad \times Impacto Operacional) + Costos del Mtto + SAH$$

SAH = Impacto de la Seguridad-Ambiente-Higiene

Mtto = Mantenimiento

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión de riesgo se representan en la tabla 1

Tabla 1. Ítems factores ponderados

Frecuencia de fallas		Flexibilidad operacional	
Pobre mayor a 2 fallas	4	No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Promedio 1-2 fallas	3	Hay opción de repuesto compartido	2
Buena 0.5-1 fallas	2	Función de repuesto disponible	1
Excelente menor a 0.5 fallas	1		

Impacto operacional		Impacto en seguridad ambiente (SAH)	
Perdida de todo despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	Afecta al ambiente/instalaciones	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños	1
Costo de mantenimiento			
Mayor o igual a \$ 350000	2		
Inferior a \$ 350000	1		

Fuente: Fotocopias-Diapositivas clase mantenimiento primer semestre 2012 (Profesor Blas Tapias)

Estos factores serán evaluados en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional de los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión de la Universidad Industrial de Santander. Se debe tener en cuenta la distribución del laboratorio para identificar los equipos críticos en cada una de las zonas del laboratorio.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se tomaran los valores totales individuales de cada uno de los factores principales frecuencia-consecuencias y estos serán ubicados en la matriz de criticidad (eje X valores de consecuencias; eje Y valores de frecuencia).

Figura 9. Matriz General de Criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: Fotocopias-diapositivas clase mantenimiento primer semestre 2012 (Profesor Blas Tapias).

- ◆ Área sistema No críticos (NC)
- ◆ Área de sistema de Media Criticidad (MC)
- ◆ Área de sistema Critico (C)

Un análisis de criticidad a este nivel nos permite obtener una mejor claridad del panorama y reduce las tensiones que pudieran producirse por medio del consenso que conlleva este estudio. Durante el análisis los equipos se evaluarán de acuerdo a su Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad.

➤ **Ejemplo del modelo de criticidad por factores ponderados**

Como ejemplo ilustrativo del método presenta a continuación un cálculo realizado para el análisis de criticidad:

Tomando como valores:

- ◆ Frecuencia de fallas: 4

- ◆ Impacto operacional: 10
- ◆ Flexibilidad operacional: 2
- ◆ Impacto en SHA: 7
- ◆ Costo Mtto: 2

Sustituyendo los valores seleccionados obtenemos:

$$\begin{aligned} \textit{Consecuencia} &= (\textit{Flexibilidad} \times \textit{Impacto Operacional}) + \textit{Costos del Mtto} + \textit{SAH} \\ &= 2 * 10 + 2 + 7 = 29 \end{aligned}$$

$$\textit{Frecuencia} = \textit{Rango de fallas en un tiempo determinado} = 4$$

$$\textit{Criticidad}_{\textit{Total}} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia de fallas} = 29 * 4 = 116$$

Luego ubicamos los valores obtenidos en la figura 3, frecuencia = 4 (eje Y) y consecuencia = 29 (eje X) con el propósito de obtener la categoría de criticidad correspondiente al equipo evaluado. Como ejemplo se obtiene que el equipo está evaluado como crítico.

5 MANTENIMIENTO ACUAL EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN

El mantenimiento actual de los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión se caracteriza principalmente por ser correctivo y por no manejar estadísticas por lo cual puede afectar significativamente el análisis de las muestras si se presenta una falla imprevista. Lo cual conlleva a un gasto de tiempo y dinero no planeados.

Por lo mencionado anteriormente es de suma importancia realizar un estudio con el cual obtener los equipos críticos del laboratorio e implementar un plan de mantenimiento en estos equipos.

5.1 PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

En el laboratorio no existe un plan de mantenimiento definido, la mayor de las acciones son correctivas. En algunos de los equipos se presenta mantenimiento por predicción del operario, el cual no queda registrado.

5.1.1 Apoyo Informático

No se maneja ningún tipo de ayuda informática, ni programas especializados, además no manejan base de datos con respecto a el mantenimiento de los equipos.

5.1.2 Documentación Técnica

La información técnica de los equipos como del mantenimiento se encuentra dispersa o se carece de ella, lo cual no permite la solución de problemas simples, lo cual se ve reflejado en una pérdida de tiempo, además de un bajo control en las labores del mantenimiento.

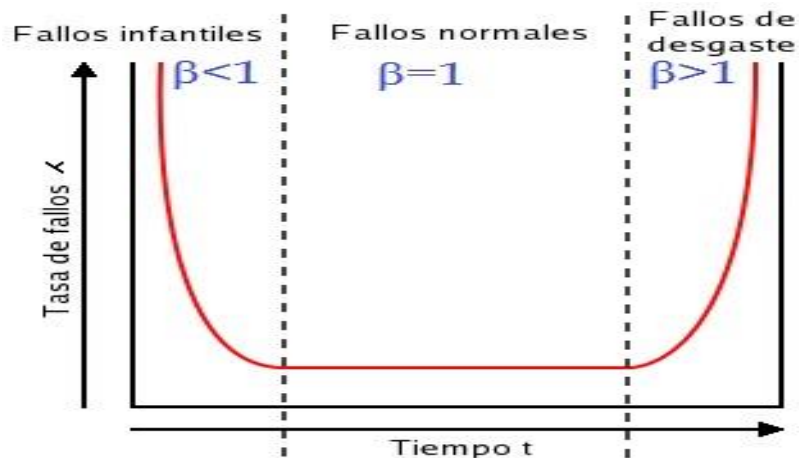
5.2 DIAGNOSTICO DE CONDICION DE EQUIPOS

En el laboratorio no se ha realizado un estudio que determine el estado de los equipos ni de sus componentes.

5.2.1 Estado de los Equipos

Como el laboratorio no contiene un estudio del diagnóstico de la condición de los equipos, en este proyecto se realizara el análisis basándose en los tiempos de vida de sus componentes soportado por el análisis de la distribución de Weibull la cual nos permite definir la curva de la bañera.

Figura 10. Curva de la bañera.



Fuente: Fotocopias-diapositivas clase mantenimiento primer semestre 2012 (Profesor Blas Tapias).

La fórmula Weibull permite definir la curva para cada una de las tres etapas las cuales son:

- **Fallos Iniciales (fallos infantiles):** esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que desciende rápidamente con el tiempo. Estos fallos pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado.
- **Fallos Normales:** etapa con una tasa de errores menor y constante. Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.
- **Fallos de Desgaste:** etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

El estado de los equipos en general es bueno se encuentran en la etapa de fallos normales, pero para evitar fallas imprevistas este se puede mejorar. En el análisis se determinó que el equipo **extractor de aire** se encuentra en la etapa de fallos de desgaste por lo cual este será dado de baja en el inventario.

Los estudiantes y personal del laboratorio están pendientes de los equipos que están a su disposición pero se evidencia que ellos no están debidamente capacitados para realizar un buen mantenimiento en los equipos por lo cual se pueden agravar las fallas.

5.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO

Actualmente el Grupo de Investigación en Corrosión no cuenta con un sistema de administración que incluya la planeación, programación y ejecución de las actividades del mantenimiento. El mantenimiento realizado en los equipos es efectuado por los estudiantes el cual consiste en la limpieza de los equipos al terminar cada práctica realizada considerando las observaciones del director del grupo de investigación.

5.3.1 Falencias Encontradas

- ✦ Fundamentalmente el mantenimiento se encamina hacia lo correctivo, sin ningún tipo de gestión, sin ordenes de trabajo que ayuden a controlar y evaluar el comportamiento de los equipos y de los costos del mantenimiento.

- ◆ El mantenimiento realizado está enfocado a la experiencia del Director del Grupo de Investigación y es realizado por inspección visual o por comunicación verbal del usuario del equipo.
- ◆ La información técnica de los equipos está dispersa y en ocasiones se carece de ella, trayendo como consecuencia demoras a la hora de la solución de los problemas que presentan los equipos.
- ◆ No se presentan actividades de diagnóstico y evaluación del estado de los equipos, donde se identifiquen las condiciones de operación y su influencia dentro del proceso de análisis de muestras, lo cual indica que no se cuenta con una base para generar un programa de mantenimiento estructurado que evite las paradas de los equipos por fallas, lo cual genera sobrecostos en el mantenimiento, retrasos en su atención y el desconocimiento del verdadero origen del problema.
- ◆ No se posee registros sobre los costos por mano de obra, materiales y tiempo que involucra una parada de un equipo.
- ◆ El mantenimiento preventivo se constituye como el primer paso para optimizar los procesos de mantenimiento, lo cual permitirá elevar la vida útil, rendimiento, disponibilidad y confiabilidad de los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión, por lo cual prestara sus servicios con un alto nivel de calidad.

5.4 SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Al inicio del desarrollo industrial las tareas de mantenimiento se limitaban en realizar reparaciones y cambios de piezas luego de que estas fallaran.

Actualmente existe una gran variedad de sistemas para afrontar las necesidades del mantenimiento de equipos no solo centradas en la corrección de fallas, estas también pueden actuar antes de la aparición de las fallas.

Para lograr el sistema más conveniente se debe considerar el tipo de bien a conservar, la política empresarial respecto al mantenimiento, la organización del mantenimiento, la capacidad del personal y del taller además del costo del servicio y de las posibilidades de aplicación.

5.5 CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de acciones mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene, o se restablece a un estado en el cual este pueda llevar a cabo alguna función requerida. Es un factor en el cual se ve reflejada la calidad de los productos el cual se puede ver como una estrategia competitiva. El mantenimiento se encuentra ligado con la existencia de las maquinas, la vida útil de una maquina implica la necesidad del mantenimiento.

Mantener se ve como una utilidad, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto nivel de productividad y competencia. El mantener un equipo nos proporciona un retraso en las inversiones en nuevos equipos al prolongar la vida útil de los equipos actuales, sin descartar la utilización de las tecnologías más eficientes y rentables.

Mantener es realizar actividades como la limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparación y mejoras que permitan conservar el potencial de un equipo sin afectar su calidad de producción.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo los beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

Tabla 2. Tipos de mantenimiento

MANTENIMIENTO		
DE CONSERVACION	CORRECTIVO	INMEDIATO
		DIFERIDO
	PREVENTIVO	PROGRAMADO
		PREDICTIVO
		DE OPORTUNIDAD
DE ACTUALIZACION		

Fuente: Autor de proyecto

5.5.1 Mantenimiento de Conservación

Este tipo de mantenimiento es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, el clima o por agentes externos.

➤ **Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento se realiza después de haber ocurrido una falla o avería.

✓ **Mantenimiento Correctivo Inmediato** Es el mantenimiento realizado inmediatamente después de percibir la avería, este se realiza con los medios disponibles.

✓ **Mantenimiento Correctivo Diferido** En este mantenimiento se realiza un paro en la instalación o en el equipo para posteriormente realizar la reparación, solicitando lo medios adecuados para cumplir con dicha actividad.

➤ **Mantenimiento Preventivo**

En este tipo de mantenimiento se ejecutan inspecciones periódicas programadas sobre los equipos, con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de los elementos que puedan ocasionar paros en la producción o deterioros graves en los equipos e instalaciones. En este mantenimiento se realizan ajustes o reparaciones mientras las fallas potenciales estén en un estado inicial.

✓ **Mantenimiento Programado** Se realiza efectuando revisiones basándose en el tiempo de uso del activo, kilometraje, o por acciones contables como las repeticiones.

✓ **Mantenimiento Predictivo** Este mantenimiento se realiza efectuando las intervenciones, prediciendo el momento en que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

✓ **Mantenimiento de Oportunidad** Mantenimiento que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

➤ **Mantenimiento de actualización**

Mantenimiento que se basa en el propósito de compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

5.5.2 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

Este proyecto se basa en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en el Grupo de Investigación en Corrosión por lo cual es necesario profundizar en este tipo de mantenimiento y conocer sus ventajas y desventajas a la hora de ejecutarlo.

➤ Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- ✓ Evitar averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas.
- ✓ Aprovecha realizar las reparaciones en el momento más oportuno tanto para la producción como para el mantenimiento.
- ✓ Disminuye el trabajo de mantenimiento, optimizando la cuadrilla de reparación.
- ✓ Disminuye la frecuencia de paros.
- ✓ Disminuye del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- ✓ Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- ✓ Menor número de productos rechazados, menos desperdicio, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- ✓ Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de vida probable.
- ✓ Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- ✓ Mejor control de trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- ✓ Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- ✓ Mejores relaciones industriales porque los trabajadores de producción no sufren pérdidas de unificaciones por los pasos imprevistos.
- ✓ Menor costo de seguros y mayor seguridad para los trabajadores y la planta.

- ✓ Menor costo de producción.

➤ **Desventajas del Mantenimiento Preventivos**

- ✓ **Costo en inventario.** Los costos son previsibles, permite un mejor control de la gestión de repuestos, aunque el costo de inventario sigue siendo alto.
- ✓ **Mantenimiento no efectuado.** Si no se realiza una tarea de mantenimiento prevista, se alteran los periodos de intervención y se producirán traumatismos en la prestación del servicio.
- ✓ **Cambios innecesarios.** Para aumentar la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia, podría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. Entre otros casos, al realizar algún trabajo sobre el equipo, se observa la necesidad de reemplazar piezas menores, cuyo costo no es representativo, con el fin de prolongar la vida del conjunto, esto puede incurrir en el remplazo o cambio prematuro de partes.
- ✓ **Problemas iniciales de operación.** Al desarmar y montar piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, en este momento se pueden presentar diferencias en la estabilidad e irregularidades en la operación. Esta situación se presenta si las piezas no se encuentran en el ajuste recomendado por mala instalación o por piezas no adecuadas y sin las especificaciones exigidas, en ocasiones se presenta por la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, esta situación se puede dar si durante el armado se modificaron las posiciones de las piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotatorias.

5.5.3 Planeación del Mantenimiento Preventivo

Para realizar una planeación adecuada de las acciones que involucra que el mantenimiento preventivo se debe:

- ◆ Definir las partes o elementos que serán objeto de este tipo de mantenimiento.
- ◆ Establecer los periodos de tiempo y los trabajos a realizar.
- ◆ Agrupar los trabajos en una época para efectuar las intervenciones programadas.
- ◆ Determinar los costos que presenta la implementación de este plan de mantenimiento.
- ◆ Los trabajos a realizar dentro de un plan de mantenimiento preventivo incluyen:
 - **Inspecciones periódicas:** donde se adelantan las acciones de lubricación, limpieza, arranque y parada de equipos, chequeo de protecciones y salvaguardar el diagnostico de elementos fundamentales para la operación de equipos e instalaciones.
 - **Sustitución sistemática:** recambio de partes cada cierto periodo de tiempo.
 - Como complemento se encuentran las acciones eléctricas que requieran los equipos para su funcionamiento óptimo.

6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para desarrollar la metodología del plan de mantenimiento se realizó la distribución del laboratorio por zonas, se inventario los equipos de cada zona y se codifico los equipos de las distintas zonas, lo cual permitió establecer la cantidad y

clase de equipos con que cuenta el Grupo de Investigación en Corrosión para poder desarrollar las fichas técnicas de los equipos críticos y tener una rápida consulta de los datos técnicos de estos equipos.

Se identificaron los equipos críticos del laboratorio a los cuales se les implemento el programa de mantenimiento preventivo, comenzando por definir el estado en que se encuentra cada uno de estos equipos; encontrando las diferentes fallas y sus causas más frecuentes que ocasionan los paros imprevistos, con el fin de determinar las labores oportunas de mantenimiento que eviten cada uno de estos estados inadecuados.

Luego se desarrolló un estudio detallado de los componentes de cada uno de estos equipos, como el sistema eléctrico, mecánico, hidráulico y en base a las recomendaciones planteadas en los manuales de los fabricantes, la documentación técnica, la experiencia recogida por parte del director del laboratorio, el personal de mantenimiento de la División de Mantenimiento Tecnológico y el estudio realizado de la literatura correspondiente al mantenimiento de equipos. Se procedió a elaborar el programa de mantenimiento preventivo de los equipos.

El programa de mantenimiento preventivo está basado en la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas, ordenes de trabajo que incluyen procedimientos detallados, ajustes o reparaciones de los equipos críticos.

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutaran a los equipos críticos en forma planificada y programada, con el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paros inoportunos de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los mismos.

La planeación y uso de materiales en el programa de mantenimiento preventivo de los equipos críticos consta de un registro detallado, en el cual están incluidos los repuestos, el tiempo empleado en la ejecución del mantenimiento, con el fin de contar con indicadores que permitan evaluar la buena marcha del programa y hacer las debidas correcciones para obtener un mejor funcionamiento del mismo.

Finalmente se llevó a cabo la implementación del programa de mantenimiento preventivo en su etapa inicial, programando las actividades de mantenimiento preventivo, llevando un control sobre estas para su cumplimiento y registrando todas las actividades ejecutadas.

6.1 DISTIBUCION DEL LABORATORIO POR ZONAS

Se ve la necesidad de distribuir el laboratorio en zonas pequeñas para tener un mejor control de los equipos ya que de esta forma se conoce mejor con que equipos cuenta el laboratorio y su ubicación específica. Además este sistema de distribución facilita la codificación de los equipos lo cual es una ventaja para la realización del inventario y la debida codificación de los equipos.

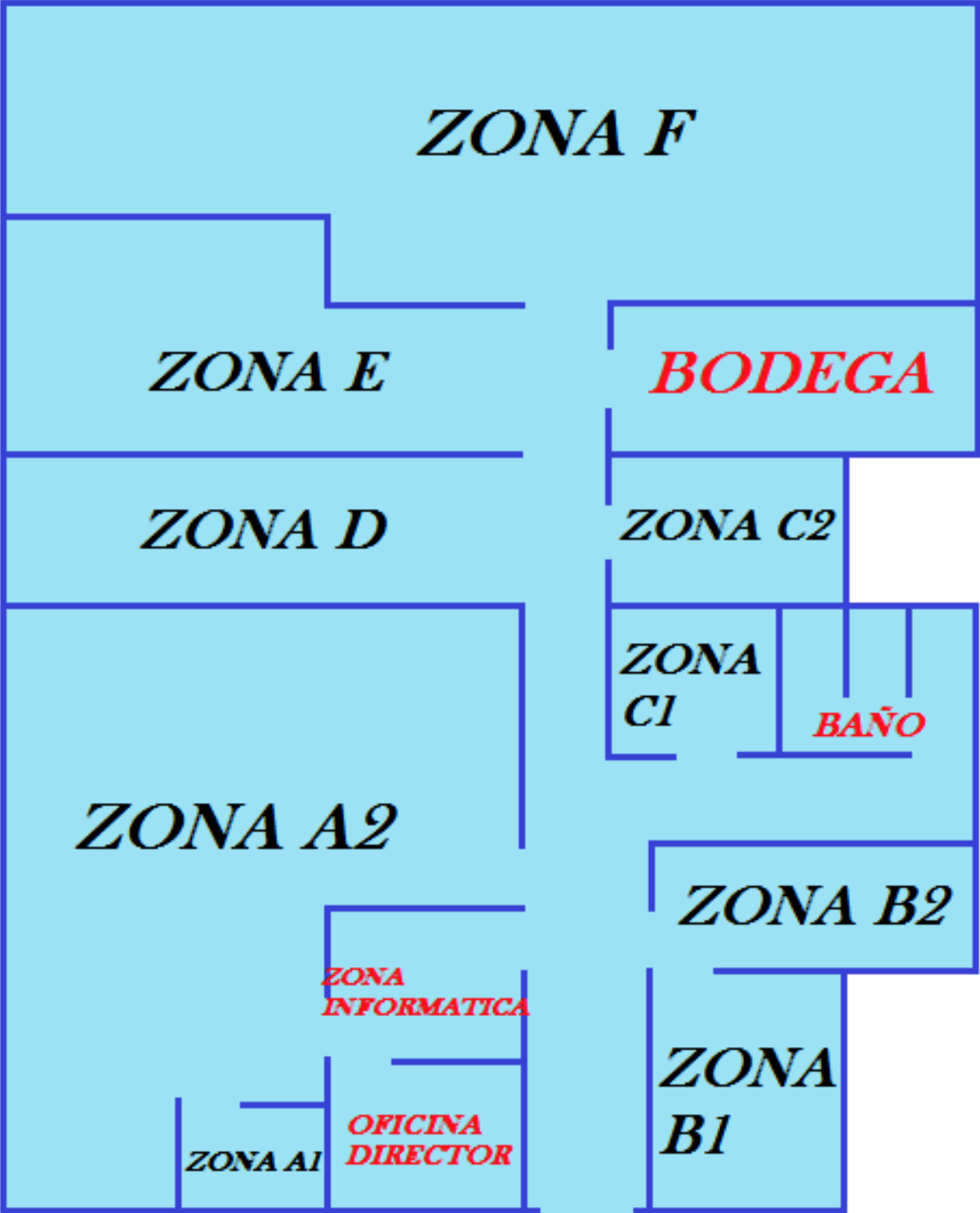
Tabla 3. Servicio prestado y zonas

	TIPO DE SERVICIO PRESTADO POR EL LABORATORIO	ZONA
1	BALANZAS	A1
2	ELECTROQUIMICA	A2
3	BIOTECNOLOGIA	B1
4	MICROSCOPIA	B2
5	AUTOCLAVE	A1
6	AUTOCLAVE	A2
7	REACTIVOS	D

8	ALTA TEMPERATURA	E
9	TRIBOLOGIA Y SECM	F
10	OFICINAS	
11	INFORMATICA	
12	BODEGA	
13	BAÑOS	

Fuente: Autor de proyecto

Figura 11. Distribución espacial del laboratorio por zonas



Fuente: Autor de proyecto

6.2 INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

Antes de realizar la codificación es necesario realizar un inventario de los equipos, no se trata de incluir todo el laboratorio hasta el más mínimo elemento, se debe encontrar el equilibrio práctico de detalle de gestión.

6.2.1 Inventario de los equipos por Zonas

Tabla 4. Inventario de equipos por zona

N	EQUIPO	ZONA	N	EQUIPO	ZONA
1	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA	A1	33	AGITADOR MECANICO	C1
2	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA	A1	34	AUTOCLAVE	C1
3	BALANZA ELECTRONICA DIGITAL	A1	35	AUTOCLAVE ALTA TEMPERATURA Y PRESION	C2
4	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	A2	36	LOOP PARA CORROSION EN FLUIDOS MULTIFASICOS	D
5	AGITADOR MECANICO	A2	37	BOMBA	D
6	AGITADOR MAGNETICO	A2	38	BOMBA VACIO	E
7	AGITADOR MAGNETICO	A2	39	BOMBA VACIO	E
8	BAÑO TERMOSTATO CON RECIRCULACION	A2	40	EXTRACTOR DE AIRE	E
9	BAÑO ULTRASONICO	A2	41	HORNO CARBOLITE	E
10	CABINA DE EXTRACCION DE GASES	A2	42	HORNO CARBOLITE 1200°C	E
11	CABINA DE EXTRACCION DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACION	A2	43	HORNO CELDA PARA CORROSION ALTA TEMPERATURA	E
12	ESPECTOFOTOMETRO	A2	44	HORNO ELECTRICO	E
13	ESTUFA-HORNO	A2	45	HORNO PARA ENSAYOS DE CORROSION POR SALES	E
14	FUENTE	A2	46	HORNO TUBULAR	E
15	FUENTE DE PODER DE 325 W	A2	47	HORNO TUBULAR	E
16	FUENTE DE PODER DE 500 V	A2	48	PRENSA MOLDEADORA	E
17	FUENTE PROGRAMABLE	A2	49	NEVERA 287 LITROS	E

N	EQUIPO	ZONA	N	EQUIPO	ZONA
18	OXILOGRAFIA	A2	50	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	F
19	PH METRO ELECTRONICO DIGITAL	A2	51	AUTOCLAVE DE OLLA ELECTRICA	F
20	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITACION MAGNETICA	A2	52	EQUIPO EROSION CORROSION POR CHORRO DE IMPACTO	F
21	POTENCIOSTATO	A2	53	MAQUINA DE CILINDROS CRUZADOS	F
22	POTENCIOSTATO	A2	54	MAQUINA PIN ON DISK	F
23	TALADRO INDUSTRIAL 1/2"	A2	55	MANTA CALENTAMIENTO	F
24	TALADRO T1 MICRO MOTOR	A2	56	MANTA CALENTAMIENTO	F
25	CAMARA DE SEGURIDAD BIOLOGICA	B1	57	MANTA CALENTAMIENTO	F
26	CENTRIFUGADOR	B1	58	MANTA CALENTAMIENTO	F
27	INCUBADORA DE CO2	B1	59	MICROSCOPIO DE BARRIDO ELECTROQUIMICO	F
28	NEVERA 257 LITROS	B1	60	MICROCORTADORA EMD	F
29	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	B2	61	POTENCIOSTATO	F
30	MICROSCOPIO BX51	B2	62	PULIDORA DE DOBLE PLATO	F
31	MICROSCOPIO OPTICO	B2	63	ROTOEVAPORADOR DIGITAL CON CONTROL DE VACIO	F
32	MICROSCOPIO TRINOCULAR	B2	64	TRIBOMETRO CORROSION DESGASTE	F

Fuente: Autor de proyecto

6.2.2 Codificación de los equipos por zonas

Para realizar la codificación de los equipos es necesario determinar una denominación para cada uno de los equipos, cuando se determina la nomenclatura, se realiza la codificación de los equipos, identificando la zona en donde se encuentra, caracterizándolos con letras que identifiquen su nombre y tipo de equipo, la secuencia con números según la cantidad de equipos de igual especie.

Es importante diferenciar entre equipo y componente, definiendo el componente como un elemento que cumple una función técnica específica indispensable.

El código está especificado de la siguiente manera:

Figura 12. Esquema de codificación.



Fuente: Autor del proyecto

WW: Corresponde a la zona en que pertenece el equipo. Puede ser una letra o una letra y un número (A ó A1) dependiendo de la zona en que se encuentre este elemento y el número de divisiones que contenga la zona.

XXX: Corresponde a las tres primeras letras del nombre del equipo (balanza - BAL)

YY: Corresponde a las dos primeras letras de la segunda palabra del nombre del equipo; si el nombre del equipo contiene tres palabras estos espacios serán conformados por la primera letra del segundo nombre, seguida de la primera letra del tercer nombre del equipo. (Agitador mecánico – YY serán ocupadas por ME; Tribómetro corrosión desgaste – YY serán ocupadas por CD).

ZZ: Corresponde al número de unidades que contiene el laboratorio, conteo comienza desde la zona A1. Si en el laboratorio se tienen dos balanzas en la zona A1 y en la zona A2 contiene una balanza esta adoptará el número 03.

NOTA: Si el nombre del equipo está conformado por una sola palabra las casillas XXX-YY serán conformadas por las cinco primeras letras del nombre del equipo (Osciloscopio – XXX-YY serán ocupadas por OSCIL).

Este sistema de códigos debe ser referenciado en cada equipo del laboratorio para garantizar su control. Este es el inventario de equipos disponible en el laboratorio:

Tabla 5. Inventario de equipos codificados y marca

N	EQUIPO	ZONA	CODIGO	NUMERO INVENTARIO	MARCA EQUIPO
1	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA	A1	A1-BALEA-01	62067	SARTORIUS
2	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA	A1	A1-BALEA-02	29769	METTLER
3	BALANZA ELECTRONICA DIGITAL	A1	A1-BALED-03	29770	METTLER
4	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	A2	A2-AACMS-01	66472	YORK
5	AGITADOR MECANICO	A2	A2-AGIME-01	29902	JANKE-KUNKEL
6	AGITADOR MAGNETICO	A2	A2-PLACM-01	29901	FRAMO
7	AGITADOR MAGNETICO	A2	A2-AGIMA-02	100658	IKA
8	BAÑO TERMOSTATO CON RECIRCULACION	A2	A2-BAÑTE-01	56402	HUBER
9	BAÑO ULTRASONICO	A2	A2-BAÑUL-02	66014	ELMA
10	CABINA DE EXTRACCION DE GASES	A2	A2-CABEG-01	104029	ESCO
11	CABINA DE EXTRACCION DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACION	A2	A2-CABEG-02	50045	C4
12	ESPECTOFOTOMETRO	A2	A2-ESPFO-01	54831	ODYSSEY
13	ESTUFA-HORNO	A2	A2-ESTHO-01	29900	BINDER
14	FUENTE DE PODER DE 325 W	A2	A2-FUEPO-02	71472	ELECTRONIC
15	FUENTE PROGRAMABLE	A2	A2-FUEPR-04	86497	MCP
16	OSCILOSCOPIO	A2	A2-OSCIL-01	56431	FLUKE
17	OSCILOSCOPIO PORTATIL	A2	A2-OSCPO-02	88881	FLUKE
18	PH METRO ELECTRONICO DIGITAL	A2	A2-PHMED-01	82726	METROHM
19	PH METRO PORTATIL	A2	A2-PHMPO-02	91257	SCHOTT
20	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITACION MAGNETICA	A2	A2-PLACM-02	55096	SCHOTT
21	POTENCIOSTATO	A2	A2-POTEN-01	88506	GILL ACM
22	POTENCIOSTATO	A2	A2-POTEN-02	87916	GAMRY
23	TALADRO INDUSTRIAL 1/2"	A2	A2-TALIN-01	63066	PERLES
24	TALADRO T1 MICRO MOTOR	A2	A2-TALMM-02	70265	PROXXON

N	EQUIPO	ZONA	CODIGO	NUMERO INVENTARIO	MARCA EQUIPO
25	CAMARA DE SEGURIDAD BIOLOGICA	B1	B1-CAMSB-01	91506	ESCO
26	CENTRIFUGADOR	B1	B1-CENTRI-01	91507	HETTICH
27	INCUBADORA DE CO2	B1	B1-INCUB-01	89727	CELL STAND
28	NEVERA 257 LITROS	B1	B1-NEVBI-01	92452	ELECTROLUX
29	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	B2	B2-AACMS-02	66474	YORK
30	MICROSCOPIO BX51	B2	B2-MICBX-01	94751	OLYMPUS
31	MICROSCOPIO OPTICO	B2	B2-MICOP-02	87172	OLYMPUS
32	MICROSCOPIO TRINOCULAR	B2	B2-MICTR-03	94201	OPTIKA ITA
33	AGITADOR MECANICO	C1	C1-AGIME-03	NO REGISTRA	SIEMENS
34	AUTOCLAVE	C1	C1-AUTTP-01	53726	PARR
35	AUTOCLAVE ALTA TEMPERATURA Y PRESION	C2	C2-AUTTP-02	NUEVO	PARR
36	LOOP PARA CORROSION EN FLUIDOS MULTIFASICOS	D	D-LOOMF-01	54939	UIS
37	BOMBA	D	D-BOMBA-01	57514	BALDOR
38	BOMBA VACIO	E	E-BOMVA-02	30711	ABM
39	BOMBA VACIO	E	E-BOMVA-03		FRANCOLO
40	EXTRACTOR DE AIRE	E	E-EXTAI-01	55092	
41	HORNO CARBOLITE	E	E-HORCA-01	49269	CARBOLITE
42	HORNO CARBOLITE 1200°C	E	E-HORCA-02	102930	CARBOLITE
43	HORNO CELDA PARA CORROSION ALTA TEMPERATURA	E	E-HORCT-03	80484	SANTANDER
44	HORNO ELECTRICO	E	E-HOREL-04	91445	TERRIGENO
45	HORNO PARA ENSAYOS DE CORROSION POR SALES	E	E-HORCS-05	56190	SANTANDER
46	HORNO TUBULAR TIPO I	E	E-HORTU-06	102657	CARBOLITE
47	HORNO TUBULAR TIPO II	E	E-HORTU-07	102658	CARBOLITE
48	INCLUIDORA METALOGRAFICA	E	E-PREMO-01	91447	MTI XQ-2B
49	NEVERA 287 LITROS	E	E-NEVAT-02	84411	MAVE
50	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	F	F-AACMS-03	66473	YORK
51	AUTOCLAVE DE OLLA ELECTRICA	F	F-AUTOE-03	75362	ALL AMERIC
52	EQUIPO EROSION CORROSION POR CHORRO DE IMPACTO	F	F-EQUEC-01	62291	PROYECTO

N	EQUIPO	ZONA	CODIGO	NUMERO INVENTARIO	MARCA EQUIPO
53	MAQUINA DE CILINDROS CRUZADOS	F	F-MAQCC-01	62293	PROYECTO
54	MAQUINA PIN ON DISK	F	F-MAQPD-01	82696	PROYECTO
55	MANTA CALENTAMIENTO	F	F-MANCAL-01	86222	GLASCO
56	MANTA CALENTAMIENTO	F	F-MANCAL-02	89874	GLASCO
57	MANTA CALENTAMIENTO	F	F-MANCAL-03	15884	GLAS-COL
58	MANTA CALENTAMIENTO	F	F-MANCAL-04	90114	QUIMIB
59	MICROSCOPIO DE BARRIDO ELECTROQUIMICO	F	F-MICEQ-04	107042	SENSOLYTICS
60	MICROCORTADORA EMD	F	F-MICCO-01	38907	BUEHLER
61	POTENCIOSTATO	F	F-POTEN-01	76480	GILL ACM
62	PULIDORA DE DOBLE PLATO	F	F-PULDP-01	92032	BUEHLER
63	ROTOEVAPORADOR DIGITAL CON CONTROL DE VACIO	F	F-ROTDV-01	90834	IKA
64	TRIBOMETRO CORROSIÓN DESGASTE	F	F-TRICD-01	78490	PROYECTO

Fuente: autor del proyecto

6.3 ANALISIS DE CRITICIDAD

Uno de los pasos previos importante a realizar, antes de planear el programa de mantenimiento, es determinar los equipos críticos. Esta identificación es posible hacerla a partir del cálculo del índice de criticidad. La criticidad se define como la incidencia que tiene cada equipo dentro de la operación del laboratorio o empresa.

Para el cálculo del índice de criticidad se toman diferentes criterios; a cada uno de estos se le asignó una calificación, con la cual se ubica cada equipo según su grado de influencia dentro del proceso y determina que equipos requieren un mantenimiento prioritario.

6.3.1 Desarrollo del Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad de los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión se realizó mediante el método de factores ponderados, el cual es realizado por zonas en el laboratorio.

Figura 13. Esquema de análisis de factores ponderados

FACTORES A SER EVALUADOS	VALOR
FRECUENCIA DE FALLAS	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
IMPACTO OPERACIONAL	
IMPACTO SEGURIDAD-AMBIENTE (SAH)	
COSTO MANTENIMIENTO	
TOTAL CONSECUCENCIA	

Estos valores se consideraron con base en:

- Información de referencia
- Observación del funcionamiento del equipo (Director del laboratorio y ponente proyecto)
- Hojas de vida del equipo

Fuente: autor del proyecto

6.3.2 Parámetros con los Cuales fue Evaluado Cada Factor del Estudio

- Para el análisis del número de fallas, este proyecto se basó en los datos determinados por el director del laboratorio, durante un tiempo promedio de dos años ya que no se encuentran archivados y no hay información en las hojas de vida de los equipos, la información se discutió con el director del laboratorio y se determinó el número de fallas promedio de cada equipo.
- Para el análisis de flexibilidad operacional se requirió de la información del inventario de la bodega del grupo de Investigación en Corrosión y de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS ya que esta entidad es la encargada de prestar el servicio de mantenimiento a las instalaciones de la

El impacto operacional queda rediseñado según la utilidad de los equipos descrito en la Tabla 7.

Tabla 7. Rediseño factor impacto operacional.

IMPACTO OPERACIONAL		USO MENSUAL	
ÍTEM	VALOR	ÍTEM	VALOR
Perdida de todo despacho	10	uso > 15 veces	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otro sistema	7	9 < uso < 15 veces	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	4 < uso < 9 veces	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	uso < 4 veces	1
ESTANDAR		MODIFICACION	

Fuente: autor del proyecto.

- La determinación del impacto seguridad-ambiente, se tuvo en cuenta el material utilizado por parte de cada estudiante en sus análisis, además se valoró el nivel de seguridad que se debe tener al manipular cada equipo y su funcionalidad (la necesidad para la cual fue diseñado cada equipo).
- El costo del mantenimiento se estableció con base al valor de compra de cada equipo ya que el mantenimiento de un equipo de dos millones no es mismo de un equipo de cien millones. Esto se basa en su tamaño o en la tecnología utilizada para la creación del equipo (un equipo con mejor tecnología es más costoso). Para determinar el costo de mantenimiento separamos los equipos con un valor de compra inferior a \$8000000 a los cuales su mantenimiento es inferior a \$350000 pesos; promedio de valor propuesto por el director del Grupo de Investigación en Corrosión.

Los resultados obtenidos en el análisis realizado a cada equipo se representan en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados análisis factores de cada equipo

CODIGO	FRECUENCIA FALLA	FALLAS/AÑO	FACTOR FLE-OPER	FACTOR SAH	FACTOR COSTO-MTT	FACTOR IMP-OPER
A1-BALEA-01	2	0,5	2	1	1	1
A1-BALEA-02	1	0	2	1	1	7
A1-BALED-03	1	0	2	1	1	7
A2-AACMS-01	3	1	2	5	1	10
A2-AGIME-01	1	0	2	1	1	1
A2-AGIMA-02	3	1	2	1	1	7
A2-AGIMA-03	1	0	2	1	1	1
A2-BAÑTE-01	1	0	2	1	1	1
A2-BAÑUL-02	1	0	2	1	1	4
A2-CABEG-01	1	0	4	7	2	7
A2-CABEG-02	3	1,5	4	7	2	7
A2-ESPFO-01	3	1	2	1	2	1
A2-ESTHO-01	2	0,75	4	1	1	4
A2-FUEPO-02	1	0	2	1	1	4
A2-FUEPR-04	1	0	2	1	1	1
A2-OSCIL-01	3	1	2	1	1	7
A2-OSCPO-02	3	1	2	1	2	1
A2-PHMED-01	4	2	2	1	1	7
A2-PHMPO-02	3	1	2	1	1	1
A2-PLACM-01	1	0	2	1	1	4
A2-POTEN-01	1	0	4	1	2	4
A2-POTEN-02	4	2	4	1	2	4
A2-TALIN-01	1	0	2	1	1	1
A2-TALMM-02	3	1	2	1	1	1
B1-CAMSB-01	3	1	4	7	2	7
B1-CENTRI-01	1	0	2	1	2	1
B1-INCUB-01	3	1	2	7	2	1
B1-NEVBI-01	1	0	2	1	1	10
B2-AACMS-02	4	2	1	3	1	10
B2-MICBX-01	1	0	4	1	2	1
B2-MICOP-02	2	0,5	4	1	2	10
B2-MICTR-03	1	0	2	1	1	1

CODIGO	FRECUENCIA FALLA	FALLAS/AÑO	FACTOR FLE-OPER	FACTOR SAH	FACTOR COSTO-MTT	FACTOR IMP-OPER
C1-AGIME-03	3	1	2	1	1	1
C1-AUTTP-01	3	1,5	4	3	2	10
C2-AUTTP-02	1	0	4	3	2	1
D-LOOMF-01	2	0,75	2	1	1	1
D-BOMBA-01	3	1	2	1	1	1
E-BOMVA-02	3	1	2	1	1	1
E-BOMVA-03	1	0	2	1	1	1
E-EXTAI-01	4	2	1	3	1	10
E-HORCA-01	4	2	4	1	1	7
E-HORCA-02	1	0	2	1	2	1
E-HORCT-03	1	0	2	1	1	1
E-HOREL-04	1	0	2	1	1	1
E-HORCS-05	1	0	2	1	1	1
E-HORTU-06	1	0	2	1	2	1
E-HORTU-07	1	0	2	1	2	1
E-PREMO-01	3	1	2	1	1	4
E-NEVAT-02	1	0	2	1	1	10
F-AACMS-03	2	0,75	2	3	1	10
F-AUTOE-03	2	0,75	2	1	1	4
F-EQUEC-01	4	2	2	5	1	7
F-MAQCC-01	4	2	2	1	1	1
F-MAQPD-01	1	0	2	1	2	1
F-MANCAL-01	1	0	2	3	1	1
F-MANCAL-02	1	0	2	3	1	1
F-MANCAL-03	1	0	2	3	1	1
F-MANCAL-04	1	0	2	3	1	1
F-MICEQ-04	1	0	4	1	2	4
F-MICCO-01	3	1,5	4	1	2	7
F-POTEN-01	2	0,75	4	1	2	4
F-PULD-01	2	0,75	2	1	2	1
F-ROTDV-01	3	1	4	3	2	1
F-TRICD-01	4	2	4	7	2	4

Fuente: Autor de proyecto

6.3.3 Ejemplo Análisis de Criticidad equipo A2-AUTTP-02.

Como ejemplo se realizara detalladamente el análisis del equipo A2-AUTTP-02 obteniendo las siguientes conclusiones:

- ◆ Frecuencia de fallas: 1
- ◆ Flexibilidad operacional: 4
- ◆ Impacto operacional: 1
- ◆ Impacto seguridad-ambiente (SAH): 3
- ◆ Costo de mantenimiento: 2

Datos con los cuales se desarrolló el ejercicio de análisis de criticad de cada equipo del Grupo de Investigación en Corrosión.

Figura 14. Imagen Equipo A2-AUTTP-02



Fuente: Autor de proyecto

Con los datos obtenidos se procede a realizar los siguientes cálculos:

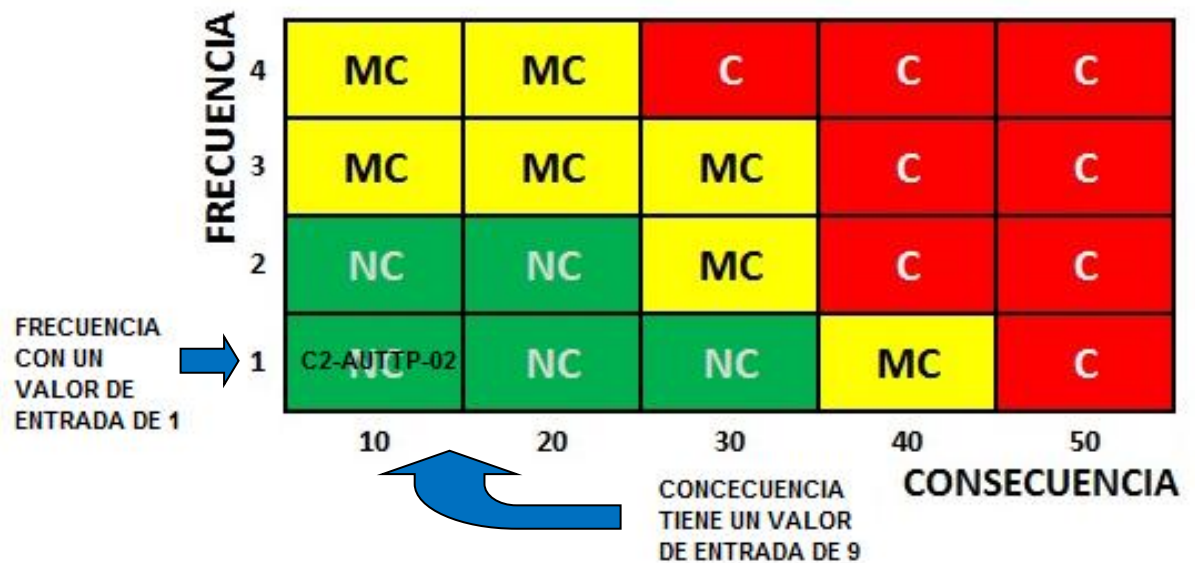
$$\begin{aligned} \text{Consecuencia} &= (\text{Flexibilidad} \times \text{Impacto Operacional}) + \text{Costos del Mtto} + \text{SAH} \\ &= 4 * 1 + 2 + 3 = 9 \end{aligned}$$

$$\text{Frecuencia} = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado} = 1$$

$$\text{Criticidad}_{\text{Total}} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia de fallas} = 9 * 1 = 9$$

Con los datos obtenidos de **frecuencia y consecuencia**, seguimos con la ubicación de estos datos en la figura 9 Matriz General de Criticidad y obtenemos el nivel de criticidad del equipo analizado.

Figura 15. Determinación del nivel de criticidad del equipo A2-AUTTP-02



Fuente: Autor de proyecto

Al realizar los cálculos en la hoja de cálculos descrita en la Anexo 2 obtenemos los parámetros de entrada para la figura 3 (Matriz General de Criticidad) la cual nos presenta como resultados el nivel de criticidad de cada equipo. Los resultados de los cálculos se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados del nivel de criticidad de los equipos.

CODIGO	FRECUENCIA FALLA	CONCE-CUENCIA	FALLAS AÑO	CODIGO	FRECUENCIA FALLA	CONCE-CUENCIA	FALLAS AÑO
A1-BALEA-01	2	4	0,5	C1-AGIME-03	3	4	1
A1-BALEA-02	1	16	0	C1-AUTTP-01	4	45	3
A1-BALED-03	1	16	0	C2-AUTTP-02	1	9	0
A2-AACMS-01	3	26	1	D-LOOMF-01	2	4	0,75
A2-AGIME-01	1	4	0	D-BOMBA-01	3	4	1
A2-AGIMA-02	3	16	1	E-BOMVA-02	3	4	1
A2-AGIMA-03	1	4	0	E-BOMVA-03	1	4	0
A2-BAÑTE-01	1	4	0	E-EXTAI-01	4	14	2
A2-BAÑUL-02	1	10	0	E-HORCA-01	4	30	2
A2-CABEG-01	1	37	0	E-HORCA-02	1	5	0
A2-CABEG-02	3	37	1,5	E-HORCT-03	1	4	0
A2-ESPFO-01	3	5	1	E-HOREL-04	1	4	0
A2-ESTHO-01	2	18	0,75	E-HORCS-05	1	4	0
A2-FUEPO-02	1	10	0	E-HORTU-06	1	5	0
A2-FUEPR-04	1	4	0	E-HORTU-07	1	5	0
A2-OSCIL-01	3	16	1	E-PREMO-01	3	10	1
A2-OSCP-02	3	5	1	E-NEVAT-02	1	22	0
A2-PHMED-01	4	16	2	F-AACMS-03	2	24	0,75
A2-PHMPO-02	3	4	1	F-AUTOE-03	2	10	0,75
A2-PLACM-01	1	10	0	F-EQUEC-01	4	20	2
A2-POTEN-01	1	19	0	F-MAQCC-01	4	4	2
A2-POTEN-02	4	19	2	F-MAQPD-01	1	5	0
A2-TALIN-01	1	4	0	F-MANCAL-01	1	6	0
A2-TALMM-02	3	4	1	F-MANCAL-02	1	6	0
B1-CAMSB-01	3	37	1	F-MANCAL-03	1	6	0
B1-CENTRI-01	1	5	0	F-MANCAL-04	1	6	0
B1-INCUB-01	3	11	1	F-MICEQ-04	1	19	0
B1-NEVBI-01	1	22	0	F-MICCO-01	3	31	1,5
B2-AACMS-02	4	14	2	F-POTEN-01	2	19	0,75
B2-MICBX-01	1	7	0	F-PULDP-01	2	5	0,75
B2-MICOP-02	2	43	0,5	F-ROTDV-01	3	9	1
B2-MICTR-03	1	4	0	F-TRICD-01	4	25	2

Fuente: Autor de proyecto

6.4 EQUIPOS CRITICOS DEL GRUPO DE INVESTIGAS EN CORROSIÓN

Al desarrollar la totalidad del análisis de criticidad de los equipos en el Grupo de Investigación en Corrosión se obtuvieron como equipos críticos los siguientes:

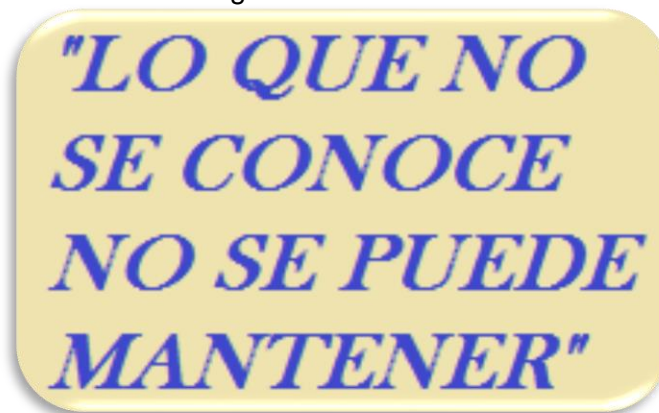
Tabla 10. Equipos críticos a analizar del Grupo de Investigación en Corrosión.

	EQUIPO	ZONA	CODIGO	NUMERO INVENTARIO	CONCE-CUENCIA	FRECUENCI A FALLA	CRITICIDAD
1	CABINA DE EXTRACCION DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACION	A2	A2-CABEG-02	50045	37	3	111
2	CAMARA DE SEGURIDAD BIOLOGICA	B1	B1-CAMSB-01	91506	37	3	111
3	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT	B2	B2-AACMS-02	66474	24	4	96
4	MICROSCOPIO OPTICO	B2	B2-MICOP-02	87172	43	2	86
5	AUTOCLAVE	C1	C1-AUTTP-01	53726	45	3	135
6	HORNO CARBOLITE	E	E-HORCA-01	49269			
7	EQUIPO EROSION CORROSION POR CHORRO DE IMPACTO	F	F-EQUEC-01	62291	20	4	80
8	MICROCORTADORA EMD	F	F-MICCO-01	38907	31	3	93
9	MAQUINA PIN ON DISK	F	F-MAQPD-01	82696	25	4	100
10	TRIBOMETRO CORROSIÓN DESGASTE	F	F-TRICD-01	78490	25	4	100

Fuente: Autor de proyecto

6.5 DESCRIPCIÓN Y PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL GIC.

Figura 16 Reflexión.



Fuente: Autor de proyecto

6.5.1 CABINA DE EXTRACCIÓN DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACIÓN.

DESCRIPCIÓN: Las cabinas de extracción de gases ofrecen seguridad, evitan la contaminación del laboratorio y protege al personal de inhalaciones, en dónde se generen gases tóxicos. Estas se encargan de retener gases y vapores que se desprenden al momento de la manipulación de productos químicos en el laboratorio.

Figura 17. Cabina de extracción de gases



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El mantenimiento del equipo A2-CABEG-02 se debe realizar según las fechas y está programado para evitar los riesgos físicos ya que en este equipo se manipulan sustancias nocivas para la salud del ser humano. Para el mantenimiento preventivo de este tipo de equipos, se debe realizar teniendo en

cuenta las instrucciones realizadas por el fabricante y realizado por personal calificado.

Tabla 11. Partes susceptibles a falla y frecuencia del mantenimiento para el equipo A2-CABEG-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
VENTILADOR	Análisis perfil de velocidad	Cada año
	Nivel de intensidad sonora	Cada seis meses
CABINA	Limpieza	Antes de cada uso
	Test de flujo de aire	Cada seis meses
SISTEMA ELECTRICO	Cheque electrónico general	Cada año
DUCTOS	Limpieza	Cada año
	Test de flujo de aire	Cada seis meses
FILTRO	Limpieza	Cada tres meses
	Cambio	Cada año
SISTEMA GENERAL	Nivel de intensidad sonora	Cada año
	Nivel de presión del sistema	Cada año

Fuente: Autor de proyecto

6.5.2 CAMARA DE SEGURIDAD BIOLOGICA

DESCRIPCIÓN: Equipo diseñado para controlar los aerosoles y micro partículas asociados al manejo del material biológico, potencialmente tóxicos o infecciosos, que se generan en los laboratorios como resultado de actividades como la agitación y centrifugación, el uso y manejo de pipetas, la apertura de recipientes con presiones internas diferentes a la atmosférica, utilizando condiciones apropiadas de ventilación.

Las cabinas se han diseñado para proteger al usuario, al ambiente y la muestra con la que se trabaja. Se las conoce también como Cabinas de flujo laminar y/o gabinetes de bioseguridad.

Figura 18. Cámara de seguridad biológica



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El mantenimiento del equipo B1-CAMSB-01 se debe realizar según las fechas y está programado para evitar los riesgos físicos ya que en este equipo se manipulan sustancias nocivas para la salud del ser humano.

Tabla 12. Partes susceptibles a falla y frecuencia del mantenimiento para el equipo B1-CAMSB-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
SUPERFICIE DE TRABAJO	Limpieza	Cada semana
PAREDES INTERIORES	Limpieza	Cada semana
PATRONES DE FLUJO	Inspección	Cada mes
EXTERIOR DE LA CÁMARA	Limpieza	Cada mes
CAPOTA	Inspección	Cada mes
CAMPANA DE EXTRACCIÓN	Inspección	Cada mes
CAPACITOR	Revisión y/o cambio	Cada año
FILTROS	Cambio	Cada seis meses
LAMPARAS	Cambio	Cada dos años

Fuente: Autor de proyecto

6.5.3 AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT

DESCRIPCION: Equipo utilizado para el tratamiento del aire-ambiente de locales y espacios habitados; este tratamiento consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura, limpieza y el movimiento del aire dentro del local.

Figura 19. Aire acondicionado tipo minisplit.



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El equipo está diseñado para ser utilizado durante largos periodos de tiempo. Las partes susceptibles a falla de este equipo están descritas en la tabla 13.

Tabla 13. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo B2-AACMS-02.

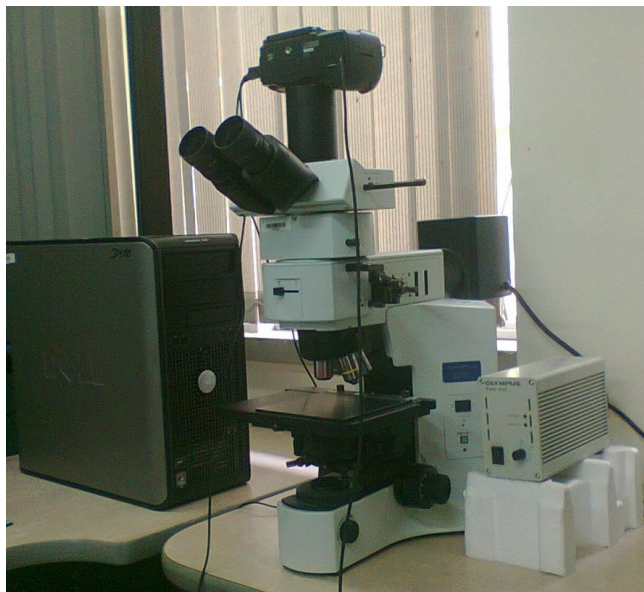
PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
FILTRO DE AIRE	Limpiar	Cada tres mes
CARCASA DE LA UNIDAD	Limpiar	Cada seis mes
RECEPTACULO DE DESAGUE Y CONDUCTOS DE EVACUACION	Limpiar y comprobar posibles obstrucciones	Cada seis meses
BOBINAS INTERIORES/EXTERIORES	Limpiar	Cada seis meses
COMPRESOR	No necesita	-----

Fuente: Autor del proyecto

6.5.4 MICROSCOPIO ÓPTICO

DESCRIPCIÓN: El equipo está concebido exclusivamente para la captación, estudio y análisis de imágenes y videos de alta resolución de aspectos ultra estructurales con técnicas de microscopía de campo claro, contraste de fases, DIC y fluorescencia.

Figura 20. Microscopio Óptico



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: Se aconseja utilizar este microscopio en un ambiente limpio y seco; se deben evitar los impactos. La temperatura de trabajo recomendada es de 0-40 °C con humedad relativa del 85% sin presencia de condensación.

Tabla 14. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo B2-MICOP-02

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
LENTES	Limpieza	Antes de cada uso
PLATAFORMA DE OBSERVACIÓN	Limpieza	Antes de cada uso
CABLEADO ELECTRICO ENTRAD	Análisis conductividad cableado	Cada 6 meses
LAMPARA	Cambio	Cada año/2000 horas uso

Fuente: Autor de proyecto

6.5.5 AUTOCLAVE

DESCRIPCIÓN: Un autoclave es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua.

Figura 21. Autoclave



Fuente: Autor de proyecto.

MANTENIMIENTO: Para el mantenimiento del equipo C1-AUTTP-01 es necesario prestar especial atención a las indicaciones del fabricante ya que este equipo es de alta gama y se debe realizar por personal especializado.

Tabla 15. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo C1-AUTTP-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
CABLES EXPUESTOS	Limpieza	Antes de cada uso
	Cambio	Cada 300 usos
SELLOS	Cambio	Cada 200 usos
ANILLO DE COMPRESION	Cambio	Cada 200 usos

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
SUPERFICIES ROSCADAS	Limpieza	Antes de cada uso
RODAMIENTOS	Lubricación	Cada seis meses
TORNILLOS DE ANILLO DE CIERRE	Limpieza	Antes de cada uso
	Lubricación	Cada 25 usos
MOTOR	Limpieza	Cada seis meses
CAMARA	Limpieza	Una vez por semana
VALVULAS	Limpieza	Cada dos meses
	Cambio	Cada 1000 usos

Fuente: Autor de proyecto.

6.5.6 HORNO CARBOLITE CON REACTOR ROTATORIO

DESCRIPCIÓN: Horno diseñado para la calcinación a escala y la producción de reacciones a altas temperaturas con una amplia gama de materiales. El reactor rotatorio combina todas las ventajas del horno de lecho fluidizado y el horno rotatorio ofreciendo a ambos una atmosfera controlada y una agitación simultanea de materias sólidas en polvo.

Figura 22. Horno Carbolite



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El mantenimiento del equipo E-HORCA-01 se debe realizar con atención ya que este equipo trabaja a altas temperaturas, el desgaste de sus piezas es evidente por la contracción de sus componentes.

Tabla 16. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo E-HORCA-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
MOTOR ELECTRICO	Limpieza	Cada seis meses
TUBO DE REACCION	Limpieza	Después de cada uso
	Cambio	Cada 100 usos
RESISTENCIAS ELECTRICAS	Cambio	Cada 150 usos
TORNILOS CAJA DESMOSTABLE	Lubricación	Cada tres meses
	Cambio	Cada tres años
ENGRANAJES	Lubricación	Cada tres meses
	Cambio	Cada tres años
SISTEMA EXTRACCION DE GAS	Limpieza	Cada año
EQUIPO ROTATORIO DEL TUBO	Cambio	Cada año

Fuente: Autor de proyecto

6.5.7 EQUIPO EROSION CORROSION POR CHORRO DE IMPACTO

DESCRIPCIÓN: Equipo requerido para realizar los estudios que predigan el comportamiento de los diferentes materiales sometidos a ambientes nocivos, con el fin de determinar el material con el mejor comportamiento en este tipo de medio.

Figura 23. Equipo erosión corrosión por chorro de impacto.



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El procedimiento para el mantenimiento de este equipo se realiza bajo las condiciones planteadas por los diseñadores del equipo¹. El diseño de este equipo se enfocó en utilizar partes y piezas duraderas y de baja demanda para su cuidado, en general las partes que se afectan por el desgaste tendrán un mantenimiento preventivo según su sistema descrito en la tabla 17.

Tabla 17. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-EQUEC-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
BOMBA CENTRIFUGA	Cambio	Cada 1000 usos
MOTOR BOMBA	Limpieza y verificación del devanado	cada seis meses
RODAMIENTOS BOMBA-MOTOR	Cambio	Cada dos años
AGITADOR	Limpieza y verificación estado del motor-reductor	Cada año
RODAMIENTOS AGITADOR	Cambio	Cada dos años
ROTAMETRO	Limpieza	Después de cada uso
SELLOS CELDA DE CARGA	Cambio	Cada año
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Revisión fugas	cada año
VALVULAS	Cambio	Cada 1000 usos
BOQUILLAS	Limpieza	Después de cada uso
	Cambio	cada 300 usos

Fuente: Autor de proyecto

6.5.8 MICROCORTADORA EMD

DESCRIPCIÓN: equipo de corte equipado con un disco giratorio, el cual es el encargado de realizar el corte. Su mayor utilidad se encuentra en el corte de piezas para realizas pruebas de corrosión.

¹ Diseñadores del equipo **Equipo erosión corrosión por chorro de impacto:** Miguel Torres Martínez y Julio Sebá Cuentas

Figura 24. Microcortadora isomet 1000



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: para el análisis del mantenimiento de este equipo se presentan los mayores problemas y sus posibles causas descritas en la tabla 18.

Tabla 18. Problemas, posibles causas y soluciones de las fallas del equipo F-MICCO-01.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
EL EQUIPO NO ENCIENDE	La unidad no está enchufada	Revise el cable de conexión
	La unidad no está encendida	Comprobar el interruptor trasero
LA HOJA DE CORTE ESTA ROZANDO	La hoja está mal seleccionada	Reemplace con la hoja correcta
	Accesorio de muestra inadecuada	Use la muestra correcta
	La hoja necesita vestido	Colocar vestido a la hoja
OXIDO EN LA CAMA	Mezcla de refrigerante incorrecta	Compruebe si se está usando el refrigerante adecuado
	Demasiada acumulación de humedad cuando se cierra el capo	Mantener el capo abierto cuando el equipo no esté en uso
EL PLATO GIRATORIO NO FUNCIONA	El cable esta desconectado	Revise el cable de conexión
	El plato giratorio no está encendido	Asegúrese de que el plato giratorio encienda
FUGAS DE REFRIGERANTE	Nivel de refrigerante alto	Comprobar el nivel del fluido de corte
	La tabla no está nivelado	Nivele la tabla

Fuente: Autor del proyecto.

Al conocer sus mayores fallas se determina la realización del mantenimiento en la tabla 19.

Tabla 19. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-MICCO-01.

PIEZA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
CABLEADO ELECTRICO	Análisis conductividad, revisión de óxido en el cableado	Antes de casa uso
BRAZO DE MUESTREO	Revisión de posición de muestra y ángulo correcto para evitar roces con el disco de corte	Antes de casa uso
ENGRANAJES DEL SISTEMA MECANICO	Engrase del sistema	Cada seis meses
REFRIGERANTE	Revisión nivel de refrigerante	Antes de casa uso

Fuente: Autor del proyecto.

6.5.9 MAQUINA PIN ON DISK

DESCRIPCIÓN: Equipo utilizado para pruebas de desgaste de diferentes materiales y análisis de tribología. Diseño y construcción por estudiantes de la escuela de Ingeniería Mecánica con el fin de obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Figura 25. Maquina Pin on Disk



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El procedimiento para el mantenimiento de este equipo se realiza bajo las condiciones planteadas por los diseñadores del equipo². El diseño de este equipo se enfocó en utilizar partes y piezas duraderas y de baja demanda para su cuidado, en general las partes que se afectan por el desgaste tendrán un mantenimiento preventivo según su sistema descrito en la tabla 20.

Tabla 20. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-MAQOD-01.

PIEZA		OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
SISTEMA	ELEMENTO		
MOTRIZ	Motor	Reemplazar	Cada 1000 usos
	Rodamientos motor	Reemplazar	Cada 500 usos
	Rodamientos eje motriz	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 500 usos
DESPLAZAMIENTO	Bujes de bronce	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 1000 usos
	Ejes guía	Lubricar	Cada seis meses
	Tornillo de desplazamiento	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 1000 usos
	Tuerca de desplazamiento	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 1000 usos
	Apoyo de arrastre	Lubricar	Cada seis meses
Reemplazar		Cada 1000 usos	
CARGA	Rodamiento del soporte del brazo	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 1000 usos
	Rodamiento pivote del brazo	Lubricar	Cada seis meses
		Reemplazar	Cada 1000 usos

Fuente: Autor del proyecto

6.5.10 TRIBOMETRO CORROSIÓN DESGASTE

DESCRIPCIÓN: Equipo utilizado para pruebas electroquímicas enfocadas al estudio de fenómenos interfaciales entre los implantes y un medio biológico, permitiendo llevar a cabo el monitoreo del crecimiento de capas de óxido y su resistencia al desgaste que repercuten en la calidad del material.

² Diseñadores del equipo **Maquina Pin on Disk**: Cesar Rey Merlo y Germán Villar Hernández.

Figura 26. Equipo Corrosión-Desgaste



Fuente: Autor de proyecto

MANTENIMIENTO: El procedimiento para el mantenimiento de este equipo se realiza bajo las condiciones planteadas por los diseñadores del equipo ^{3*}. El diseño de este equipo se enfocó en utilizar partes y piezas duraderas y de baja demanda para su cuidado, en general las partes que se afectan por el desgaste tendrán un mantenimiento preventivo según su sistema descrito en la tabla 21.

Tabla 21. Problemas, posibles causas y soluciones de las fallas del equipo F-TRICD-O1.

SISTEMA	PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
DE POTENCIA	Motor lento	Baja tensión	Inspeccionar la línea de tensión la cual debe de estar a 220V
		Falta de fase	Revisar que allá voltaje entre fase y neutro
		Terminales sulfatados y oxidados	Limpiar los terminales de los cables
	Motorreductor produce ruido	Desgaste en los engranajes	Lubricar los engranajes
		Daño en los dientes	Cambio de los engranajes
E CELDA ELECTRO-QUIMICA	Desgaste de porta probeta	Deterioro de la parte lateral externa	Lubricar la brida
		Incrustación de partículas	Limpiar antes de cada uso
		Desgaste de los anillos O-ring	Cambio
	Desgaste de la brida	Deterioro en la pared interna	Lubricar
			Cambiar

³ Diseñadores del equipo **Equipo Corrosión-Desgaste**: Gustavo Ramírez Rocha y Henry Navarro Angarita

	PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
	Desgaste de los empaques	Uso de sustancia salina	Cambio
	Desgaste de rodamientos	Contacto con los fluidos por fugas por medio de los anillos O-ring	Cambio
	La señal censada no es la real	El eje no está aislada	Cambio de aislante
	Fugas en el tanque	Grietas pos golpes	Aplicar sellante sintético
	No circulan los gases	taponamiento de los racores	Limpiar los racores
DE CARGA Y POSICION	Dificultad para su desplazamiento	Filtración de partículas en la zona de contacto entre las piezas	Limpieza permanente
	Desgaste en los dientes de la tuerca del husillo	Filtración de partículas en la zona de contacto entre las piezas	Lubricar los dientes de la tuerca
	Desgaste porta material	Pieza de sacrificio-sometida a desgaste por ralladura	Cambio

Fuente: Autor de proyecto

Tabla 22. Partes susceptibles a falla, operación y frecuencia del mantenimiento para el equipo F-TRICD-01.

PIEZA		OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO
SISTEMA	ELEMENTO		
POTENCIA	MOTOR	Limpieza de los terminales	Cada seis meses
CELDA ELECTRO QUIMICA	PORTA PROBETA	Limpieza conjunto	Antes de casa uso
		Cambio	Cada 300 usos
	ANILLOS O-RING	Cambio	Cada 500 usos
	BRIDA	Lubricación	Cada seis meses
		Cambio	Cada 500 usos
	EMPAQUES	Cambio	Cada año
	RODAMIENTOS	Cambio	Cada 1000 usos
RACORES	Limpieza	Cada seis meses	
CARGA Y POSICION	TUERCA HUSILLO	Lubricación	Cada seis meses
	PORTA MATERIAL	Cambio	Cada 300 usos

Fuente: Autor de proyecto

7 CONCLUSIONES

- Se estableció que los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión se encuentran en la edad de fallos normales. Estos fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, si no por causas aleatorias externas.
- Se determinó que de los sesenta y cuatro equipos que conforman el laboratorio diez de ellos son críticos y uno está obsoleto el cual está para dar de baja en el inventario.
- Se pudo concluir que el método de los factores ponderados aunque fue diseñado para el análisis de líneas de producción definidas, este es fácil de modificar si se conocen perfectamente sus características, convirtiéndose en una herramienta efectiva y versátil dentro del área de la gestión de mantenimiento.
- Se diseñó un plan de mantenimiento para los equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión, con el cual se logra mejorar las condiciones de servicio prestado por cada equipo, además de aumentar el tiempo de servicio del equipo.

- Se elaboró el manual de mantenimiento para los equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión, el cual se espera sea implementado con la mayor rigurosidad posible para que la vida útil de los equipos sea más prolongada.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de un sistema computacional para mejorar y facilitar el control de los equipos del Grupo de Investigación en Corrosión con el cual puedan tener acceso desde diferentes dependencias para mantener un mejor control de la información de los equipos.
- El mantenimiento de los equipos de alta gama existentes en el Grupo de Investigación en Corrosión se debe realizar por personal técnico capacitado. Esto con el fin de la conservación de estos equipos ya que sus repuestos y costos son elevados, además de tener un debido estudio de cada uno de estos equipos.
- Se recomienda implementar un estudio exhaustivo por parte de la División de Mantenimiento Tecnológico sobre esta clase de equipos para que en el futuro sean ellos los encargados de realizar debidamente el mantenimiento de estos equipos.

9 BIBLIOGRAFIA

CASTRO BLANCO, Jaime. Metodología de la Investigación. En: Asignatura de Metodología de la Investigación. (2012: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura de Metodología de la Investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2012.

GONZÁLES, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga 2001: Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

LAGUNA, Carlos. SIERRA, Camilo. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa suelas y tacones Rally. Bucaramanga 2012. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

OSMA, Víctor. CARREÑO, Heitman. Programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos críticos de los laboratorios: Químico de consultas industriales y central de Investigaciones de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2011. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

PRADO, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Montevideo. Piedra Santa, 1996.

RODRIGUEZ, Edder. MONCADA, Duvan. QUIÑONES, Jelder. Seminario de investigación en metodología de análisis de fallas. Bucaramanga, 2009. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

TAPIAS, Blas Mauricio. Ingeniería de Mantenimiento. En: Asignatura de Ingeniería de Mantenimiento. (2012: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2012.

VARGAS, Diego. Programa de mantenimiento Preventivo para el frigorífico Vijagual S.A. Bucaramanga, 2003. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN

FICHA TÉCNICA AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT			
	Código: B2-AACMS-02	Nombre del equipo: TRIBÓMETRO	
	N° de serie UIS: 66474	Marca: YORK	Año de fabricación: 2007
	Ubicación: Zona B2	Modelo: MCC-MCH/MOC-MOH	País de fabricación: Estados Unidos

DATOS DEL AIRE ACONDICIONADO	
Potencia: 3.14 Kw	Refrigerante: R-22
Voltaje: 208/230 V AC	Fase: 1
Amperaje: 14.5 A	Frecuencia: 60 Hz
Carga del refrigerante: 1750 gr	

DATOS DE LA UNIDAD INTERIOR (VENTILADOR)	
Potencia: 112 W	Flujo de aire: 850 m ³ /h
Voltaje: 208/230 V AC	Fase: 1
Amperaje: 0.5 A	Frecuencia: 60 Hz
Peso: 29 Kg	RPM:

DATOS DE LA UNIDAD EXTERIOR (COMPRESOR)	
Tipo compresor: Rotatorio	Frecuencia: 60 Hz
Voltaje: 208/230 V AC	Fase: 1
Peso: 68 Kg	Tubería aspiración: 5/8 in
Tubería liquido: 3/8 in	

DATOS GEOMETRICOS UNIDAD INTERIOR	
Ancho: 140 cm	Alto: 15 cm
Profundidad: 65 cm	

DATOS PROVEEDOR	
E-mail:	Teléfono: 877-874-7378 USA

FICHA TÉCNICA AUTOCLAVE



Código: C1-AUTTP-01	Nombre del equipo: AUTOCLAVE	
N° de serie UIS: 53726	Marca: PARR	Año de fabricación:
Ubicación: Zona C1	Modelo: STIR REACTOR HP/HT 1	País de fabricación: Estados Unidos

DATOS AUTOCLAVE

Voltaje: 230V AC	Tamaño: 1.8 L
Frecuencia: 50-60 Hz	Amperaje: 1.6A
Max presión: 5000 psi	Max temperatura: 500°C
Peso:	Altitud límite: 2000 metros máximo

DATOS MOTOR

Marca: Pacific Scientific	Modelo:
Voltaje: 180V AC	Amperaje: 1.4
Fase: 1	Potencia: ¼ hp
Temperatura ambiente de trabajo: -15 a 40°C	RPM: 1750

DATOS VÁLVULAS


Válvula entrada gas:	Válvulas montadas de cabeza
Válvula de escape gas:	Válvula drenaje inferior: 1 pulgada
Conexión de válvula: ¼ pulgada	

DATOS GEOMETRICOS REACTOR

PARTES MOVILES	PARTES FIJAS
Ancho: 90 cm	Ancho: 51 cm
Alto: 130 cm	Alto: 190 cm
Profundidad: 45 cm	Profundidad: 80 cm

DATOS PROVEEDOR

E-mail: parr@parrinst.com	Teléfono: 309/762-7716 ; 309/762-9453 USA
---------------------------	---

FICHA CABINA DE EXTRACCION DE GASES		
Código: A2-CABEG-02	Nombre del equipo: CABINA DE EXTRACCION DE GASES	
N° de serie UIS: 50045	Marca: C4	Año de fabricación:
Ubicación: Zona A2	Modelo: MINIEX	País de fabricación: Colombia

DATOS ELECTRICOS CABINA	
Voltaje: 220 V AC	Fases: 2
Frecuencia: 60 Hz	Presión estática de diseño max:0.1 wg
Caudal nominal: 190 CFM	Peso:

DATOS MOTOR	
Voltaje: 110/220 V AC	Potencia:
Frecuencia: 60 Hz	Fases: 1
Peso:	

DATOS UNIDAD DE VENTILACION	
Voltaje: 110/220 V AC	Potencia:
Frecuencia: 60 Hz	Fases: 1
Peso:	

DATOS GEOMETRICOS	
Ancho: 90cm	Alto: 102 cm
Profundidad: 64.5 cm	

DATOS PROVEEDOR	
E-mail: control@contaminacion.com	Teléfono: (52 2) 665 0079/80 COLOMBIA

**FICHA TÉCNICA CAMARA DE
SEGURIDAD BIOLÓGICA**



Código: B1-CAMSB-01	Nombre del equipo: CAMARA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA	
N° de serie UIS: 91506	Marca: ESCO	Año de fabricación: 2007
Ubicación: Zona B1	Modelo: AHC-4A2	País de fabricación: Singapur

DATOS DE ELECTRICOS CAMARA

Potencia: 680 W	Fases: 1
Voltaje: 110-130 V AC	Amperaje: 15 A
Frecuencia: 60 Hz	Peso:

DATOS DEL MOTOR

Potencia: 675 W	Voltaje: 110 V AC
Voltaje Nominal: 89.4 V AC	RPM: 1670
Frecuencia: 60 Hz	Peso:

DATOS GEOMETRICOS

Ancho: 134 cm	Alto: 105 cm
Profundidad: 75 cm	

DATOS PROVEEDOR

E-mail: usa@escoglobal.com	Teléfono: 215-441-9661 USA
----------------------------	----------------------------

**FICHA TÉCNICA EQUIPO EROSIÓN
CORROSIÓN POR CHORRO DE
IMPACTO**



Código: F-EQUEC-01	Nombre del equipo: EQUIPO EROSION CORROSIÓN POR CHORRO DE IMPACTO	
N° de serie UIS: 62291	Marca:	Año de fabricación: 2008
Ubicación: Zona F	Modelo:MDX-3 5/8	País de fabricación: Colombia

DATOS BOMBA CENTRIFUGA

Marca: March mfg inc	Tipo: MDX-3
Flujo: 7.6 gpm	RPM: 3400
Voltaje: 115 V AC	Reducción: 1/27.5
Frecuencia: 50/60 Hz	Peso: 3 Kg
Presión máxima: 50 psi	Potencia: 108 W

DATOS DEL ROTAMETRO

Marca: King	Temperatura máxima trabajo: 54 °C
Tipo: 7520	Presión máxima: 125 psi
Capacidad: 5 gpm	Peso: 130 g

DATOS DEL ARRANCADOR

Tipo: Telemecanique	Referencia: LE1D09M7
Tensión: 220 V AC	Amperaje: 9 A
Frecuencia: 50/60 Hz	Peso: 130 g

DATOS GEOMETRICOS

Ancho: 60 cm	Alto: 175 cm
Profundidad: 70 cm	

FICHA TÉCNICA EQUIPO PIN ON DISK



Código: F-MAQPD-01	Nombre del equipo: EQUIPO PIN ON DISK	
N° de serie UIS: 82696	Marca:	Año de fabricación: 2009
Ubicación: Zona F	Modelo:	País de fabricación: Colombia

DATOS CONTROL ELECTRICO

Marca: Baldor	Tipo: Servo motor
Voltaje: 110/240 V AC	Amperaje: 2 mA
Modelo: FMH2403TR-EN23	

DATOS DEL MOTOR

Marca: Baldor	Modelo: BSM80C-375AF
Voltaje: 220 V AC	Amperaje: 2 A
Torque: 3.5 N-m	RPM: 3000
Potencia: 1/25 hp	Temperatura ambiente trabajo: 25°C

DATOS DE RODAMIENTOS

Ubicación: soporte disco	Marca: INA	Tipo: NKIA 5906
Ubicación: eje del brazo	Marca: INA	Tipo: NKIA 5901
Ubicación: soporte del brazo	Marca: INA	Tipo: NKIA 5906

DATOS GEOMETRICOS

Ancho: 75 cm	Alto: 50 cm
Profundidad: 40 cm	

FICHA TÉCNICA HORNO CARBOLITE



Código: E-HORCA-01	Nombre del equipo: HORNO CARBOLITE	
N° de serie UIS: 49269	Marca: CARBOLITE	Año de fabricación:
Ubicación: Zona E	Modelo: HTR 11/150	País de fabricación: Inglaterra

DATOS HORNO

Voltaje: 220/440 V AC	Fases: 1
Frecuencia: 50-60 Hz	Potencia: 1,5 kW
Amperaje: 13	Peso: 40 Kg
Temperatura máx.: 1100°C	Potencia de mantenimiento: 0.4 kW

DATOS DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Humedad máx.: 80% a 31°C	Temperatura ambiente: 5-40°C
--------------------------	------------------------------

DATOS DEL MOTOR

Voltaje: 110 V AC	Frecuencia: 50-60 Hz
Potencia:	Frecuencia:
Amperaje:	RPM:

DATOS GEOMETRICOS

Anchura: 125 cm	Altura: 75
Profundidad: 70	Capacidad vaso interno: 120 gramos

DATOS PROVEEDOR

E-mail: info@carbolite.com	Teléfono: (01433) 620011 INGLATERRA
----------------------------	-------------------------------------

FICHA TÉCNICA MICROCORTADORA



Código: F-MICCO-01	Nombre del equipo: MICROCOARTADORA	
N° de serie UIS: 38907	Marca: BUEHLER	Año de fabricación: 2008
Ubicación: Zona F	Modelo: IsoMet 1000-11-2180	País de fabricación: Estados Unidos

DATOS MICROCORTADORA

Voltaje: 85-254 V AC	Frecuencia: 50- 60 Hz
Temperatura ambiente: 5-40°C	Potencia: 185 W
RPM: 1750	Humedad ambiente: 30-90%
Amperaje: 2-7 A	Fase: 1

DATOS GEOMETRICOS

Ancho: 40 cm	Alto: 35 cm
Profundidad: 55 cm	

DATOS PROVEEDOR

E-mail: info@buehler.com	Teléfono: (847) 295 6500 USA
--------------------------	------------------------------

ACCESORIOS

MANDRILES		BRIDAS	
N° catalogo	Descripción	N° catalogo	Descripción
11-1183	Tipo montura doble	11-1191	De 1 ½ in de diámetro empotrada
11-1184	Para barras y tubos	11-1192	De 1 3/8 in de diámetro empotrada
11-1185	Para especímenes de forma irregular	11-2282	De 3 in de diámetro
11-1186	Para secciones delgadas y mono cristalinas	11-2283	De 4 in de diámetro
11-1187	Para muestras largas	11-2284	De 5 in de diámetro
11-1188	Para petrográficos de sección delgada	OTROS	
11-2483	Para una capacidad de 1 in	11-2182	Para cortes irregulares
11-2489	Para muestras de 1 1/2 in de diámetro	11-2185	Para seccionar cristales

FICHA TÉCNICA MICROSCOPIO ÓPTICO



Código: B2-MICOP-02	Nombre del equipo: MICROSCOPIO OPTICO	
N° de serie UIS: 87172	Marca: OLIMPUS	Año de fabricación: 2007
Ubicación: Zona B2	Modelo: BX51	País de fabricación: Italia

DATOS MICROSCOPIO

Potencia: 0.12 Kw	Frecuencia: 50/60 Hz
Voltaje: 230 V AC	Resolución:
Peso:	Temperatura máxima del medio: 60°C

DATOS CABLE DE ALIMENTACION

corriente: mínimo 6 a	Temperatura: mínimo 60°C de trabajo
Longitud: máximo 3 m	Tensión: 125 V CA

DATOS BOMBILLA ALOGENA

Tipo: PHILIPS	Referencia: 7724
Tensión: 12 V	Potencia: 15 W

DATOS GEOMETRICOS

Ancho: 30 cm	Alto: 65 cm
Profundidad: 60 cm	

DATOS PROVEEDOR

E-mail: información.micro@olympus.es	Teléfono: 34 93 2006711 ESPAÑA
--------------------------------------	--------------------------------

ACCESORIOS

Pareja de oculares WF10x	Referencia: ST-081	Juego para luz polarizada (filtros y platina giratoria)	Referencia: ST-088
Pareja de oculares WF15x	Referencia: ST-082	Condensador para campo oscuro	Referencia: ST-040
Pareja de oculares WF20x	Referencia: ST-083	Pinza de sujeción muestra	Referencia: ST-041
Ocular micrométrico WF10x	Referencia: ST-084	Soporte móvil	Referencia: ST-100
Lente suplementaria 0.5x	Referencia: ST-085	Adaptador para cámara fotográfica	Referencia: ST-089
Lente suplementaria 0.75x	Referencia: ST-091	Adaptador para tele cámara CCD	Referencia: ST-090
Lente suplementaria 1.5x	Referencia: ST-086	Pareja protector de ojos tipo 2	Referencia: ST-036
Lente suplementaria 2x	Referencia: ST-087	Disco porta preparados blanco/negro tipo 2 diámetro 95 mm	Referencia: ST-012

**FICHA TÉCNICA TRIBÓMETRO
CORROSIÓN DESGASTE**



Código: F-TRICD-01	Nombre del equipo: TRIBÓMETRO	
N° de serie UIS: 78490	Marca:	Año de fabricación: 2007
Ubicación: Zona F	Modelo:	País de fabricación: Colombia

DATOS DEL MOTOR-REDUCTOR

Marca: SEW spiropfan 90 grados	Tipo: WAF 20 DR 63S4
Potencia: 0.12 Kw	RPM: 61
Voltaje: 220/440 V AC	Reducción: 1/27.5
Frecuencia: 60 Hz	Peso: 7 Kg

DATOS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Tipo: MOVITRAC LTE	Referencia: MCLTEA0004-201-1-00
Potencia: 0.5 hp	Tensión: 220 Voltios

DATOS DEL ARRANCADOR

Tipo: Telemecanique	Referencia: LE1D09M7
Tensión: 220 V AC	Amperaje: 9 A
Frecuencia: 50/60 Hz	


DATOS GEOMETRICOS

Anchura: 50 cm	Altura: 98 cm
Profundidad: 45 cm	

ANEXO B. HOJA DE CALCULO NIVEL DE CRITICIDAD

PARAMETROS ANALISIS DE CRITICIDAD EQUIPOS		ANALISIS EQUIPOS ZONA X		
FRECUENCIA DE FALLAS (periodo 1 año)	N			
Pobre-mayor a 2 fallas	4			
Promedio 1-2 fallas	3			
Buena 0.5-1 fallas	2			
Excelente menor a 0.5 fallas	1			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				
No existe opción de producción y no hay repuesto	4			
No hay posición de repuesto compartido	2			
Función de repuesto disponible	1			
IMPACTO OPERACIONAL - USO MENSUAL				
uso > 20 veces	10			
9< uso < 20 veces	7			
4 < uso < 9 veces	4			
uso < 4 veces	1			
IMPACTO SEGURIDAD-AMBIENTE (SAH)				
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8			
Afecta al ambiente/instalaciones	7			
Afecta las instalaciones causando daños severos	5			
Provoca daños menores (amb-segur)	3			
No provoca ningún tipo de daño	1			
COSTO MANTENIMIENTO				
Mayor o igual a \$ 350000	2			
inferior a \$350000	1			
RESULTADOS DATOS				
FRECUENCIA DE FALLAS		0	0	0
CONSECUENCIA		0	0	0
CRITICIDAD TOTAL		0	0	0

ANEXO G. FORMATORA PARA LA RECEPCIÓN DE LLAMADAS MANTENIMIENTO CORRECTIVO FRT.14.

		RECEPCIÓN DE LLAMADAS MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICOS			Código : FRT.14 Versión : 02 Pág. 1 de 1	
FECHA	UAA	EQUIPO/EXTENSION	Nº INVENTARIO	TÉCNICO ASIGNADO	R	CONTROL
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					
		FALLA:				
	CONTACTO					

ANEXO H. FORMATO DE CONTROL DE REPARACIÓN DE EQUIPOS NO REPORTADOS AL SIMAT FRT.03

 	CONTROL DE REPARACIÓN DE EQUIPOS NO REPORTADOS EN EL SIMAT		Código : FRT.03							
	PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICOS		Versión : 04							
			Pág. 1 de 1							
TALLER:										
NOMBRE DE EQUIPO		MARCA:								
MODELO		No. INVENTARIO								
DEPENDENCIA/UBICACIÓN:										
FECHA DE SOLICITUD:		HORAS DE TRABAJO:								
TÉCNICO		TÉCNICO DE APOYO								
FECHA INGRESO A TALLER -----/-----/----- <input type="checkbox"/>		<table border="1"> <tr> <th colspan="3">FECHA DE CUMPLIMIENTO</th> </tr> <tr> <td>D</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> </table>			FECHA DE CUMPLIMIENTO			D	M	A
FECHA DE CUMPLIMIENTO										
D	M	A								
O VISITA AL EQUIPO -----/-----/----- <input type="checkbox"/>										
REPORTE										
ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:										
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN										
ELEMENTOS UTILIZADOS (REPUESTOS)										

Nombre persona encargada:

Teléfono/Ext:

Firma:

Fecha:

**ANEXO I. MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS DEL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN**



**“LO QUE NO SE
CONOCE NO SE PUEDE
MANTENER**

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	113
1 MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT.	114
2 MANTENIMIENTO AUTOCLAVE.	116
3 MANTENIMIENTO CABINA DE EXTRACCIÓN DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACIÓN.	119
4 MANTENIMIENTO CÁMARA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA.....	121
5 MANTENIMIENTO EQUIPO EROSIÓN CORROSIÓN POR CHORRO DE IMPACTO.....	125
6 MANTENIMIENTO HORNO CARBOLITE.	128
7 MANTENIMIENTO MAQUINA PIN ON DISK.....	131
8 MANTENIMIENTO MICROCORTADORA.	134
9 MANTENIMIENTO MICROSCOPIO ÓPTICO.	136
10 MANTENIMIENTO TRIBÓMETRO CORROSIÓN DESGASTE.....	138

INTRODUCCION

El manual de mantenimiento para los equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión está diseñado para mantener y mejorar el rendimiento de los equipos. Es basado en los manuales, catálogos e información recopilada y está enfocado en las fallas más evidentes de los equipos. El mantenimiento se debe realizar por personal capacitado, además de tener el conocimiento sobre el funcionamiento del equipo.

Se recomienda que cada vez que se realice el mantenimiento de cada equipo esta información sea registrada debidamente y con esta obtener una mejor hoja de vida de los equipos.

En el manual se tiene en cuenta unas pequeñas instrucciones para la óptima utilización de los equipos, representada en unas actividades a realizar antes y después de utilizar cada equipo. Se recomienda que no use el equipo si no conoce adecuadamente su funcionamiento.

Lista de equipos críticos del Grupo de Investigación en Corrosión:

1. Aire Acondicionado Tipo Mini Split.
2. Autoclave.
3. Cabina de Extracción de Gases con Control de Contaminación.
4. Cámara de Seguridad Biológica.
5. Equipo Erosión Corrosión por Chorro de Impacto.
6. Horno Carbolite.
7. Maquina Pin on Disk.
8. Micro-cortadora.
9. Microscopio Óptico.
10. Tribómetro Corrosión Desgaste.

1 MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO TIPO MINIS PLIT.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Se debe verificar que el equipo no esté obstruido por algún elemento extraño.

2. Durante la Operación:

- I. Para un mejor rendimiento del equipo se recomienda que la zona beneficiada permanezca cerrada.

3. Después de la Operación:

- I. Al terminar se debe apagar el equipo.
- II. Se debe tener la puerta abierta durante unos diez minutos para renovar el aire del local.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo.

- ♣ Cada tres meses:
 - ✓ Limpieza del filtro: el filtro es un elemento para evitar las partículas no deseadas en el aire, además este absorbe los olores del ambiente y posteriormente estos son entregados al medio por lo cual su limpieza se debe realizar seguido. Para la limpieza si el filtro no está muy sucio se puede limpiar con agua luego dejarlo secar al sol o con un secador de cabello.
- ♣ Cada seis meses:
 - ✓ Limpieza de la carcasa de la unidad: la limpieza de la unidad se debe realizar con un paño seco y suave. Si la unidad se encuentra muy sucia

se debe limpiar con un trapo remojado en agua caliente (el agua no debe superar una temperatura de 40°C).

- ✓ Limpieza del receptáculo de desagüe: el receptáculo del desagüe es donde se almacena el agua producida por la unidad. La limpieza se debe realizar con un paño seco. Se debe verificar si la unidad contiene el manguito debidamente ubicado esto cuando se presente un escape de fluido de la unidad.
- ✓ Revisión del sistema eléctrico: este se debe realizar para obtener el estado de los fusibles y el contacto del relé.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo. No utilice petróleo, disolventes de pintura, bencina ni agente abrillantadores pues estos pueden deformar o arañar la unidad. No coloque el extremo del manguito de desagüe en agua. Limpieza de las bobinas interiores y exteriores es una recomendación realizada por el fabricante y se debe realizar por personal especializado.

2 MANTENIMIENTO AUTOCLAVE.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Asegúrese de que el equipo disponga de todos los elementos para documentar el ciclo.
- II. Verifique que el canal para el tubo de salida de aire está en el interior del recipiente.
- III. Asegúrese de que no haya elementos extraños en la cámara.

2. Durante la Operación:

- I. Asegúrese de que en las tuberías no hayan escapes de gas y que la cámara este sellada debidamente.

3. Después de la Operación:

- I. Al terminar la operación asegúrese de que no haya vapor caliente, afloje las perillas y retire la tapa.
- II. Retire las probetas y limpie la cámara.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Limpieza del sistema eléctrico: este sistema puede entrar en contacto con residuos químicos por lo cual se debe realizar una limpieza con un trapo humedecido con agua y jabón.
 - ✓ Limpieza de las superficies roscadas: es importante limpiar las superficies roscadas con un trapo que no suelte motas ya que se pueden atorar en las superficies.
 - ✓ Limpieza de los tornillos del sistema de cierre: estos pueden entrar en contacto con los químicos, además que el equipo utiliza gas para elevar la presión, esta combinación puede corroer los tornillos por lo cual se debe limpiar con un cepillo de cerdas de acero.
- ◆ Cada semana:
 - ✓ Limpieza de la cámara: la cámara alberga las probetas por lo cual se debe realizar una limpieza con un paño humedecido en agua y jabón.
- ◆ Cada dos meses:
 - ✓ Limpieza de la válvula: la válvula es la encargada de permitir el flujo de gas a la cámara. La limpieza se debe realizar con aire a presión.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Lubricación de los rodamientos: sistema encargado de mantener centrado el sistema de transmisión del motor. Los engranajes deben ser lubricados con aceite.
 - ✓ Limpieza del motor: el motor se debe mantener limpio por lo cual se debe limpiar con un paño humedecido en agua con jabón. Durante este proceso se debe cerciorar de cualquier anomalía que esté presente.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ◆ Lubricación de pieza cada 25 usos:
 - ✓ Tornillos del anillo de cierre: se deben lubricar con grasa en base de litio. La grasa en exceso se debe limpiar.
- ◆ Cambio de pieza cada 200 usos:
 - ✓ Sellos.
 - ✓ Anillos de compresión.
- ◆ Cambio de pieza cada 300 usos:
 - ✓ La clavija del sistema eléctrico.
- ◆ Cambio de pieza cada 1000 usos:
 - ✓ Válvula.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo.

3 MANTENIMIENTO CABINA DE EXTRACCIÓN DE GASES CON CONTROL DE CONTAMINACIÓN.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Verifique si la cámara es adecuada para el químico o proceso a realizar.
- II. Antes de utilizar el equipo enciéndalo y verifique su funcionalidad.
- III. En la cámara solo deben permanecer los elementos necesarios por lo cual debe de asegurarse retirar los elementos innecesario.
- IV. Opere el equipo solo con la ventana cerrada.

2. Durante la Operación:

- I. No abra la ventana del equipo si es evidente una corriente de aire.
- II. Si hay derrames se deben limpiar inmediatamente y esperar diez minutos para continuar con el proceso.
- III. No introduzca la cabeza dentro de la cámara.

3. Después de la Operación:

- I. Separe los utensilios limpios de los contaminados.
- II. Limpie la superficie de la cámara.
- III. Asegúrese de dejar la cabina cerrada al finalizar con la operación.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo.

♣ **Cada seis meses:**

- ✓ Test de flujo de aire: el test de flujo de aire se debe realizar en presencia de humo visible. Se debe comprobar que no allá escapes en la cabina ni en los ductos de extracción. Si se detectan escapes los orificios se deben sellar con resina epódica. Si estos escapes son por orificios grandes se debe cambiar la sección tanto de la cabina como de la tubería de extracción.
- ✓ nivel de sonido del ventilador: por la vibración del equipo este puede producir ruidos indeseados. Este fenómeno se presenta por que los tornillos no están asegurados debidamente.
- ✓ Limpieza de filtro entrada a ventilador.

♣ **Cada año:**

- ✓ Análisis del perfil de velocidad: en este análisis se debe determinar la funcionalidad del motor y estado de las aspas con el fin de determinar el nivel establecido por el fabricante.
- ✓ Chequeo electrónico general: se debe tener en cuenta el estado del cableado del equipo, si hay presencia de óxido se debe cambiar todo el cable no solo la sección con presencia de óxido.
- ✓ Limpieza de ductos: se debe verificar que no tenga elementos de obstrucción, tanto en las parrillas como en el ducto de extracción de humos
- ✓ Nivel de intensidad sonoro: se debe verificar la intensidad sonora del equipo.
- ✓ Nivel de presión del sistema: revisión establecida por el fabricante.

♣ **Cada año y medio:**

- ✓ Cambio de filtro entrada a ventilador

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo.

4 MANTENIMIENTO CÁMARA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Planificar con anterioridad el trabajo que se realizara en la cabina de seguridad.
- II. Verifique que las rejillas estén libres de obstrucciones. Encienda la cabina y permita su libre funcionamiento por unos 10 minutos.
- III. Comprobar que el manómetro situado en la parte superior del frontal se estabiliza e indica la presión adecuada.
- IV. Apagar la luz ultravioleta (si estuviera encendida) y encender la luz fluorescente.
- V. Limpiar la superficie de trabajo con un producto adecuado (por ejemplo, alcohol etílico al 70%).
- VI. Antes y después de haber trabajado en una cabina deberían lavarse con cuidado manos y brazos, prestando especial atención a las uñas
- VII. Se aconseja emplear batas de manga larga con bocamangas ajustadas y guantes de látex. Esta práctica minimiza el desplazamiento de la flora bacteriana de la piel hacia el interior del área de trabajo, a la vez que protege las manos y brazos del operario de toda contaminación
- VIII. En determinados casos, además es recomendable el empleo de mascarilla.
- IX. Asegúrese de tener solamente el material y equipo necesario para su prueba o ensayo.

- X. Al finalizar con la ubicación de los elementos dese un tiempo aproximado de cinco minutos para que las partículas expuestas sean extraídas y así se asegure de una confiable prueba.

2. Durante la Operación:

- I. Es aconsejable haber descontaminado el exterior del material que se ha introducido en la cabina.
- II. Este material se coloca con un orden lógico, de manera que el material contaminado se sitúa en un extremo de la superficie de trabajo y el no contaminado ocupa el extremo opuesto de la misma.
- III. Según el tipo de manipulación y el modelo de la cabina, la zona de máxima seguridad dentro de la superficie de trabajo varía. En general, se recomienda trabajar a unos 5-10 cm por encima de la superficie y alejado de los bordes de la misma. Especial atención se prestará a no obstruir las rejillas del aire con materiales o residuos.
- IV. Una vez que el trabajo haya comenzado y sea imprescindible la introducción de nuevo material, se recomienda esperar 2-3 minutos antes de reiniciar la tarea. Así se permite la estabilización del flujo de aire. Es conveniente recordar que cuanto más material se introduzca en la cabina, la probabilidad de provocar turbulencias de aire se incrementa.
- V. Mantener al mínimo la actividad del laboratorio en el que se localiza la cabina en uso, a fin de evitar corrientes de aire que perturben el flujo. El flujo laminar se ve fácilmente alterado por las corrientes de aire ambientales provenientes de puertas o ventanas abiertas, movimientos de personas, sistema de ventilación del laboratorio...
- VI. Evitar los movimientos bruscos dentro de la cabina. El movimiento de los brazos y manos será lento, para así impedir la formación de corrientes de aire que alteren el flujo laminar.

- VII. Al igual que en el resto del laboratorio, no debe utilizarse el mechero Bunsen, cuya llama crea turbulencias en el flujo y además puede dañar el filtro HEPA.
- VIII. Cuando deban emplearse asas de platino es aconsejable el incinerador eléctrico o, mejor aún, asas desechables.
- IX. Si se produce un vertido accidental de material biológico se recogerá inmediatamente, descontaminado la superficie de trabajo y todo el material que en ese momento exista dentro de la cabina.
- X. No se utilizará nunca una cabina cuando esté sonando alguna de sus alarmas.

3. Después de la Operación:

- I. Limpiar el exterior de todo el material que se haya contaminado.
- II. Vaciar la cabina por completo de cualquier material.
- III. Limpiar y descontaminar con alcohol etílico al 70% o producto similar la superficie de trabajo.
- IV. Dejar en marcha la cabina durante al menos 15 minutos.
- V. Conectar si fuera necesario la luz ultravioleta (UV). Conviene saber que la luz UV tiene poco poder de penetración por lo que su capacidad descontaminante es muy limitada.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo.

- ◆ Cada semana:
 - ✓ Limpieza de la superficie de trabajo y las paredes interiores: la limpieza de las paredes se debe realizar con desinfectante y posteriormente con un trapo humedecido en agua y jabón.

- ✓ Verificación de los patrones de flujo: esta acción se debe realizar con humo visible con el cual se revisa los posibles escapes.
- ✓ Se pondrá en marcha a fin de comprobar la medida que da el manómetro.
- ◆ Cada mes:
 - ✓ Inspección de los controles de los servicios a la campana de humos.
 - ✓ Limpieza del exterior de la cámara de humos: la limpieza se debe realizar con un paño humedecido en agua con jabón.
 - ✓ Revisión de la capota: la capota se debe revisar en la parte superior ya que en esta parte se encuentran los elementos móviles.
- ◆ Cada tres meses:
 - ✓ Cambio de filtros: elementos utilizados para retener elementos no deseados.
- ◆ Cada año:
 - ✓ Revisión de las conexiones del capacitor con el fin de prevenir un daño mayor en el motor. Si es necesario cámbielo.
- ◆ Cada dos años:
 - ✓ Cambio de lámparas.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo.

5 MANTENIMIENTO EQUIPO EROSIÓN CORROSIÓN POR CHORRO DE IMPACTO.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Ubique el equipo y asegúrelo accionando los frenos de las ruedas.
- II. Verifique el voltaje de la fuente.
- III. Verifique el nivel del tanque ya que las pruebas se deben realizar con la muestra sumergida.
- IV. Se debe tener total conocimiento sobre el funcionamiento de equipo.
- V. Tamaño máximo de la probeta es de 15 x 15 cm.
- VI. Al asegurar la muestra verifique que los tornillos de la tolva están debidamente asegurados.
- VII. Gradué el ángulo al cual desea el impacto del chorro.
- VIII. Energice el tablero de control.

2. Durante la operación:

- I. Realice la conexión de los electrodos al potencióstato.
- II. Programe el tiempo de operación.
- III. Active la bomba, agitador y temporizador.
- IV. Ajuste la velocidad de impacto del chorro.
- V. Verifique que las válvulas uno y tres estén abiertas y la dos cerrada.

3. Después de la Operación:

- I. Abra la válvula para evacuar la solución.
- II. Después de evacuar la solución utilizada en el proceso de análisis, lave el equipo introduciendo una solución con jabón.

- III. Enjuague el equipo con agua luego de retirar el jabón.
- IV. Apague el equipo.
- V. Seque el equipo.
- VI. Limpie el equipo en la superficie exterior con un paño húmedo.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Limpieza Boquillas: las boquillas están diseñadas para que el flujo de impacto no sea disperso. Las boquillas se deben limpiar con un objeto abrasivo para eliminar las impurezas residuales del fluido.
 - ✓ Limpieza del rotámetro.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Limpieza Motor bomba: fuente de alimentación de fluido. Se debe realizar la limpieza y verificación del devanado del equipo.
- ◆ Cada año:
 - ✓ Limpieza del agitador: pieza utilizada para agitar el fluido en la cámara. Se debe realizar una limpieza exhaustiva para eliminar residuos que se pegan en las paletas.
 - ✓ Revisión de fugas en el tanque: almacena el fluido utilizado en cada prueba. Se debe realizar la filtración del tanque con líquido penetrante.

- ◆ Cada dos años:
 - ✓ Se debe realizar el cambio de los rodamientos de la bomba motor y de los rodamientos del agitador esto depende del uso del equipo consideración del técnico.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ◆ Cambio de pieza cada 300 usos:
 - ✓ Boquillas.
- ◆ Cambio de pieza cada 1000 usos:
 - ✓ Bomba centrífuga.
 - ✓ Válvulas.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo.

6 MANTENIMIENTO HORNO CARBOLITE.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Antes de encender el horno asegúrese de que al toma corriente estén llegando 220V, para el correcto funcionamiento de la mufla.
- II. El trato para el traslado de la mufla debe de ser muy cuidadoso, para evitar cualquier golpe fuerte el cual pueda despegar el aislante.
- III. Lea previamente el manual de instrucciones.
- IV. Antes de prender el horno se debe limpiar con una brocha la parte interior con el fin de eliminar las impurezas que puedan dañar la muestra.

2. Durante la Operación:

- I. Cuando este encendido el horno asegúrese de que este quedo correctamente cerrado con el fin de evitar fugas de calor.

3. Después de la Operación:

- I. Al horno le toman de dos a tres horas para enfriarse, asegúrese de utilizar los elementos adecuados para evitar accidentes.
- II. Verifique que los tornillos que aseguran los cables estén debidamente apretados, pues estos se aflojan por acción del calor.
- III. Limpie la superficie interior.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y

en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Voltaje sistema: antes de iniciar con la operación se debe cerciorar del voltaje de entrada al sistema.
 - ✓ Limpieza de la cámara: espacio utilizado para albergar la probeta de estudio. Limpie la cámara con una brocha y cerciórese de que en esta no queden partículas, las cuales puedan averiar o dañar su prueba.
 - ✓ Revisión del tubo de cuarzo: se debe revisar que este no presente grietas.
 - ✓ Revisión de las resistencias eléctricas: se debe revisar el estado de cada resistencia su presenta alguna avería se debe cambiar inmediatamente.
- ◆ Cada tres meses:
 - ✓ Lubricación de los tornillos de la caja desmontable: estos tornillos son utilizados para el movimiento de la caja o tapa los cales se alojan en la parte trasera del equipo. La lubricación debe de ser efectuada con grasa y se debe cerciorar que estos estén apretados ya que se aflojan con el calor.
 - ✓ Lubricación engranajes: sistema utilizado para la transmisión de potencia y cambio de velocidad del motor. La lubricación se debe realizar con aceite y se debe verificar que en estos no haya grietas o falta de dientes.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Limpieza motor eléctrico: el motor es la fuente que entrega la potencia al sistema de giro del tubo de reacción. La limpieza se realiza al sistema eléctrico.
- ◆ Cada año:

- ✓ Limpieza del sistema de extracción de gas: sistema encargado de la extracción de los gases producidos en la cámara. Para la limpieza del sistema se debe utilizar un cepillo de cerdas de acero con el cual se pueda extraer la corrosión producida en el interior.
- ✓ Cambio del equipo rotatorio del tubo: es el encargado de soportar el tubo de cuarzo. El sistema debe de ser desmontado y cambiado ya que este se encuentra en el interior de la cámara y los cambios de temperatura lo deterioran.
- ✦ Cada tres años:
 - ✓ Cambio de los tornillos desmontables.
 - ✓ Cambio de los engranajes.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ✦ Cambio de pieza cada 80 usos:
 - ✓ Tubo de reacción.
- ✦ Cambio de pieza cada 150 usos:
 - ✓ Resistencias eléctricas.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo. Recuerde que el caudalímetro está debidamente calibrado para el nitrógeno si se va a utilizar otro gas consulte el catalogo.

7 MANTENIMIENTO MAQUINA PIN ON DISK.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Lea las instrucciones del software.
- II. Verifique el voltaje de la fuente.
- III. Verifique las conexiones del servomotor.
- IV. Verifique las indicaciones del led.
- V. Asegure correctamente la probeta en el pin.

2. Durante la Operación:

- I. Configure la velocidad deseada
- II. Verifique que la probeta está girando adecuadamente.

3. Después de la Operación:

- I. Suelte cuidadosamente y con la herramienta adecuada la probeta.
- II. Desconecte la fuente de energía.
- III. Limpie el equipo al terminar la prueba.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Limpieza general del equipo: actividad realizada para extraer el polvo en el equipo, el cual puede llegar a atascar las partes móviles con el tiempo.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Lubricación de los rodamientos del eje motriz: permiten el desplazamiento del eje del sistema motriz. La lubricación se debe realizar con grasa en base de litio.
 - ✓ Lubricación de los bujes de bronce: permite el deslizamiento del tornillo de desplazamiento y los ejes guía. La lubricación se debe realizar con grasa en base de litio aplicándola en el tornillo de desplazamiento. Esta acción lubrica también el eje guía y la tuerca de desplazamiento.
 - ✓ Lubricación de los rodamientos del soporte de carga: sistema encargado de soportar la carga aplicada a la probeta. La lubricación se debe realizar con aceite y limpiar el exceso. Esta acción también debe ser realizada a los rodamientos del soporte del brazo.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ◆ Cambio de pieza cada 500 usos:
 - ✓ Rodamientos del motor.
 - ✓ Rodamientos eje motriz.

- ◆ Cambio de pieza cada 1000 usos:
 - ✓ Motor.
 - ✓ Bujes de bronce.
 - ✓ Tornillo de desplazamiento.
 - ✓ Tuerca de desplazamiento.
 - ✓ Apoyo de arrastre.
- ◆ Cambio de pieza cada 10000 usos:
 - ✓ Rodamientos soporte del brazo.
 - ✓ Rodamientos pivote del brazo.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo. En el cual están establecidas las acciones a realizar para los cambios de las piezas.

8 MANTENIMIENTO MICROCORTADORA.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Verifique el voltaje de la línea.
- II. Verifique el disco de corte y el diámetro de la probeta.
- III. Utilice el refrigerante adecuado.
- IV. Asegure correctamente la probeta.

2. Durante la Operación:

- I. No desconecte el equipo.
- II. Observe si el tanque tiene fugas.

3. Después de la Operación:

- I. Retire la probeta.
- II. Drene el refrigerante.
- III. Limpie y seque el equipo.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ Dependiendo del tiempo:

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Revisión del enchufe eléctrico: entrada fuente de poder. Se debe revisar el enchufe buscando oxido, si es de esa forma se debe lijar las entradas del enchufe.
 - ✓ Revisión del brazo de muestreo: elemento del equipo utilizado para la correcta ubicación de la muestra. Antes de iniciar con el

corte se debe revisar el Angulo del disco y la posición de la muestra para evitar daños en el equipo y la muestra.

- ✓ Revisión nivel del refrigerante: el refrigerante es un fluido utilizado para mantener el equipo y la muestra a una temperatura constante. Se debe revisar el nivel y si es necesario retirar o agregar refrigerante.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Lubricación del sistema de engranajes: el sistema de engranajes es el encargado de regular la velocidad de giro y entregar la potencia de corte adecuada. Se debe engrasar los engranajes con grasa en base de litio.
 - ✓ Lubricación de los rodamientos: sostienen el sistema de engranajes. Se debe engrasar con grasa en base de litio.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ◆ Cambio de pieza cada 1500 usos:
 - ✓ Rodamientos del sistema de engranajes

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo. Recuerde que debe leer las instrucciones de los refrigerantes y así escoger el adecuado para su análisis. Se debe tener en cuenta que el disco se debe introducir un cuarto de pulgada y de este modo es refrigerado.

9 MANTENIMIENTO MICROSCOPIO ÓPTICO.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Verifique el voltaje de la fuente.
- II. Cerciórese de que las conexiones estén adecuadamente.
- III. Retire las tapas de los lentes.
- IV. Limpie los lentes.

2. Durante la Operación:

- I. Se debe tener cuidado de no golpear el microscopio.
- II. No ponga los dedos en los lentes.
- III. Para obtener una mejor vista del análisis compruebe las conexiones del televisor y obtenga fotografías de su muestra.

3. Después de la Operación:

- I. Retire la muestra analizada.
- II. Apague el televisor si lo utilizo.
- III. Desconecte el microscopio.
- IV. Asegúrese de dejar el microscopio tapado con forro.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Limpieza de los lentes: los lentes solo se deben limpiar si es necesario y se debe realizar con aire comprimido. Si no es suficiente se debe limpiar las ópticas con un paño que no suelte mota humedeciéndolo con agua y detergente.
 - ✓ Limpieza de la plataforma de observación: la limpieza de la plataforma se debe realizar con un paño que no suelte mota.
- ◆ Cada seis meses:
 - ✓ Limpieza del sistema eléctrico: el sistema eléctrico se puede ver afectado por los químicos utilizados en el laboratorio por lo cual los cables y el enchufe se deben limpiar para evitar la corrosión.
 - ✓ Limpieza de los lentes: para este segundo tipo de limpieza se debe utilizar un paño humedecido con una mezcla de tres partes de etanol y siete de éter.
- ◆ Cada dos años:
 - ✓ Cambio de la lámpara.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo. Se debe tener precaución al utilizar etanol y éter ya que estos altamente inflamables.

10 MANTENIMIENTO TRIBÓMETRO CORROSIÓN DESGASTE.

Mantenimiento Autónomo: instrucciones a tener en cuenta al utilizar el equipo.

1. Antes de Iniciar la Operación:

- I. Antes de utilizar el equipo lea atentamente las instrucciones de uso y dimensiones adecuadas de la probeta.
- II. Verifique el voltaje de la línea.
- III. Asegúrese de utilizar la herramienta adecuada para asegurar la probeta.
- IV. Al ingresar el fluido de trabajo asegúrese de que el desagüe este cerrado.

2. Durante la Operación:

- I. Ajuste la velocidad de rayado deseada.
- II. Verifique el nivel del fluido de trabajo.

3. Después de la Operación:

- I. Apague el equipo y descargue la información.
- II. Drene el fluido de trabajo.
- III. Limpie el equipo adecuadamente, tanto en la parte interna como externa.

Mantenimiento preventivo:

Para un correcto mantenimiento se debe tener una buena información del equipo por lo cual este está basado en determinadas acciones dependiendo del tiempo y en el número de usos que se le aplica al equipo ya que el equipo no es utilizado diariamente.

➤ **Dependiendo del tiempo:**

- ◆ Antes de cada uso:
 - ✓ Limpieza del porta probetas: La limpieza del porta probetas puede evitar futuras oxidaciones en el equipo. La limpieza se debe realizar con un paño remojado con jabón para asegurar la eliminación de los fluidos utilizados en el proceso, luego se limpia con un paño remojado con alcohol.
- ◆ Cada seis meses
 - ✓ Limpieza de los terminales del motor-reductor: los terminales pueden tener problemas de oxidación o estar sulfatados lo cual puede ocasionar que el motor no reciba el voltaje adecuado. La limpieza se realiza con un trapo para eliminar residuos, si el equipo en el momento del mantenimiento presenta síntomas de oxidación se debe lijar la parte afectada y posteriormente limpiar.
 - ✓ Lubricación de las bridas: la brida es la pieza encargada de alojar el conjunto porta probeta. Esta puede deteriorarse en la pared interna por abrasión y corrosión; por lo cual esta debe permanecer lubricada con grasa y así garantizar un deslizamiento sin desgaste.
 - ✓ Lubricación de los rodamientos: los rodamientos están encargados de mantener los ejes en su posición además de soportar cargas. La lubricación de los rodamientos se realiza con aceite pero antes de realizar esta actividad se debe asegurar de que la pieza este limpia para evitar que el mugre ingrese en el rodamiento.
 - ✓ Limpieza de los porta escobillas: esta situación causa que no allá el suficiente contacto para transmitir las señales eléctricas. Esta situación se presenta por que los resortes no están realizando su función adecuada; se debe chequear que los resortes se encuentren sujetos a la lámina de contacto, de no ser así se

deben soldar a la lámina, además se debe revisar si los resortes han perdido elasticidad, en su efecto se deben cambiar.

- ✓ Husillo: pieza encargada de permitir el movimiento vertical del conjunto de la corredera. Se debe limpiar y lubricar los dientes de la tuerca husillo.
- ◆ Cada año:
 - ✓ Revisar el conjunto posicionador del indentador: conjunto de piezas con el fin de realizar el rayado sobre la probeta. Se debe revisar el resorte y verificar sus debidas condiciones de funcionalidad si este no es de esa forma se debe realizar un tratamiento térmico o cambiarlo.

➤ **Dependiendo del uso:**

Toda pieza tiene un ciclo de vida el cual está basado en determinado número de usos o ciclos de acción para mantener el óptimo funcionamiento del equipo estas piezas deben de ser remplazadas cuando se efectúa el cumplimiento de dichos ciclos. Se determina este ciclo de vida de las piezas ya que estos se encuentran en un ambiente químico.

- ◆ Cambio de pieza cada 300 usos:
 - ✓ Porta probeta.
 - ✓ Porta material.
- ◆ Cambio de pieza cada 500 usos:
 - ✓ Anillos O-ring
 - ✓ Brida.
- ◆ Cambio de pieza cada 1000 usos:
 - ✓ Rodamientos.

Nota: para mejorar el ciclo de vida del equipo se recomienda seguir las instrucciones del fabricante establecidas en el manual del equipo.