

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE
AUTOMATIZACIÓN DE LA SEDE PRINCIPAL Y FACULTAD DE SALUD DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**MARÍA TERESA GARCÍA RODRÍGUEZ
DAVID ANDRÉS HERNÁNDEZ OSORIO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2014**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE
AUTOMATIZACIÓN DE LA SEDE PRINCIPAL Y FACULTAD DE SALUD DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

AUTORES

**MARÍA TERESA GARCÍA RODRÍGUEZ
DAVID ANDRÉS HERNÁNDEZ OSORIO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y ELECTRICISTA RESPECTIVAMENTE**

DIRECTOR

**MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL
MSc. en Ingeniería Eléctrica**

CODIRECTOR

**GABRIEL ORDOÑEZ PLATA
Ingeniero Industrial**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Este proyecto se lo quiero dedicar especialmente a Dios, porque sé que sin el nada de esto hubiese sido posible.

A mis padres por ese apoyo único e incondicional que siempre me brindaron en todo momento.

Y por último pero no menos importante a mis amigos porque siempre estuvieron en esos momentos buenos y malos ayudándome a ser una mejor persona cada día

David Hernández

DEDICATORIA

A mis padres, Idalia y Orlando, por su amor y esfuerzo incansable en todo momento para velar por mi bienestar en cada etapa de mi vida y por guiarme permanentemente durante todo este proceso.

A mis hermanos, por sus consejos y ayuda.

A mis amigos, por hacerme muy ameno el viaje hasta aquí.

A todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron en este camino de formación.

María Teresa García

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

En mi primer lugar a Dios, por darnos la oportunidad de cumplir este sueño

A nuestras familias, que siempre fueron un apoyo incondicional en todo momento

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y La escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por toda la formación brindada como profesionales en esta rama de la ciencia

A Manuel José Ortiz, director del proyecto de grado por su orientación y respaldo en la elaboración de este proyecto

Al ingeniero Henry Mejía por prestar su valiosa asesoría y confianza en todo este proceso

A nuestros compañeros y amigos que de una forma u otra ayudaron a nuestra formación integral

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	22
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	23
1.3. OBJETIVOS.....	24
1.3.1. Objetivos generales.	24
1.3.2. Objetivos específicos	24
1.4. ALCANCE	25
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS VEHICULAR Y PEATONAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	26
2.1. PLATAFORMA PARA CONTROL DE ACCESO	27
2.2. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	28
2.3. ÁREAS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CONTROL	29
2.3.1. Acceso carrera 30 - Campus principal	29
2.3.2. Acceso carrera 25 – Campus principal.	29
2.3.3. Acceso carrera 27 – Campus principal	30
2.3.4. Acceso visitante – Campus principal.	30
2.3.5. Acceso carrera 32 Facultad de Salud	31
2.3.6. Portería Carrera 33 - Facultad de Salud.	31
2.3.7. Otras Áreas.....	32
3. MARCO TEÓRICO	33
3.1. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN EN EDIFICACIONES	33
3.1.1. Características generales	34

3.2. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	35
3.3. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	37
3.4. COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO	38
3.5. BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO	39
3.6. TIPOS DE MANTENIMIENTO	39
3.6.1. Mantenimiento correctivo.....	39
3.6.2. Mantenimiento preventivo	40
3.6.3. Mantenimiento Predictivo.....	41
3.6.4. Mantenimiento Proactivo.....	42
3.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	42
3.7.1. Ventajas del mantenimiento preventivo.....	43
3.7.2. Desventajas del mantenimiento preventivo.....	44
3.8. PLAN O PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	44
4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	46
4.1. INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS	46
4.2. INVENTARIO DE EQUIPOS.....	48
4.3. ORGANIZACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	48
4.3.1. Ubicación de los equipos	49
4.3.2. Equipos.....	50
4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	50
4.4.1. Resultados Obtenidos.....	53
5. GESTIÓN DOCUMENTAL.....	55
5.1. DEFINICIONES	55
5.1.1. 7I Administración del ciclo de vida	55
5.1.2. AM – Administrador de mantenimiento versión web pro.....	55
5.1.3. MP2 Solución escalable para mantenimiento de todo tipo de activos.	56
5.1.4. Easymaint, Software de mantenimiento EAM-CMMS.....	56
5.1.5. Microsoft excel y visual basic applications (vba).....	56

5.2. SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	56
6. SELECCIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO.....	59
6.1. DEFINICIONES	59
6.1.1. TPM – Mantenimiento productivo total.....	59
6.1.2. RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad.....	60
6.1.3. TPM & RCM.....	61
6.1.4. PMO – Optimización de mantenimiento planeado.	62
6.2. SELECCIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO.....	63
6.2.1. Criterios de selección.....	63
6.2.2. Evaluación de las tácticas.....	64
7. IMPLEMENTACIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO	67
7.1. DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE EQUIPOS.....	67
7.2. DETERMINACIÓN DE LOS FALLOS FUNCIONALES.....	68
7.3. DETERMINACIÓN DE MODO DE FALLOS	69
7.4. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE FALLO.....	69
7.5. RESULTADOS OBTENIDOS.....	70
7.6. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL SISTEMA.....	71
7.6.1. Plantillas de chequeo.....	71
7.6.2. Guía de procedimiento.....	72
7.6.3. Cronograma de actividades.	74
8. SOFTWARE DE GESTIÓN DE DOCUMENTAL.....	76
8.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL MANTUIS	77
8.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL MANTUIS	77
8.3. VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA	78
8.3.1. Variables de entrada.....	78
8.3.2. Variables de salida.....	78

8.4. DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE MANTUIS	79
9. CONCLUSIONES	80
10. RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Evolución Del Mantenimiento.....	37
Tabla 2. Ficha Técnica UPS	47
Tabla 3. Inventario de Equipos	48
Tabla 4. Código Ubicación De Los Equipos.....	49
Tabla 5. C'odigo Tipo de Equipos	50
Tabla 6. Matriz Criticidad Cra 33 - Salud	54
Tabla 7. Criterios Para La Selección Del Software	58
Tabla 8. Características TPM.....	64
Tabla 9. Características RCM	65
Tabla 10. Característica TMP&RCM.....	65
Tabla 11. Características PMO	66
Tabla 12. Criterios De Selección Técnicas De Mantenimiento	66
Tabla 13. Formato De Control Para La Talanquera	73
Tabla 14. Procedimiento Programado Para La Talanquera.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bas, Automatización de Edificios	34
Figura 2. Pilas Que Sustentan Un Sistema Inmótico	35
Figura 4. MODELO CODIFICACIÓN EQUIPOS	49
Figura 5. Factores Ponderados A Ser Evaluados	52
Figura 6. Matriz General De Criticidad.....	53
Figura 7. Fallo Funcional De La Talanquera	68
Figura 8. Modo de Fallo de la Talanquera	69
Figura 9. Efectos De Fallo De La Talanquera	70
Figura 10. Hoja de Información de la Talanquera	71
Figura 13. VARIABLES DE ENTRADA.....	78
Figura 14. Variables de Salida	78
Figura 15. Usuario Y Contraseña.....	140
Figura 16. Modulos De Mantuis	141
Figura 17. Hoja De Vida.....	142
Figura 18. Nueva Hoja De Vida	143
Figura 19. Ingresar Documento De Hoja De Vida.....	144
Figura 20. Ver Historial De Equipos.....	144
Figura 21. Modificar Historial De Equipos.....	145
Figura 22. Formatos.....	146
Figura 23. Nuevo Formato	147
Figura 24. Modificar Formato	148
Figura 25. Fichas Tecnicas	149
Figura 26. Nueva Ficha Tecnica	150
Figura 27. Ver Ficha Tecnica	151
Figura 28. Modificar Ficha Tecnica	152
Figura 29. Procedimientos	153

Figura 30. Nuevo Procedimiento.....154
Figura 31. Ver Procedimiento155
Figura 32. Modificar Procedimiento156
Figura 33. Calendario157

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS.....	86
ANEXO B. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	94
ANEXO C. CRITICIDAD DE EQUIPOS	98
ANEXO D. HOJAS DE INFORMACIÓN	104
ANEXO E. PLANTILLAS DE CHEQUEO.....	111
ANEXO F. PROCEDIMIENTOS DE EQUIPOS	120
ANEXO G. CRONOGRAMA	137
ANEXO H. MANUAL DE USUARIO MANTUIS	139

RESUMEN

TÍTULO:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA SEDE PRINCIPAL Y FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES:

MARÍA TERESA GARCÍA RODRÍGUEZ
DAVID ANDRÉS HERNANDEZ OSORIO**

PALABRAS CLAVE:

Sistemas de automatización en edificaciones, mantenimiento preventivo, criticidad de equipos, programa de mantenimiento preventivo.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal de este trabajo de grado es realizar el programa de mantenimiento preventivo del SISTEMA BAS DE CONTROL DE ACCESO PEATONAL Y VEHICULAR DE LA SEDE PRINCIPAL Y FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

El desarrollo de este proyecto se divide en varias etapas que se presentan a lo largo del proyecto de la siguiente manera: La primera comprende la identificación y organización de las entradas y salidas de la institución; la segunda etapa incluye el reconocimiento, inventario, codificación y elaboración de fichas técnicas de los equipos que hacen parte del sistema junto con el respectivo análisis de criticidad; la tercera, por su parte, contiene el análisis de las diferentes estrategias para implementar el plan de mantenimiento, así como la selección y aplicación de la estrategia más adecuada; la cuarta y última etapa comprende el estudio de diferentes software o herramientas de gestión documental, selección del más adecuado e implementación del mismo incluyendo toda la información necesaria e importante a la hora de realizar el mantenimiento preventivo de forma correcta.

De esta forma se planteó un plan de mantenimiento capaz de involucrar al personal de trabajo de forma definitiva con la tarea de prevenir fallas en los equipos y el mejoramiento por parte de los mismos facilitando los procesos de gestión implementando un software de gestión documental.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Manuel José Ortiz. Codirector: Gabriel Ordoñez Plata

ABSTRACT

TITLE:

PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR THE BAS CONTROL SYSTEM OF PEDESTRIAN AND VEHICULAR ACCESS TO THE MAIN OFFICE AND FACULTY OF HEALTH FROM THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.*

AUTHORS:

MARÍA TERESA GARCÍA RODRÍGUEZ,^{**}
DAVID ANDRÉS HERNANDEZ OSORIO

KEY WORDS:

Building automation systems, preventive maintenance, equipment criticality, preventive maintenance program.

DESCRIPTION:

The main objective of this thesis is to create the preventive maintenance program for THE BAS CONTROL SYSTEM OF PEDESTRIAN AND VEHICULAR ACCESS TO THE MAIN CAMPUS AND FACULTY OF HEALTH OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.

The development of this project is divided into several stages that are presented along the project in the following way: The first involves the identification and organization of the entrances and exits of the institution; The second stage includes the recognition, inventory, codification and development of technical specifications of the equipment which are part of the system with the respective criticality analysis; the third, contains the analysis of different strategies to implement the maintenance plan and the selection and application of the most appropriate strategy; The fourth and final step involves the study of different software and document management tools, and selection of the correct implementation of it including all the necessary and important information to perform preventive maintenance in the right way.

This maintenance plan was formulated in a way, that it involves all the staff with the task of preventing equipment failures and improving their performance. Therefore, it will make easier to manage documents thanks to the implementation of a document management software.

* Bachelor Thesis

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. Electrical, Electronics and Telecommunications School.
Advisor: Manuel José Ortiz. Co-Advisor: Gabriel Ordoñez Plata

INTRODUCCIÓN

El hombre en su afán de buscar una forma sencilla y óptima para la realización de actividades cotidianas que traducen un gasto de energía grande y a veces innecesario, implantó desde hace mucho tiempo el uso de herramientas y maquinas capaces de realizar estas labores, que podían ser operadas por personas sin ningún requerimiento especial.

Con el paso de los años, el hombre se mantuvo interesado en mejorar el funcionamiento de las máquinas, así como en aumentar la aplicación y eficiencia de éstas, llegando de fabricar máquinas capaces de realizar cualquier actividad sin un operador permanente, prácticamente independientes, solo controladas de forma asistida por un sistema “inteligente”, lo que se conoce hoy como automatización.

La automatización es un sistema que se implementa cuando se desea que un conjunto de elementos tecnológicos se encarguen de efectuar tareas, en muchos casos repetitivas, que estaban a cargo de operadores humanos. El uso de estos sistemas supone un mejoramiento de la productividad, la calidad, la eficiencia, la eficacia y en ciertas ocasiones de las condiciones de trabajo y la seguridad.

Los sistemas de automatización de edificios o BAS, por sus siglas en inglés (*Building Automation System*), son sistemas que están centralizados, interconectados entre sí, empleando el uso de redes de hardware y software que se incorporan a edificaciones industriales, comerciales o institucionales con el fin

automatizarlos garantizando las prestaciones de funcionamiento de la instalación, la comodidad y la seguridad de sus ocupantes.¹

En el campus principal y en la sede de la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander (UIS) se han presentado algunos disturbios que han vulnerado la seguridad de la comunidad universitaria, es por esto que fue implementado un sistema BAS encargado de controlar el acceso vehicular y peatonal de los estudiantes y funcionarios, compatible y como complemento del sistema de circuito cerrado de televisión implementado en la universidad.

Como todo sistema de automatización para que funcione de forma óptima, sin fallas y sin retardos en el proceso, deben ejecutarse algunas actividades que ayuden a prevenir las anomalías que ocasionen que el sistema no opere de la manera correcta. Debido a lo mencionado anteriormente, es fundamental el diseño e implantación de un programa de mantenimiento preventivo.

En el presente trabajo de grado se realizó un programa de mantenimiento preventivo analizando cada uno de los equipos que conforman de una forma directa o indirecta este sistema BAS, evaluando las diferentes técnicas o estrategias de mantenimiento y recopilando toda la información obtenida en un software de gestión documental con el fin de que el sistema de control de accesos de la UIS funcione lo mejor posible.

¹ KMCCONTROLS. [en línea] Disponible en: http://www.kmcccontrols.com/products/Understanding_Building_Automation_and_Control_Systems.aspx

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En reiteradas ocasiones la Universidad Industrial de Santander ha sido blanco de algunas revueltas de orden público que han puesto en peligro la seguridad de más de 15.000 personas que hacen parte de la comunidad universitaria. Uno de los hechos de esta índole que ha causado más trascendencia en los últimos años fue el que se presentó el 15 de junio de 2011, donde fue incendiado el edificio administrativo y además fueron destrozados bienes institucionales a lo largo del campus principal, que dejaron como saldo más de 3.000 millones de pesos en pérdidas.

Antes de que ocurrieran estos incidentes en el campus principal, la universidad tenía como medida preventiva un personal de vigilancia que ayudaba a controlar quien ingresaba al campus. Luego de este incidente se implementó un control manual a cargo del equipo de vigilantes que verificaba la autenticidad del documento de identificación de los miembros de la comunidad universitaria por medio de un dispositivo lector de código de barras con teclado numérico.

Sin embargo, esta medida implementada poseía algunas desventajas entre ellas que la información de los dispositivos lectores se sincronizaba cada noche con la base de datos de personal de la comunidad UIS y no instantáneamente. En consecuencia, la UIS decidió buscar otra alternativa de seguridad que pudiera llenar todos los vacíos que tenía la medida ejecutada. A partir de lo anterior, la UIS instauró un sistema BAS de control de acceso vehicular y peatonal en el campus principal y facultad de salud.

Todo sistema o equipo tiende a deteriorarse a lo largo del tiempo, en consecuencia la calidad del funcionamiento de éste disminuye afectando a quienes hacen uso del mismo. Es por esto que deben efectuarse actividades de cuidado del sistema, de no ser así éste podría presentar fallas de prolongada y muy costosa reparación. Por ello es necesario buscar y seleccionar varias alternativas para aumentar la confiabilidad de los equipos y aprovechar al máximo su vida útil.

Con base a lo anterior, una de las alternativas más comunes para alcanzar estos objetivos es el diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo que se acople a las necesidades del sistema y que maximice la eficiencia de los equipos y por tanto el sistema.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La UIS buscando tener mayor desarrollo tecnológico, logrando la automatización de algunos procesos con el objetivo de brindar mayor seguridad a toda la comunidad universitaria, (docentes, estudiantes, visitantes y trabajadores) implementó un sistema BAS para el control del acceso peatonal y vehicular en el campus principal y facultad de salud que actualmente es el sistema automatizado más grande con el que cuenta la universidad e incluye a su vez un circuito cerrado de televisión que por cuestiones de seguridad no se contó con la autorización pertinente de poder realizar el respectivo análisis para efectuar el plan de mantenimiento. Como ventaja este sistema BAS también ofrece la oportunidad de conexión con otros subsistemas automatizados, como lo es el edificio de ingeniería eléctrica y posteriormente la Litoteca. Como se mencionó en el numeral anterior, si se desea garantizar el correcto funcionamiento del sistema deben tomarse en consideración algunas actividades que permitan atender las necesidades de los equipos para contrarrestar el deterioro causado por el tiempo.

Para lograrlo fue necesario realizar el diseño de un programa de mantenimiento preventivo planeado y elaborado de forma organizada teniendo en cuenta las necesidades específicas del sistema BAS implementado en la UIS, que además brinda mayor confiabilidad, prolongación de la vida útil de los equipos, mayor eficiencia y mayor calidad en el funcionamiento de este sistema de automatización, con la posibilidad de que a futuro a una nueva implementación de nuevos equipos se pueda continuar sobre esta misma estrategia.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos generales. Diseñar el programa de mantenimiento del sistema BAS de control de acceso peatonal y vehicular de la sede principal y facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander.

1.3.2. Objetivos específicos. El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Recopilar y clasificar la información de los componentes técnicos del sistema BAS de reciente adopción por parte de la UIS.
- Identificar y caracterizar los componentes sujetos al programa de mantenimiento preventivo.
- Definir y enumerar las posibles alternativas de técnicas y/o estrategias de mantenimiento preventivo y seleccionar la técnica más apta para el sistema de control.
- Elaborar el programa de mantenimiento preventivo.

1.4. ALCANCE

En este trabajo de grado se diseñó el programa de mantenimiento preventivo del sistema BAS de control de acceso peatonal y vehicular de la sede principal y la facultad de salud de la UIS empleando las técnicas de mantenimiento más apropiadas, donde la información de cada equipo, el cronograma propuesto y el procedimiento a seguir se organizaron en un software o herramienta de gestión documental. De tal forma que pueda aprovecharse de la mejor manera todos los recursos que hacen parte de este sistema de automatización y pueda alargarse la vida útil de los equipos para una óptima utilización. Este tipo de sistemas de automatización va a ser implementado en las sedes regionales que hacen parte de la UIS, por tanto el programa de mantenimiento preventivo realizado podrá ser empleado en las demás sedes y en los nuevos equipos de monitorización que se incluyan en el sistema del campus principal para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas, el completo aprovechamiento de los equipos y la prolongación de su vida útil.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS VEHICULAR Y PEATONAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La Universidad Industrial de Santander tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.²

La misión institucional involucra actividades presenciales por parte de una comunidad académica de 15.000 estudiantes aproximadamente.³ Es un deber institucional proteger la integridad del personal, las instalaciones y los equipos en procura de preservar esta misión. Este reto supone la aplicación de tecnologías de uso específico y la actualización de los protocolos y procedimientos de seguridad. Uno de los componentes más importantes es garantizar la seguridad del personal de estudiantes, docente y administrativo dentro de las instalaciones del campus principal. En este propósito la universidad contaba hasta el año 2011 con un proceso de control de accesos manual soportado por un equipo de vigilantes en los accesos peatonales y vehiculares.

En consecuencia, la UIS llevó a cabo la construcción de un sistema de automatización de edificios o BAS (*building automation system*) para el control de acceso peatonal y vehicular por medio de tarjetas de proximidad inteligentes implementado en el campus principal y la sede de salud en la ciudad de Bucaramanga. A su vez, dichas tarjetas inteligentes se utilizan como documento de identificación de los miembros de la comunidad universitaria y se planea que a

²Universidad Industrial de Santander. Misión

³ UIS en cifras, Universidad Industrial de Santander, 2012.

futuro complementen otros servicios tales como control de activos en la biblioteca, ingreso a comedores estudiantiles y uso de los servicios de Bienestar Universitario. De igual forma se pretende implementar este sistema de control en las distintas sedes regionales que también forman parte de la UIS.

El sistema de control de accesos fue diseñado por el Ingeniero Electricista Everaldo Castellano Díaz en el año 2011, en el contrato No. 2011004586, y posteriormente ejecutado por el contratista PROSEGUR, empresa de seguridad privada.

2.1. PLATAFORMA PARA CONTROL DE ACCESO

La UIS cuenta con un sistema de supervisión y control de seguridad llamado Andover Continuum, esta plataforma de software permite controlar el acceso vehicular y peatonal en todos los accesos de la universidad para visitantes, funcionarios y estudiantes, también permite manejar toda la seguridad del campus principal y de la Facultad de salud y posteriormente de las diferentes sedes desde un solo lugar, facilitando enormemente la labor de personal de seguridad. La plataforma es escalable y permite la integración de diferentes sistemas tales como:

- Control de iluminación
- Control de accesos
- Circuito cerrado de televisión
- Sistemas de detección de incendios
- Sistemas de control y monitoreo de equipos electromecánicos
- Seguridad perimetral e interna en cada edificación

Andover Continuum garantiza que el servicio de ingreso continúe en funcionamiento ante una falla del servidor o desconexión de red, permitiendo la entrada y salida de los usuarios, las cuales quedan registradas en el sistema. La plataforma también controla que un usuario no pueda ingresar sin haber salido y viceversa, independiente del medio de registro (huella o tarjeta).

Para el correcto funcionamiento de Andover Continuum, La Universidad Industrial de Santander cuenta con diferentes equipos en puntos estratégicos en todo el campus, entre los cuales se destacan la estación de trabajo (*Workstation*), ubicada en el CENTIC quien es la encargada de almacenar toda la información recopilada creando una base de datos, las controladoras ubicadas en cada uno de los gabinetes de las porterías del campus principal y de la Facultad de Salud; el bus de comunicaciones que consiste en redes de fibra óptica subterráneas por medio de las cuales se establece la comunicación entre las controladoras y la estación de trabajo; los periféricos tales como talanqueras, torniquetes, lectoras de tarjeta, NVR, botones de pánico, etc.; y las fuentes de alimentación que son quienes suministran la energía eléctrica a todos los elementos del sistema de automatización, que a su vez está soportadas por una UPS.

2.2. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL

- Mejorar el nivel de seguridad del proceso de control de accesos peatonal y vehicular, garantizando el reconocimiento de la identidad y la trazabilidad de las fechas y horas donde se registren eventos de acceso y salida.
- Disponer de una base de datos con información que permita la generación de reportes de las fechas y horas de ingreso y salida del personal y los vehículos relacionados a la comunidad académica.
- Permitir la expansión del sistema acomodándose a nuevas necesidades debido a que cuenta con una arquitectura modular.

- Controlar el saldo de aquellos estudiantes que posean el servicio de comedores debido a que las tarjetas de proximidad inteligente cuentan con un servicio de monedero virtual.
- Permitir el bloqueo inmediato de las tarjetas inteligentes en caso de pérdida o robo.
- Habilitar los accesos a salones u oficinas solo para personal autorizado.

2.3. ÁREAS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CONTROL

2.3.1. Acceso carrera 30 - Campus principal. Este acceso comprende los siguientes equipos:

- Dos talanqueras vehiculares, una destinada para la entrada y otra para la salida del campus universitario, cada talanquera posee una lectora de proximidad de largo alcance para que el usuario al momento de acercar su tarjeta inteligente no tenga ningún inconveniente de lectura.
- Un torniquete sencillo bidireccional con dos lectoras de proximidad de corto alcance para el ingreso de los peatones.
- Una controladora de accesos para ocho lectoras de proximidad, 8 *In* / 8 *Out*.
- Una lectora biométrica de huella como medio de respaldo en caso de que el usuario no tenga su tarjeta inteligente.
- Una UPS que se encuentra dentro de la portería, como respaldo en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica.

2.3.2. Acceso carrera 25 – Campus principal. Este acceso comprende los siguientes equipos:

- Dos talanqueras vehiculares, una destinada para la entrada y otra para la salida del campus universitario, cada talanquera posee una lectora de proximidad de largo alcance para que el usuario al momento de acercar su tarjeta inteligente no tenga ningún inconveniente de lectura.
- Un torniquete doble bidireccional con cuatro lectoras de proximidad de corto alcance.
- Una controladora de accesos para ocho lectoras de proximidad, 8 *In / 8 Out*.
- Una lectora biométrica de huella.
- Una UPS que se encuentra dentro de la portería, como respaldo en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica.

2.3.3. Acceso carrera 27 – Campus principal . Este acceso comprende los siguientes equipos:

- Cuatro torniquetes dobles bidireccionales cada uno con cuatro lectoras de proximidad de corto alcance, para un total de 16 lectoras de proximidad.
- Un torniquete sencillo bidireccional con dos lectoras de proximidad de corto alcance diseñado especialmente para el ingreso de las personas discapacitadas.
- Tres controladoras de accesos cada una para ocho lectoras de proximidad, 8 *In / 8 Out*.
- Una lectora biométrica de huella ubicada en la portería.
- Una UPS que se encuentra en el auditorio Luis A. Calvo, como respaldo en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica

2.3.4. Acceso visitante – Campus principal. Está portería está destinada para el ingreso de personas que no pertenecen a la comunidad universitaria. Los equipos que harán parte de este subsistema aún no se han determinado debido a las modificaciones estructurales llevadas a cabo en esta portería. Sin embargo, el

sistema de gestión en visitantes se llama *INOUT SECURITY MANAGER*, el cual se caracteriza por permitir el registro de aquellas personas que no pertenecen a la comunidad universitaria; se implementa con el fin de poder identificar la persona en caso de un evento no ocasional. Además, puede integrarse a periféricos que ayudan al usuario final a agilizar su tarea.

2.3.5. Acceso carrera 32 Facultad de Salud. Este acceso comprende los siguientes equipos:

- Una talanquera vehicular de entrada/salida con dos lectoras de proximidad de largo alcance.
- Un torniquete doble bidireccional con cuatro lectoras de proximidad de corto alcance.
- Un torniquete sencillo bidireccional con dos lectoras de proximidad de corto alcance.
- Dos controladoras de accesos cada una para ocho lectoras de proximidad, 8 *In* / 8 *Out*.
- Una lectora biométrica de huella.
- Un botón de pánico, conectado al sistema del campus principal cuya única función es liberar todos los accesos al momento de presentarse alguna emergencia en el campus universitario.
- Una UPS que se encuentra dentro de la portería, como respaldo en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica.

2.3.6. Portería Carrera 33 - Facultad de Salud. Este acceso comprende los siguientes equipos:

- Un torniquete doble y uno sencillo ambos bidireccionales con cuatro lectoras de proximidad de corto alcance.

- Una talanquera vehicular de entrada/salida con dos lectoras de proximidad de largo alcance.
- Una controladora de accesos para ocho lectoras de proximidad, 8 *In* / 8 *Out*.
- Una UPS que se encuentra dentro de la portería, como respaldo en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica.

2.3.7. Otras Áreas. Además de los equipos mencionados anteriormente existen otros que también son esenciales para el sistema de control de accesos, son aquellos que se encargan de almacenar la información correspondiente a todos los usuarios, enviar las señales de habilitación o no habilitación y establecer la comunicación entre equipos. Entre éstos se encuentra un servidor encargado del manejo de la base de datos y una Workstation para el software de control de accesos, cabe notar que el mantenimiento de estos equipos no se encuentra a cargo del personal que realizará el mantenimiento de los equipos del sistema BAS. Por su parte, en el área de carnetización se encuentra una impresora de tarjetas encargada de la impresión del documento de identificación, la cual fue incluida en el programa de mantenimiento preventivo.

Los equipos de control de accesos pueden ser implementados en cualquier sede de la UIS, y el único requerimiento para su implementación es que exista conectividad IP, entre el equipo de control de accesos y el servidor de control de accesos.

3. MARCO TEÓRICO

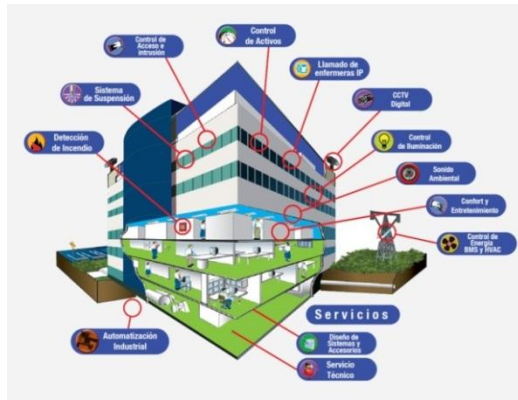
3.1. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN EN EDIFICACIONES⁴

Los sistemas de automatización en edificaciones aparecen debido a las exigencias que deben cumplir las instalaciones en los edificios, tales como el manejo eficiente de la energía empleada en iluminación, el uso de equipo de HVAC sin sacrificar confort, la reducción de costos de operación y mantenimiento, las estrategias para acceso y seguridad y las expectativas de crecimiento y continuo mejoramiento.

Estos sistemas de automatización son implementados como un sistema de control distribuido, el cual posee una variedad de controladores que tienen como función gobernar subsistemas que hacen parte del sistema de automatización y realizan una tarea específica. Para facilitar el monitoreo del sistema y simplificar el sistema de control, tales subsistemas se integran a través de una red que conecta varios dispositivos electrónicos. Ver figura 1.

⁴ MORENO RUEDA Elkin. Tesis de grado: Implementación de un BAS (Building Automation System) básico para el control integrado de un sistema de aire acondicionado la iluminación mediante dispositivos con comunicación Bacnet.

Figura 1. Bas, Automatización de Edificios



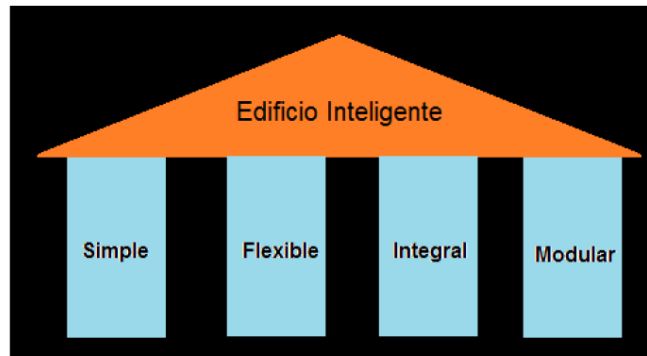
Fuente: “El edificio inteligente”. [En línea]. España. [Consultado 26 de Febrero de 2014]. Disponible desde internet: <http://www.arqhys.com/el-edificio-inteligente.html>

3.1.1. Características generales

- Simple: Para garantizar el nivel de confort, el sistema de automatización debe poder manejarse de una forma fácil y simple, además debe tener una interfaz sencilla de entender y de utilizar.
- Flexible: Debe existir la posibilidad de realizar modificaciones, adaptaciones y/o ampliaciones del sistema BAS, si alguna de las condiciones cambia o si se desea mejorar algún aspecto en la automatización.
- Integral: Todos los subsistemas del sistema de automatización del edificio deben estar integrados, es decir, debe existir comunicación e intercambio de información entre las diferentes áreas de gestión.
- Modular: Con el fin de que al presentarse una falla en el sistema BAS no se vea afectada la automatización de la edificación en su totalidad, esta debe ser modular. Esta característica posee la ventaja de poder realizarse con facilidad ampliaciones o modificaciones de los servicios.

Ver figura 2.

Figura 2. Pilas Que Sustentan Un Sistema Inmótico



FUENTE: “Domótica e inmótica viviendas y edificios inteligentes”. Romero Morales Cristóbal, Vázquez Serrano Francisco, de Castro Lozano Carlos, AlfaOmega Rama, México 2007. 21p

3.2. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO⁵

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo y ha acompañado el desarrollo técnico-industrial de la humanidad. Debido a la mecanización industrial surgió la necesidad de las primeras reparaciones, a finales del siglo XIX. En un principio y aproximadamente hasta el año 1914, el mantenimiento era ejecutado por el personal de operación o producción y no era de gran importancia, pero con la llegada de la producción en serie y la primera guerra mundial, las empresas empezaron a implementar programas mínimos de producción y a sentir la necesidad de crear equipos que pudieran efectuar y se encargaran del mantenimiento de la maquinaria que hacía parte de la línea de producción de forma óptima.

En consecuencia, se originó un organismo dependiente de la operación, cuya función era la realización del mantenimiento, hoy conocido como mantenimiento

⁵ ÁNGEL Rubén Darío Y FREUD TORRES Erich. Tesis de grado: Modelo Gerencial de Mantenimiento Preventivo para el Área de Equipos Criogénicos HDT-CRYOGAS de la Refinería de Barrancabermeja.

correctivo. Años más tarde, con el advenimiento de la segunda guerra mundial y la necesidad de aumentar la velocidad de producción, surgió la idea de evitar las fallas de los equipos y no solo corregirlas. De esta forma, el personal técnico encargado del mantenimiento correctivo inició la ejecución del proceso de mantenimiento preventivo, evitando averías y corrosión que eran los principales problemas que presentaban los equipos.

Como es sabido durante la época de post-guerra muchos campos como la aviación comercial, la industria electrónica, entre otros, empezaron a evolucionar rápidamente; es por esto que para el año 1950, los gerentes de mantenimiento empezaron a notar que en algunas ocasiones el tiempo de producción para diagnosticar fallas era mayor que la ejecución de la reparación, en consecuencia, se conformó un grupo de especialistas que recibió el nombre de «Ingeniería de mantenimiento», estuvo encargado de asesorar la producción, planear y controlar en mantenimiento preventivo y analizar las causas y efectos de las averías que se presentaban.

A partir del año 1966, con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas a final del periodo mencionado anteriormente, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento pasó a estipular unos criterios de predicción o previsión de fallas, visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento. Tales criterios, conocidos como mantenimiento predictivo o previsorio, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. De igual forma, existen otras clases de mantenimiento, tales como, mantenimiento de precisión, mantenimiento clase mundial (pro activo) y hoy mejora continua.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones. Ver tabla 1.

Tabla 1. Evolución Del Mantenimiento

1ª Generación (Hasta 1945)	2ª Generación (1945-1980)	3ª Generación (1980-1990)	2ª Generación (1990 a hoy)
<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento correctivo total. • Se espera a la avería para reparar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. • Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada. • Sistema de planificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo condicional. • Análisis causa-efecto. • Participación de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de mantenimiento de total calidad. • Mantenimiento fuente-beneficio. • Compromiso de todos los departamentos. • Mantenimiento basado en riesgo.

3.3. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO ⁶

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos.

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los equipos y locaciones.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir los costos de mantenimiento correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Por consiguiente, el mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a

⁶ BARÓN REATIGA Andrés Emilio Trabajo de grado: Plan de Mantenimiento Preventivo de la Planta de Autogeneración Argos Sogamoso.

reducir el número de fallas. Entonces, se dice que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

3.4. COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO

El mantenimiento como elemento indispensable en el correcto funcionamiento de cualquier sistema o equipo genera un costo que es reflejado directamente en el costo de inversión de la empresa o institución a la que pertenezcan éstos, es por ello que la racionalización objetiva de los gastos de mantenimiento permitirá generar un ahorro significativo en este aspecto. A través de la historia, el costo de mantenimiento ha sido visto como necesario, ya que existe una real necesidad del mismo y es necesario ejecutar una adecuada planeación para determinar el momento correcto de su ejecución, la magnitud apropiada del alcance del trabajo y los requerimientos de calidad que permitieran asegurar la acción de mantenimiento por el periodo de operatividad establecido en los análisis. A continuación se enumeran algunos costos asociados a Mantenimiento:

- Mano de Obra: Incluye fuerza propia y contratada.
- Materiales: Consumibles y Componentes de Reposición.
- Equipos: Equipos empleados en forma directa en la ejecución de la actividad de mantenimiento.
- Costos Indirectos: Artículos del personal soporte (supervisión, gerencial y administrativo) y equipos suplementarios para garantizar la logística de ejecución
- Tiempo de Disponibilidad Operacional: Cualquier interrupción del proceso mientras se realiza el trabajo de mantenimiento.

3.5. BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento aun cuando tiene un costo asociado y por lo general ha sido manejado como un factor negativo en las organizaciones, presenta una serie de beneficios que permiten evaluar el grado de asertividad y de necesidad de esta inversión, por lo cual en cualquier momento un análisis costo-beneficio de la acción de mantenimiento puede orientar hacia el momento oportuno de la aplicación de la misma y la comprensión clara de las razones potenciales que obligan a su realización. Los beneficios más relevantes alcanzados en una organización con la aplicación de un mantenimiento oportuno son:

- Disminución del Riesgo: Previendo la probabilidad de ocurrencia de fallas indeseables o no visualizadas.
- Mejora o Recupera los Niveles de Eficiencia de la Instalación o Equipo: Esto se logra con la reducción de costos operativos e incremento de la producción.
- Prolonga la Vida Operativa: Difiere las decisiones de reemplazo
- Cumplimiento de Requerimientos de Seguridad y Legales

3.6. TIPOS DE MANTENIMIENTO⁷

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

3.6.1. Mantenimiento correctivo. Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir,

⁷ MOJICA SANCHÉZ Ricardo Arturo Trabajo de Grado: Plan de Mantenimiento Preventivo para la Línea de Producción de Baldosas en la Planta Baldosines Torino S.A..

solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

3.6.2. Mantenimiento preventivo. Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.

- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

3.6.3. Mantenimiento Predictivo. Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

3.6.4. Mantenimiento Proactivo. Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

3.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas. Además debemos agregar que el mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de

confiabilidad de un equipo en mención este tipo de mantenimiento nos ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

Aunque el mantenimiento preventivo es considerado valioso para las organizaciones, existen una serie de riesgos como fallos de la maquinaria o errores humanos a la hora de realizar estos procesos de mantenimiento. El mantenimiento preventivo planificado y la sustitución planificada son dos de las tres políticas disponibles para los ingenieros de mantenimiento.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de pieza desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

3.7.1. Ventajas del mantenimiento preventivo. Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento. Esto exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

Reducción del correctivo lo cual representará una disminución del tiempo muerto, tiempos de parada de equipos y máquinas, de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o

medios necesarios para producir. El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación mayor duración, de los equipos e instalaciones.

Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

3.7.2. Desventajas del mantenimiento preventivo. Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados. Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

3.8. PLAN O PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Hace referencia al conjunto de acciones o programas a ejecutar sobre un equipo o máquina, atiende a recomendaciones del fabricante, costo y criticidad tanto para el proceso como para la seguridad de las personas (mantenedores y operadores de la planta) y el medio ambiente; en esta se agrupan las tareas a ejecutar, se

detallan procedimientos, se le asignan plazos/frecuencias y se detallan los repuestos a utilizar, se determina qué criterio se va a utilizar. La previsibilidad y el impacto de las fallas sobre el negocio, apuntan hacia el tipo de estrategia a ser adoptada, según la importancia de las unidades de la planta.




4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

4.1. INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Como parte preliminar para definir los aspectos del programa de mantenimiento se recopilaron los archivos técnicos de la universidad tales como fichas técnicas de fabricantes, planos, hojas de vida de los equipos, registros de mantenimiento, cotizaciones, entre otros, con el fin de tener toda la información posible de los equipos que pertenecen al sistema BAS de la Universidad Industrial de Santander. Todo esto con el propósito de poder clasificar y obtener la información más significativa de los equipos al momento de realizar el mantenimiento y poder diseñar las fichas técnicas para tener una rápida consulta de los datos técnicos y de operación en la ejecución de los futuros mantenimientos.

En la figura 3 se puede observar la ficha técnica del sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) como muestra de ejemplo. Todas las fichas técnicas de todos los equipos se pueden observar en el ANEXO A.

Tabla 2. Ficha Técnica UPS

 		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO			CODIGO DEL EQUIPO		
Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO	MARCA	MODELO	FABRICANTE		
Energía	SURTA	1500XL	APC®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	43.2	cm	ANCHO	8.5	cm
PROFUNDIDAD	59.9	cm	PESO	27.5	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	120	V	FRECUENCIA	60	Hz
POTENCIA	1050	VA			
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN			OPERACIÓN DE RED		
USB			IP20		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO	✓		TEMPERATURA	0 - 40 °C	
POLVO	✓		HUMEDAD	0% - 95%	
OTROS					
Tiempo de recarga: 3 horas					
Longitud del cable: 1.83 m					

4.2. INVENTARIO DE EQUIPOS

Como parte preliminar del plan de mantenimiento se realizó un inventario de los equipos y software que conforman el sistema BAS de la UIS con el fin de conocer la cantidad exacta de cada uno de ellos. En la siguiente tabla se puede observar el inventario realizado organizado de acuerdo a su ubicación en la Universidad.

Tabla 3. Inventario de Equipos

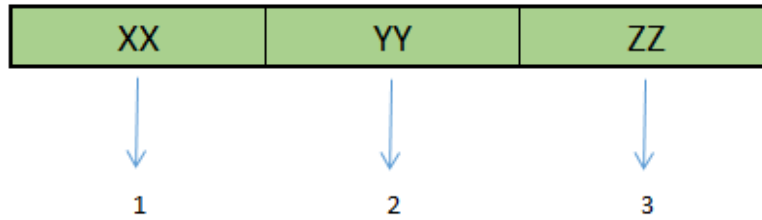
	Lectora de tarjetas	Talanquera	Torniquete doble	Torniquete sencillo	Controladora	Lectora biométrica	Impresora de etiquetas	Andover	UPS
Carrera 27	18	0	4	1	3	1	0	-	1
Carrera 25	6	2	1	0	1	1	0	-	1
Carrera 30	4	2	0	1	1	1	0	-	1
Carrera 32	8	1	1	1	2	1	0	-	1
Carrera 33	6	1	1	0	1	1	0	-	1
Carnetización	0	0	0	0	0	0	1	-	0
Total	42	6	7	3	8	5	1	1	5

Además de los 77 equipos y el software que se encuentran en la tabla, hay tres equipos adicionales que hacen parte del sistema BAS pero cuyo mantenimiento no es tarea del personal que ejecutará el programa de mantenimiento preventivo diseñado, estos son: una estación de trabajo, un servidor y una grabadora de video en red.

4.3. ORGANIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

La organización de los equipos se realizó con el fin de tener un mayor control al momento de realizar el mantenimiento, establecer la cantidad y la clase precisas de los equipos con los que cuenta el sistema BAS de la UIS. Para tener una mayor organización se optó por emplear un sistema de codificación numérica de 6 caracteres designados de la siguiente forma:

Figura 3. MODELO CODIFICACIÓN EQUIPOS



Dónde:

1: Ubicación del equipo dentro de la UIS.

2: Tipo de equipo.

3: Número asignado para cada equipo de un mismo tipo. También se podrá usar la letra T, que significa “Todos”, es decir; incluirá a todos los equipos iguales en una misma ubicación.

4.3.1. Ubicación de los equipos

Tabla 4. Código Ubicación De Los Equipos

Código	Equipo
1	Centic
2	Carnetización
25	Carrera 25
27	Carrera 27
30	Carrera 30
32	Carrera 32
33	Carrera 33

4.3.2. Equipos

Tabla 5. C'odigo Tipo de Equipos

Código	Equipo
0	Lectoras de tarjetas
1	Talanqueras
2	Torniquetes dobles
3	Torniquetes sencillo
4	Controladoras
5	Lectora biometrica
6	Impresora de tarjetas
10	Andover
12	UPS

En el anexo B se observan todos los equipos con su respectivo código.

4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD⁸

Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, de acuerdo a una figura de mérito llamada "Criticidad"; que es proporcional al "Riesgo" creando una estructura que facilita la toma de decisiones y el direccionamiento del esfuerzo y los recursos hacia las áreas, de acuerdo con su impacto en el negocio.

El análisis de criticidad es una técnica de fácil manejo y comprensión en el cual se establecen rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos y sus consecuencias. Ambas magnitudes, frecuencias y consecuencias, se registran en una matriz, diseñada en base a un código de

⁸ Trabajo de Grado, Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios La victoria

colores que denotan la menor o mayor intensidad del riesgo relacionado con la Instalación, Sistema, Equipo o Dispositivo (ISED) bajo análisis.

El análisis de criticidad aplica a cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

En el ámbito de mantenimiento al tener plenamente establecido cuales equipos son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento tipo: preventivo, correctivo e inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

Para el cálculo de criticidad se empleó un método desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. "Criticality Analysis Revisited", The Woodhouse Partnership Limited, newbury, England 1994]. Es un método semicuantitativo, soportado en el concepto del riesgo. A continuación se presenta la forma detallada de la expresión utilizada para jerarquizar los equipos.

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia de fallas

Dónde:

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto + Impacto Seguridad Ambiente e Higiene).

Los factores evaluados se presentan a continuación:

Figura 4. Factores Ponderados A Ser Evaluados

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mtto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2	Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Excelente menos de 0.5 falla/año	1	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	
Impacto Operacional:		Afecta el ambiente /instalaciones	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta las instalaciones causando daños severos	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1		
Flexibilidad Operacional:			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Fuente: Trabajo De Grado, Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Planta Principal De La Empresa Productos Alimenticios La Victoria

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional, ingeniero de mantenimiento UIS, técnicos de mantenimiento y personal de seguridad. Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de criticidad total y se obtiene el valor global de criticidad.

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los equipos en tres áreas:

- Área de equipos no críticos (NC)
- Área de equipos de mediana criticidad (MC)
- Área de equipos críticos (C)

Figura 5. 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: Trabajo De Grado, Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Planta Principal De La Empresa Productos Alimenticios La Victoria

4.4.1. Resultados Obtenidos. Empleando el método de criticidad soportando en el concepto del riesgo se clasificaron los equipos para el sistema BAS de la UIS donde se realizó el cálculo de criticidad para cada equipo, como ejemplo en la tabla 5 se observan los resultados obtenidos de criticidad global para el acceso de la facultad de salud de la carrera 33. Los resultados de todos los equipos se pueden observar en los anexos C al finalizar este documento.

Tabla 6. Matriz Criticidad Cra 33 - Salud

Criticidad carrera 33 - SALUD								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
33.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.0.05	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.0.06	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
33.1.01	Talanquera	3	7	4	2	3	33	99
33.2.01	Torniquete doble	3	7	4	2	1	31	93
33.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
33.4.02	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
33.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
33.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66

FF: frecuencia de fallas IO: Impacto Operacional FO: Flexibilidad operacional CM: Costo mantenimiento ISAH: Impacto Seguridad Ambiente Higiene CONS: Consecuencias
CT: Criticidad Total

5. GESTIÓN DOCUMENTAL

Un software de gestión documental es un programa de computadora que permite acceder, modificar y almacenar rápidamente documentos electrónicos o imágenes de documentos en papel.

Debido a que elementos como fichas técnicas, plantillas de chequeo, procedimientos e historial de mantenimiento hacen parte de un programa de mantenimiento preventivo se hace necesaria la implementación de la gestión de mantenimiento en forma computarizada. Para esto, se tienen como opción una variedad de software creados especialmente para ejecutar de este tipo de tareas.

5.1. DEFINICIONES

5.1.1. 7I Administración del ciclo de vida. Es una solución creada por *Datastream Systems, Inc.* para la gestión de activos en forma global de cualquier empresa, abarca actividades como el mantenimiento, la compras, la productividad, los presupuestos, la planeación de proyectos y el uso de los activos. Su arquitectura es Web con un diseño modular que corresponde con una aplicación multi-organizacional.

5.1.2. AM – Administrador de mantenimiento versión web pro. Es un software creado por *WIN Software Asociados Ltda,* consiste en un sistema de información diseñado para cubrir todos los aspectos de la gestión de mantenimiento. Es un sistema práctico, de fácil funcionalidad, posee la opción de Intranet para grandes empresas, abarca todas las actividades de mantenimiento, satisface las normas

ISO9000 y QS900. Al adquirirlo, la empresa proveedora presta los servicios de planeación, asesoría, capacitación y apoyo permanente.

5.1.3. MP2 Solución escalable para mantenimiento de todo tipo de activos. Es un sistema creado por *Datastream Systems, Inc.*, consiste en un desarrollador de línea completo y escalable para administrar el sistema de mantenimiento de las empresas. Tiene una arquitectura abierta que facilita la integración con otros sistemas de software y puede usarse a través de internet.

5.1.4. Easymaint, Software de mantenimiento EAM-CMMS. Creado por *aBESosT Technologies*, es un sistema integrado para la gestión del mantenimiento de fácil implementación. Ha sido diseñado para cualquier tipo de empresa, con cualquier tipo de programa de mantenimiento. Posee una arquitectura abierta de fácil utilización capaz de generar reportes y ofrece un completo control sobre las operaciones.

5.1.5. Microsoft excel y visual basic applications (vba). *Visual basic* para *Microsoft Office* es un lenguaje simple pero muy efectivo que tiene muchas aplicaciones en *Microsoft Excel*, es efectivo y eficaz a la hora de automatizar tareas, permite la creación y diseño de interfaces que interactúan con el usuario y a través de las que pueden acceder a información guardada en su computadora de forma dinámica. Además es muy flexible a la hora de modificar y mejorar las aplicaciones que se han creado con él.

5.2. SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El software seleccionado debe cumplir con ciertas condiciones básicas para que complete efectivamente las tareas que tiene asignadas y además debe generar un impacto positivo entre el personal que estará a cargo de la ejecución de las

labores de mantenimiento. Más específicamente los requerimientos que debe satisfacer son:

- Cumplir con todas las características del software de mantenimiento: Es de vital importancia que a través del software seleccionado se pueda acceder a la información que hace parte del programa de mantenimiento preventivo y se puedan realizar las modificaciones y anexar la información necesaria.
- Interfaz de fácil manejo y comprensión: La utilización del software debe ser sencilla para que los operadores que van a hacer uso de ésta no cometan ningún tipo de error ni requieran de mucho tiempo para ingresar o modificar la información.
- Flexible a mejoras y modificaciones: Debido a que es probable que el programa de mantenimiento se implemente en las sedes de la universidad y los sistemas BAS implementados difieran un poco al del campus principal, es necesario que software sea capaz de adaptarse a dichas diferencias.
- Compatibilidad con el sistema operativo que maneja el personal encargado del mantenimiento: Con el fin de que no deba hacerse ninguna modificación a los equipos del personal de mantenimiento para la utilización del software.
- La UIS debe poseer licencia del software o estar dispuesta a adquirirla.

Para evaluar cuál es el software más apropiado para el sistema computarizado de la gestión de mantenimiento se realiza una tabla comparativa donde es posible observar que requerimientos cumplen cada uno de los software que se tienen como opción.

Tabla 7. Criterios Para La Selección Del Software

Criterio - Evaluación	7i	AM	MP2	EasyMaint	Excel y VBA
Características del software	X	X	X	X	X
Fácil manejo y comprensión		X	X	X	X
Flexibilidad operacional	X	X	X	X	X
Compatibilidad con los OS	X	X	X	X	X
Licencia					X

A partir de la tabla comparativa, se puede inferir que el software de gestión documental que debe utilizarse es *Microsoft Excel y Visual Basic Applications* debido a que es el único que satisface el requisito de licenciamiento por parte de la UIS y cumple con las demás características necesarias.

6. SELECCIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO

Hoy en día existen diferentes metodologías que sirven como táctica para los diferentes tipos de mantenimiento, preventivo, correctivo, proactivo, predictivo, entre otros. El fin principal de estas tácticas es mejorar la confiabilidad, optimizar los costos del mantenimiento y tener la mejor gestión sobre sus activos posible. A continuación se nombran algunas técnicas de mantenimiento preventivo, las cuales se analizarán y se escogerá la técnica de mantenimiento más apta para el proyecto del sistema de control de la UIS.

6.1. DEFINICIONES

6.1.1. TPM – Mantenimiento productivo total. Es un sistema gerencial de soporte al desarrollo de la industria que permite tener equipos de producción siempre listos. Con la participación de todo el personal que compone la empresa. Permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de sus productos o servicios enfocándose en la prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos.

Su objetivo es lograr la eficiencia del Mantenimiento Productivo a través de un sistema comprensivo basado en el respeto a los individuos y en la participación total de los empleados. Por eso debe existir en todo el personal una preparación muy cuidadosa en lo relacionado con ciencias de la conducta humana, la creatividad, el control de rendimientos, la preparación esmerada de los supervisores, la ingeniería de sistemas, la ecología, la tecnología y la logística. Este concepto fue definido incluyendo las siguientes metas:

- El equipo debe restablecerse a un estado en que quede como nuevo.
- El TPM requiere que el operador intervenga en el mantenimiento del equipo.
- El TPM requiere el aumento de la eficacia y rendimiento del mantenimiento
- El TPM requiere la instrucción del personal para perfeccionar su pericia.
- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen el equipo en la implementación del TPM.
- Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operadores de la planta.
- Promover el TPM a través de motivación, con actividades autónomas de pequeños grupos.

6.1.2. RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad. El mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial, es útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento. Los efectos de cada falla son clasificados de acuerdo con el impacto en la seguridad, la operación y el costo.

El objetivo principal de esta táctica es que el mantenimiento debe ser dirigido a mantener la función que realizan los equipos más que los equipos mismos. Esto implica que no se debe buscar tener los equipos como si fueran nuevos, sino en condiciones suficientes para realizar bien su función. También implica que se deben conocer con gran detalle las condiciones que la interrumpen o dificultan.

RCM es una metodología estructurada basada en un árbol de decisiones. Su éxito depende en gran parte de la experiencia de los participantes como también en la posibilidad de contar con datos de tasa de fallas y periodos de ocurrencia

registrados, información dificultosa de encontrar o elaborar en el común de las plantas. La técnica del RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, poniendo en práctica principalmente dos hechos:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Manteniendo especial atención en las tareas del mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a aportar.

6.1.3. TPM & RCM. La combinación de varias tácticas de mantenimiento por parte de una empresa, usualmente, ofrece más beneficios para los intereses de la organización que implementar una sola de las tácticas porque se toma de cada táctica las herramientas que puedan ser usadas por el departamento de mantenimiento en pro de la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, muestra de ello es la implementación, cada vez, más común de la combinación de TPM & RCM. La combinación RCM y TPM facilita el trabajo en equipo entre mantenimiento y producción, mejora la confiabilidad de las máquinas y reduce los costos de operación.

El TPM Y el RCM son tácticas que tienen bases relacionadas, que facilitan su convivencia al interior de la organización, entre los cuales se destacan:

- El TPM busca devolver el equipo su estado funcional, mientras que el RCM erradica o controla las fallas.

- El TPM involucra al operario en la labor de mantenimiento, sin embargo cuando el problema no puede ser identificado y/o controlado por el usuario, se hace necesaria la intervención de un especialista, que basado en RCM busca analizar los modos de falla y sus efectos.
- Las dos tácticas buscan el aumento de la eficiencia. El TPM necesita mejorar las habilidades del equipo de trabajo, mientras el RCM donde debe hacerse esa mejora.
- El TPM aumenta el mantenimiento preventivo y el RCM intensifica el mantenimiento predictivo, es decir, mejoran las prácticas proactivas.
- La utilización conjunta de ambas tácticas permite alcanzar un manejo intensivo y exitoso de los instrumentos básicos y avanzados de mantenimiento, en especial del recurso humano (TPM) y tecnología (RCM).

6.1.4. PMO – Optimización de mantenimiento planeado. La optimización de mantenimiento planeado PMO es un proceso estructurado para optimizar resultados de los planes de mantenimiento existente, es un método mediante el cual se busca la actualización de los planes de mantenimiento basándose en el historial de fallas, información técnica, cambio de procesos de operaciones y actualizaciones de las diferentes técnicas de mantenimiento preventivo.

El PMO está basado en la criticidad del equipo o ranking, dicha criticidad se puede obtener revisando la priorización de los planes de mantenimiento, filtrando o subdividiendo la información por sistemas y/o equipos para su análisis, una vez que se determinan los equipos críticos, se dirige el enfoque hacia el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Un equipo crítico es todo aquel equipo que refleje de alguna manera un aspecto negativo en seguridad y medio ambiente, costos de producción y planta y mano de obra. Empleando el PMO se obtiene:

- Reconocimiento de problemas con información exacta.
- Efectivo uso de los recursos.
- Mejora de la productividad de los operarios.
- Adaptabilidad a las situaciones y los objetivos de cada empresa.

6.2. SELECCIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO

Como fue mencionado en el numeral anterior, existen diversas metodologías para la elaboración de un programa de mantenimiento que se basan esencialmente en atender diferentes necesidades que pueda tener el sistema con en que se trabaja. Para determinar la táctica de mantenimiento para el sistema de control de accesos de la UIS se establecieron unos criterios que corresponden con las necesidades del sistema y luego se analizaron las diferentes técnicas de mantenimiento respecto a tales criterios.

6.2.1. Criterios de selección. Debido a la existencia de diferentes alternativas para el diseño del programa de mantenimiento preventivo, debieron establecerse unos criterios que tuvieran en cuenta las necesidades del sistema BAS para el control de accesos. Los requisitos más importantes del sistema se nombran a continuación.

- El programa debe evitar la ocurrencia de fallas que generen daños y averías en los equipos.
- Las tareas de mantenimiento no deben ocasionar paradas prolongadas de los equipos y por tanto de los subsistemas. Además, la frecuencia con que se deban realizar las tareas de mantenimiento debe ser prudente, es decir que no ocasionen detenciones repetidamente.
- La calidad del funcionamiento de los subsistemas debe ser tanto óptima como eficiente.

- La implementación del programa de mantenimiento debe resultar más económica que la reparación de fallas y averías.

Por tanto, reducción de paros de máquinas, reducción de costos de operación, calidad del funcionamiento y la prevención de fallas fueron los criterios seleccionados.

6.2.2. Evaluación de las tácticas. El siguiente paso en la selección de la táctica adecuada es analizar las características más importantes de cada una de ellas a partir de los criterios establecidos.

Tabla 8. Características TPM

	Prevención de fallas	Reducción de paros de maquinas	Reducción de costos	Calidad del funcionamiento del sistema
TPM	El objetivo es la reducción total de las fallas, debido a que una falla traduce una pausa del equipo que puede generar ineficiencia.	Busca que la cantidad de paros y defectos sea nula y que el rendimiento sea máximo, a través del dominio de todos los aspectos que generan pérdidas.	Su implementación representa un alto costo debido a que se debe capacitar a todo el personal. Además, que las tareas de mantenimiento deben realizarse de forma constante.	Como las maquinas funcionan eficientemente la calidad del funcionamiento mejoran. Se genera mayor eficiencia, mejores estándares de calidad y mayores niveles de utilidad

Tabla 9. Características RCM

	Prevención de fallas	Reducción de paros de maquinas	Reducción de costos	Calidad del funcionamiento del sistema
RCM	Busca todos aquellos requerimientos de mantenimiento que tienen un activo físico en su etapa de operatividad utilizando procedimiento de ejecución que busquen disminuir las fallas.	Las tareas de mantenimiento se programan de tal forma que interrumpen el funcionamiento de los subsistemas la menor cantidad de tiempo posible.	El principal objetivo de esta táctica es reducir el costo del mantenimiento debido a la optimización y planeación de los recursos. Además, ayuda a prolongar la vida útil de los equipos, generando un ahorro.	Debido a que se escoge el mejor tipo de mantenimiento para cada uno de los equipos, se mejora el funcionamiento de los subsistemas, por esta razón los estándares de calidad son más altos.

Tabla 10. Característica TPM&RCM

	Prevención de fallas	Reducción de paros de maquinas	Reducción de costos	Calidad del funcionamiento del sistema
TPM & RCM	La combinación de ambas tácticas evita crisis y falla en el funcionamiento de los subsistemas.	Busca que la cantidad de paros y defectos sea nula y que el rendimiento sea máximo, a través del dominio de todos los aspects que generan pérdidas.	Su implementación representa un alto costo debido a que se debe capacitar a todo el personal. Además, que las tareas de mantenimiento deben realizarse de forma constante.	Las dos tácticas combinan para que la organización y la confiabilidad garanticen una excelente operación y gestión del mantenimiento.

Tabla 11. Características PMO

	Prevención de fallas	Reducción de paros de maquinas	Reducción de costos	Calidad del funcionamiento del sistema
PMO	Se busca realizar un análisis de modo de fallas muy específico y concreto, es decir no se tienen en cuenta muchas de las fallas por considerarse irrelevantes.	Como no se efectúan tareas de para prevenir una gran cantidad de fallas, las pausas en los subsistemas por mantenimiento no son tantas, pero si los equipos fallan se puede generar paros prolongados mientras se reparan.	Debido a que no se previenen todas las fallas puede que su implementación sea económica. Sin embargo, si una de esas falla irrelevantes generan un gran daño, los costo pueden elevarse considerablemente.	Permite controlar el funcionamiento de los equipos. No obstante, al no tener en cuenta todas las fallas, si se presenta alguna, la calidad puede disminuir sustancialmente.

Una vez hecho el análisis se realiza una calificación de cada técnica respecto a cada criterio, la escala es de 1 a 5 siendo 5 la calificación más alta y 1 la más baja. Con esta evaluación finalmente se determina la técnica más adecuada para implementar, que corresponde a la metodología que obtenga la mayor calificación.

Tabla 12. Criterios De Selección Técnicas De Mantenimiento

Criterio - Evaluación	TPM	RCM	TPM & RCM	PMO
Prevención de fallas	5	5	5	3
Reducción de paros de maquinas	5	5	5	4
Reducción de costos	3	5	3	4
Calidad del funcionamiento	5	5	5	4
Puntuación total	18	20	18	15

Por tanto, el mantenimiento centrado en confiabilidad es la técnica seleccionada para el diseño del programa de mantenimiento preventivo para el sistema de control de accesos vehicular y peatonal de la Universidad Industrial de Santander.

7. IMPLEMENTACIÓN DE LA TÁCTICA DE MANTENIMIENTO

Como se mencionó en el anterior ítem, el mantenimiento centrado en confiabilidad RCM es la táctica seleccionada para el diseño del programa de este mantenimiento preventivo.

La metodología propuesta por esta táctica, parte de un análisis de modo de falla AMEF en el cual se recopila del equipo la siguiente información en estricto orden en un formato establecido por el RCM llamado “Hoja de información RCM”:

1. Función
2. Fallo funcional
3. Modo de fallo
4. Efecto de fallo

Para la correcta recolección de datos en la hoja de información se deben seguir las cuatro fases que estipula esta metodología en la norma SAE JA11011, donde se formulan una serie de preguntas que enfocan correctamente el análisis⁹.

7.1. DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE EQUIPOS

¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativo presente?

⁹Trabajo de grado “Elaboración de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la productora de concreto hormigón S.A”.

De acuerdo con el estudio realizado al funcionamiento del sistema de automatización, se determinaron las funciones que debe cumplir cada equipo crítico. Como ejemplo se explicará la talanquera, en el anexo D se encontrará el análisis completo de los equipos restantes pertenecientes a este sistema.

1. Permite el ingreso y la salida de los vehículos a la institución.

7.2. DETERMINACIÓN DE LOS FALLOS FUNCIONALES

¿En qué aspectos no responde al cumplimiento de sus funciones?

Teniendo la lista de las funciones realizadas por cada equipo analizado, se procede a la determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos que pueden presentarse a partir de la función realizada. Según la metodología la nomenclatura para mencionar los fallos debe ser alfabética.

Se continuará con el equipo del ítem anterior como muestra de ejemplo. Ver figura 7.

Figura 6. Fallo Funcional De La Talanquera

Funciones	Fallo funcional
1. Permitir/denegar el acceso/salida de los vehiculos	A. Acceso/salida libre

7.3. DETERMINACIÓN DE MODO DE FALLOS

¿Qué ocasiona cada fallo funcional?

Partiendo de los fallos funcionales establecidos en el punto anterior se determina los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior, los cuales se nombrarán y se enumerarán de existir varios fallos en una sola función. Ver figura 8.

Figura 7. Modo de Fallo de la Talanquera

Fallo funcional	Modo de fallo
A. Acceso/salida libre	1. Desconexión total de las lectoras de tarjeta
	2. Habilitación del acceso/salida libre por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta

7.4. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE FALLO

¿Qué sucede cuando se produce cada falla en particular?

Para cada momento de fallo nombrado en la fase anterior, se analizan las consecuencias que producen dentro del sistema y si estas consecuencias son evidentes o no para el equipo de trabajo en esa área. Ver figura 9.



Figura 8. Efectos De Fallo De La Talanquera

Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Desconexión total de las lectoras de tarjeta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
2. Habilitación del acceso/salida libre por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso

7.5. RESULTADOS OBTENIDOS

Con todas las fases completadas, se tiene toda la información necesaria para completar la hoja de información para cada equipo, la cual contiene el análisis realizado sobre la identificación de las funciones del sistema, además de sus fallas funcionales. Ver figura 10.

Figura 9. Hoja de Información de la Talanquera

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
EQUIPO Talanquera		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Permitir/denegar el acceso/salida de los vehículos	A. Acceso/salida libre	1. Desconexión total de las lectoras de tarjeta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
		2. Habilitación del acceso/salida libre por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
	B. No permite el acceso/salida al personal autorizado	1. Falla en la conexión de las lectoras de tarjetas	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
		2. Deshabilitación del acceso/salida por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
	C. Hay habilitación en el acceso/salida pero el brazo de la talanquera no responde	1. Falta de engrasamiento	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
		2. Deterioro del equipo	Retraso en el acceso/salida de los vehículos

7.6. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL SISTEMA

Una vez aplicada la táctica de mantenimiento a cada uno de los equipos críticos del sistema, se realiza un análisis de los resultados obtenidos para determinar las tareas de mantenimiento o rutinas que se deben ejecutar, los procedimientos que deben llevarse a cabo y el tiempo ideal de ejecución de tales tareas de mantenimiento preventivo.

7.6.1. Plantillas de chequeo. Son de vital importancia debido a que proporcionan una lista de procedimientos que se deben realizar en cada intervención preventiva

de los equipos, evitando así que se pasen por alto algunas de las actividades, además es una forma rápida y fácil de entregar la información al encargado de realizar a actividad y del mismo modo al encargado de la recolección e ingreso de la información al sistema. En esta lista son incluidas todas las tareas que el análisis RCM indicó que debían realizarse para que los equipos funcionen de la manera adecuada. En la tabla 13 se observa como ejemplo la plantilla o formato de control de la talanquera. En el anexo E se podrá observar todos los formatos diseñados para cada equipo de este sistema BAS.

7.6.2. Guía de procedimiento. La guía de procedimiento consiste en una descripción clara y precisa de las labores de mantenimiento preventivo que se deben ejecutar y que son mencionados en las guías de chequeo. En la tabla 14 se observa el procedimiento programado para la talanquera como muestra de ejemplo. En el anexo F se observarán los procedimientos programados para cada equipo que hace parte del sistema de automatización.

Tabla 13. Formato De Control Para La Talanquera


		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		
EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	
TALANQUERAS BL-229		
SUPERVISOR RESPONSABLE		TECNICO
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> TRIMESTRAL	
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION	
MENSUAL		
Limpieza de los elementos mecanicos y electronicos	<input type="checkbox"/>	
Revisión de conductores y tornillos	<input type="checkbox"/>	
Limpia y lubrica la parte mecanica	<input type="checkbox"/>	
Limpieza externa	<input type="checkbox"/>	
TRIMESTRAL		
Revisar el estado de la comunicación con las microcontroladoras.	<input type="checkbox"/>	
Ajustar los niveles de voltajes de sus partes electronicas	<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES		

Nota: Se recomienda que diariamente el operador acargo se asegure que el mecanismo de bloque esta funcionando correcta- y la barrera puede ser operada de una barrera segura.

FIRMA SUPERVISOR

FIRMA TECNICO

Tabla 14. Procedimiento Programado Para La Talanquera

		PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo			
Equipo: Talanquera		Tiempo estimado: 30 minutos	
PROCEDIMIENTO			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar el protector plástico. 2. Usando la llave retirar la tapa metálica de la talanquera. 3. Apagar las fuentes de alimentación. 4. Retirar el protector de la parte electrónica. 5. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca retirar el polvo de los elementos mecánicos y electrónicos. 6. Revisar si existen cables o tornillos sueltos. 7. Conectar los cables y ajustar los tornillos sueltos. 8. Aplicar limpiador y lubricante a las partes mecánicas. 9. Poner la tapa metálica y ajustarla. 10. Aplicar cera para limpiar y brillar a la superficie externa de la talanquera, dejar secar durante 3 minutos y luego retirarla frotando la superficie con un trozo de tela seco. 11. Poner de nuevo el protector plástico. 			

7.6.3. Cronograma de actividades. Para definir de forma correcta la frecuencia con la que deben ser ejecutadas las tareas de mantenimiento preventivo se acudió a los manuales y fichas técnicas de cada uno de los equipos proporcionadas por los fabricantes, además se tuvo en cuenta la experiencia del ingeniero de mantenimiento de la UIS. El cronograma consta de las actividades

que deben realizarse para cada equipo, así como su frecuencia por un periodo de doce meses. Para la ejecución de las tareas se escogió el día sábado de la semana especificada en el cronograma, debido a que es el día laboral en el que hay menos flujo de gente en las entradas del campus principal y la Facultad de Salud y por tanto no se generarán muchas molestias entre el personal encargado del mantenimiento y el personal. En el anexo G se observará el calendario programado con su respectiva actividad y frecuencia para la realización del mantenimiento.

8. SOFTWARE DE GESTIÓN DE DOCUMENTAL

Entre los objetivos planteados para el desarrollo del plan de mantenimiento se estableció la implementación de un software o herramienta de gestión documental con el fin de organizar, gestionar y ver de una manera más eficiente toda la información de la gestión documental, se utilizó la plataforma de *Microsoft Excel* en el cual se diseñó un programa en *Visual Basic Advance* llamado MANTUIS.

MANTUIS brinda la oportunidad de almacenar, modificar y actualizar toda información en el momento que sea necesario, también permite el acceso al calendario que fue previamente programado.

Para el desarrollo de este software surgieron una serie de etapas establecidas de la siguiente forma:¹⁰

- Identificación de la información para la gestión de mantenimiento.
- Estructuración del software.
- Identificación de las variables de entrada y salida.
- Establecimiento de las relaciones entre las diferentes unidades de información del sistema con el fin de evitar contratiempos por demora o vinculaciones indebidas de datos.

¹⁰ Proyecto de grado, Programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de los laboratorios: Químicos de consultas industriales y central de investigaciones de la universidad Industrial de Santander.

8.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL MANTUIS

MANTUIS fue un diseñada por los autores de este proyecto que se define como un sistema abierto de información al usuario donde básicamente tiene como objetivo:

- Gestionar toda la información necesaria de una manera rápida y sencilla.
- Almacenar y modificar cualquier tipo de información en caso de fuera necesario.
- Ver y programar todo tipo mantenimiento futuro.
- Restringir el acceso de información reservada a personal no autorizado.

8.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL MANTUIS

Cuando se habla de los componentes que hacen parte del sistema de gestión documental se hace referencia a todos aquellos que son necesarios para el correcto desarrollo de las actividades planteadas en la ejecución del mantenimiento preventivo, dentro de estos documentos se encuentran:

- Fichas técnicas
- Plantillas o Formatos
- Hojas de Vida
- Procedimientos
- Calendario

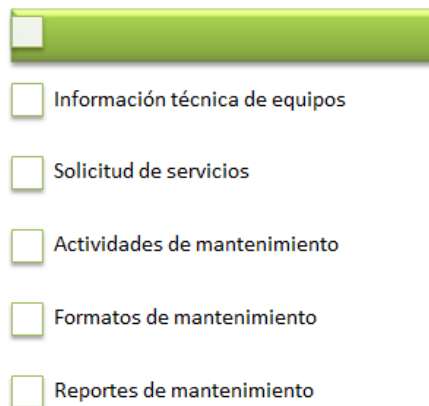
Además existen otros archivos que generan un valor agregado como son los documentos escaneados como evidencia de que el mantenimiento fue realizado y ejecutado en las fechas previamente planteadas.

8.3. VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA

Para clasificar la información contenida en MANTUIS, como cualquier programa informático, se deben definir las variables de trabajo de entrada y de salida, de lo anterior se tiene:

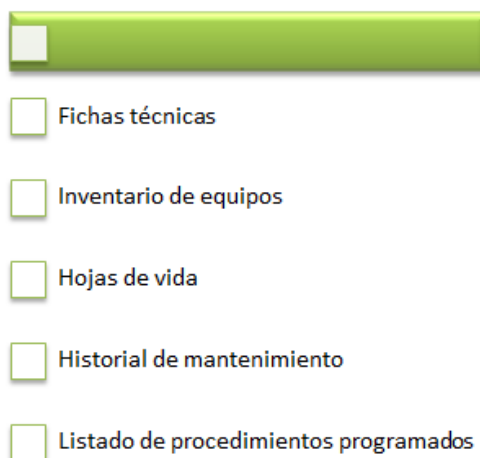
8.3.1. Variables de entrada

Figura 10. VARIABLES DE ENTRADA



8.3.2. Variables de salida

Figura 11. Variables de Salida



8.4. DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE MANTUIS

El sistema de gestión documental MANTUIS se realizó a partir de 7 módulos básicamente.

- Hojas de vida
- Formatos
- Fichas técnicas
- Procedimientos
- Calendario
- Cambiar ID
- Sistema

Cada módulo a su vez, cuenta con más ítems con el fin de brindarle al usuario una visión más clara de la información con la que se cuenta. La aplicación se realizó con un mínimo de seguridad donde solo el administrador es quien puede modificar o agregar nuevos archivos al sistema de información, los demás usuarios tendrán esta restricción y solo estarán autorizados para ver la totalidad de los documentos. En anexo I se encontrará el manual de usuario de MANTUIS.

9. CONCLUSIONES

- Se realizó un inventario de todos los equipos que hacen parte del sistema de automatización empleados por la institución, el cual contaba con un total de 77 equipos y un software en donde ninguno de ellos contaba con un plan de mantenimiento preventivo.
- El departamento encargado del mantenimiento de la universidad, Planta Física, no cuenta con ninguna herramienta eficiente que les permita mejorar, organizar y gestionar la información existente referente a la gestión del mantenimiento.
- Se logró determinar que de los 80 equipos que hacen parte de este sistema, a 3 de ellos no tiene acceso el personal que se encargará de implementar el programa de mantenimiento preventivo razón por la cual se excluyen del mismo. Según el análisis de criticidad previamente realizado, se obtuvo como resultado un total de 42 equipos no críticos como base a los procedimientos que buscan la optimización de los procesos en cualquier entidad, para obtener un total de 35 equipos y 1 software críticos o aptos para la ejecución de este plan de mantenimiento.
- Los torniquetes, talanqueras y controladoras son los equipos más críticos de este sistema, debido a que poseen los índices más altos de falla, impacto y flexibilidad de operación.
- Se diseñó un formato de ficha técnica para cada equipo, donde se incluye toda la información general, especificaciones técnicas y operacionales con el fin de facilitar y organizar la información más importante al momento de realizar el mantenimiento preventivo.

- Se analizaron y compararon cuatro estrategias de mantenimiento donde se tomaron en cuenta criterios como prevención de fallas, reducción de paros de máquinas, reducción de costos y calidad del funcionamiento del sistema, siendo la estrategia RCM como la más adecuada para implementar a este sistema BAS de automatización.
- Se efectuó la metodología impuesta por el RCM para los equipos críticos que resultado del análisis de criticidad desarrollado en este proyecto. Se establecieron los modos y efectos de falla para dichos equipos, y a partir de este análisis y con la ayuda de la hoja de información se desarrolló el plan de mantenimiento para el sistema BAS de la Universidad.
- Se programaron rutinas de mantenimiento para los equipos críticos, las cuales especifican la actividad a realizar y la frecuencia a partir de las recomendaciones de los fabricantes y experiencia de los operarios.
- Se enlistaron y se evaluaron cinco programas o software de gestión documental, en donde teniendo en cuenta criterios como características del software, fácil manejo y comprensión, flexibilidad operacional, compatibilidad con los OS y licencia, se determinó que Microsoft Excel y Visual Basic Application es el software más apropiado para realizar la gestión documental a este mantenimiento. Donde se diseñó y se elaboró un sistema de información para la administración del mantenimiento el cual contiene módulos de fichas técnicas, procedimientos, calendario, entre otros.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la pronta instalación del software MANTUIS en los equipos de Planta Física de la Universidad para ir familiarizando a los usuarios y/o trabajadores con esta herramienta de gestión documental y de esta manera buscar su correcto funcionamiento al momento de implementar nuevas propuestas para la gestión del mantenimiento.
- Se sugiere luego de la correcta actualización del software MANTUIS, la elaboración de una base de datos que equipos cuya información en el momento de realizar este análisis y plan de mantenimiento se desconozca, además de agregar la información de fabricación de todos los equipos tales como seriales y códigos de fábrica.
- Se sugiere implementar el mismo modelo de codificación para nuevos equipos en caso que se desee continuar con la automatización en otras sedes o escuelas de la universidad. Para ello, se propone añadir un nuevo módulo al software MANTUIS el cual ayude en la búsqueda y creación de un historial de actividades como se venía trabajando en este software para el plan de mantenimiento de este proyecto
- Se recomienda de llevar una continuidad permanente del trabajo realizado, creando conciencia a los empleados y directivos de la organización, que el plan de mantenimiento es una ayuda cuyo único fin es optimizar procesos y aumentar la vida útil de los equipos, además de reducir los costos.

BIBLIOGRAFÍA




- ANGEL, Rubén Darío y TORRES ARAGON, Erich Freud. Modelo Gerencial de Mantenimiento Preventivo para el Área de Equipos Criogénicos HDT-CRYOGAS de la Refinería de Barrancabermeja. Bucaramanga, 2012. Tesis de Grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- BARÓN REATIGA, Andrés Emilio. Plan de Mantenimiento Preventivo de la Planta de Autogeneración Argos Sogamoso. Bucaramanga, 2012. Tesis de Grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, 2010.
- BOTERO, Ernesto. Mantenimiento preventivo. Universidad Industrial de Santander, 2011.
- CARREÑO ARDILA, Heitman Zamir y OSMA GOMEZ Víctor Alfonso. Programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de los laboratorios: Químicos de consultas industriales y central de investigaciones de la universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2013. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- JIMÉNEZ VERGARA, José Andrés. Tácticas de Mantenimiento. Medellín, 2010. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería Mecánica.

- MOJICA SÁNCHEZ, Ricardo Arturo. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Línea de Producción de Baldosas en la Planta Baldosines Torino S.A.. Bucaramanga 2010. Tesis de Grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- MORENO RUEDA, Elkin. Implementación de un BAS (Building Automation System) Básico para el Control Integrado de un Sistema de Aire Acondicionado e Iluminación Mediante Dispositivos con Comunicación Bacnet. Bucaramanga, 2012. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- OSORIO TRIANA, Oscar Mario. Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios La victoria. Bucaramanga 2013 Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- TAVARES, Lourival Augusto. Criterios para Seleccionar y Evaluar un Software de Mantenimiento. Revista Mantenimiento - Chile - Nº 26 - AÑO 1996 – ISS 0716 – 8616.
- UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [En línea]. Disponible en: <http://www.uis.edu.co>. [Citado en 3 de Julio de 2014]
- VALENCIA QUINTERO, Carlos Antonio y MORALES ARDILA, Víctor Hugo. Elaboración de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la productora de concreto hormigón S.A. Bucaramanga 2013. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.




ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS




CONTROLADORA

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Controladora de Accesos					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Control	MARCA ACX	MODELO 5740	FABRICANTE TAC®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Porteria					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	25	cm	ANCHO	24.1	cm
PROFUNDIDAD	5.7	cm	PESO	0.78	kg
ELÉCTRICAS					
TENSIÓN			POTENCIA		
VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD	
24	VDC		50	VA	
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO	✓		TEMPERATURA	0 - 50 °C	
POLVO	✓		HUMEDAD	20% - 80%	




IMPRESORA DE TARJETAS

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Impresora de Tarjetas					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Impresión	MARCA DATACARD	MODELO SP75 PLUS	FABRICANTE DATACARD®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Carnetización					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	59	cm	ANCHO	25.2	cm
PROFUNDIDAD	48	cm	PESO	12.5	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	120	V	FRECUENCIA	50 - 60	Hz
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN USB			OPERACIÓN DE RED IP		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO	✓		TEMPERATURA	15 - 35 °C	
POLVO	✓		HUMEDAD	20% - 80%	




LECTORA BIOMÉTRICA

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Lectora Biométrica					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Acceso	MARCA V_Station	MODELO 4G	FABRICANTE L1 ID		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	15.9	cm	ANCHO	16.5	cm
PROFUNDIDAD	8.2	cm			
ELÉCTRICAS					
TENSIÓN			POTENCIA		
VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD	
12	VDC		60	VA	
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO	✓		TEMPERATURA	0 - 60 °C	
POLVO	✓		HUMEDAD	5% - 95%	
OTROS					
Frecuencia de transmisión: 12 kHz - 13.5 kHz					




TALANQUERA

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Talanquera					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Acceso	MARCA BL	MODELO 229	FABRICANTE AS		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	340	cm	ANCHO	40.3	cm
PROFUNDIDAD	105.2	cm	PESO	83	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	110	V	FRECUENCIA	50 - 60	Hz
POTENCIA	335	VA			
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP44		
ENTORNO					
	SI	NO		TEMPERATURA	-20 - 50 °C
BAJO TECHO		✓			
POLVO	✓				
OTROS					
Vientos: Soporta vientos de hasta 120 km/h					
Tiempo de maniobra: 0.6 - 1.7 s					
ACCESORIOS					
Motor trifásico 250 W					




TORNIQUETE DOBLE

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Torniquete doble					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Acceso	MARCA SLIMSTILE EV	MODELO BA	FABRICANTE GUNNEBO®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	95	cm	ANCHO	52	cm
PROFUNDIDAD	100.4	cm	PESO	50	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	115	V	FRECUENCIA	60	Hz
POTENCIA	50	VA			
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP20		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO		✓	TEMPERATURA	0 - 45 °C	
POLVO	✓				

TORNQUETE SENCILLO

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Torniquete Sencillo					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Acceso	MARCA SLIMSTILE EV ATT	MODELO BA	FABRICANTE GUNNEBO®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	95	cm	ANCHO	27	cm
PROFUNDIDAD	100.4	cm	PESO	52.62	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	115	V	FRECUENCIA	60	Hz
POTENCIA	50	VA			
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP20		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO		✓	TEMPERATURA	0 - 45 °C	
POLVO	✓				

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS)

		FICHA TÉCNICA			
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo					
EQUIPO					
Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)					
					
DATOS DEL EQUIPO					
TIPO DE EQUIPO Energía	MARCA SURTA	MODELO 1500XL	FABRICANTE APC®		
UBICACIÓN DEL EQUIPO					
Portería					
CARACTERÍSTICAS					
FÍSICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
LARGO	43.2	cm	ANCHO	8.5	cm
PROFUNDIDAD	59.9	cm	PESO	27.5	kg
ELÉCTRICAS					
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD
TENSIÓN	120	V	FRECUENCIA	60	Hz
POTENCIA	1050	VA			
COMUNICACIONES					
CONEXIÓN ETHERNET			OPERACIÓN DE RED IP20		
ENTORNO					
	SI	NO			
BAJO TECHO	✓		TEMPERATURA	0 - 40 °C	
POLVO	✓		HUMEDAD	0% - 95%	
OTROS					
Tiempo de recarga: 3 horas Tiempo de descarga: Media hora a plena carga Longitud del cable: 1.83 m					

ANEXO B. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

CODIFICACIÓN PORTERÍA CARRERA 27

Portería Carrera 27	
Código	Equipo
27.0.01	Lectora
27.0.02	Lectora
27.0.03	Lectora
27.0.04	Lectora
27.0.05	Lectora
27.0.06	Lectora
27.0.07	Lectora
27.0.08	Lectora
27.0.09	Lectora
27.0.10	Lectora
27.0.11	Lectora
27.0.12	Lectora
27.0.13	Lectora
27.0.14	Lectora
27.0.15	Lectora
27.0.16	Lectora
27.0.17	Lectora
27.0.18	Lectora
27.2.01	Torniquete doble
27.2.02	Torniquete doble
27.2.03	Torniquete doble
27.2.04	Torniquete doble
27.3.01	Torniquete sencillo
27.4.01	Controladora
27.4.02	Controladora
27.4.03	Controladora
27.5.01	Lectora Biometrica
27.12.01	UPS

CODIFICACIÓN PORTERÍA CARRERA 25

Portería Carrera 25	
Código	Equipo
25.0.01	Lectora
25.0.02	Lectora
25.0.03	Lectora
25.0.04	Lectora
25.0.05	Lectora
25.0.06	Lectora
25.1.01	Talanquera
25.1.02	Talanquera
25.2.01	Torniquete doble
25.4.01	Controladora
25.5.01	Lectora Biometrica
25.12.01	UPS

CODIFICACIÓN PORTERÍA CARRERA 32

Portería Carrera 32	
Código	Equipo
32.0.01	Lectora
32.0.02	Lectora
32.0.03	Lectora
32.0.04	Lectora
32.0.05	Lectora
32.0.06	Lectora
32.0.07	Lectora
32.0.08	Lectora
32.1.01	Talanquera
32.2.01	Torniquete doble
32.2.01	Torniquete sencillo
32.4.01	Controladora
32.4.02	Controladora
32.5.01	Lectora Biometrica
32.12.01	UPS

CODIFICACIÓN PORTERÍA CARRERA 33

Portería Carrera 33	
Código	Equipo
33.0.01	Lectora
33.0.02	Lectora
33.0.03	Lectora
33.0.04	Lectora
33.0.05	Lectora
33.0.06	Lectora
33.1.01	Talanquera
33.2.01	Torniquete doble
33.4.01	Controladora
33.4.02	Controladora
33.5.01	Lectora Biometrica
33.12.01	UPS

CODIFICACIÓN PORTERÍA CARRERA 30

Porteria Carrera 30	
Código	Equipo
30.0.01	Lectora
30.0.02	Lectora
30.0.03	Lectora
30.0.04	Lectora
30.1.01	Talanquera
30.1.02	Talanquera
30.2.01	Torniquete doble
30.4.01	Controladora
30.5.01	Lectora Biometrica
30.12.01	UPS

ANEXO C. CRITICIDAD DE EQUIPOS

EQUIPOS CARRERA 25

Criticidad Carrera 25								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
25.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.0.05	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.0.06	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
25.1.01	Talanquera	3	4	4	2	3	21	63
25.1.02	Talanquera	3	4	4	2	3	21	63
25.2.01	Torniquete doble	3	7	4	2	1	31	93
25.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
25.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
25.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66

FF: frecuencia de fallas IO: Impacto Operacional FO: Flexibilidad operacional CM: Costo mantenimiento ISAH: Impacto Seguridad Ambiente Higiene CONS: Consecuencias
CT: Criticidad Total

EQUIPOS CARRERA 30

Criticidad Carrera 30								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
30.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
30.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
30.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
30.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
30.1.01	Talanquera	3	4	4	2	3	21	63
30.1.02	Talanquera	3	4	4	2	3	21	63
30.2.01	Torniquete doble	3	7	4	2	1	31	93
30.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
30.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
30.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66

FF: frecuencia de fallas IO: Impacto Operacional FO: Flexibilidad operacional CM: Costo mantenimiento ISAH: Impacto Seguridad Ambiente Higiene CONS: Consecuencias
 CT: Criticidad Total

EQUIPOS CARRERA 32

Criticidad carrera 32 - SALUD								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
32.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.05	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.06	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.07	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.08	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.1.01	Talanquera	3	7	4	2	3	33	99
32.2.01	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
32.2.01	Torniquete sencillo	3	4	4	2	1	19	57
32.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
32.4.02	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
32.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
32.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66

EQUIPOS CARRERA 27

Criticidad carrera 27								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
27.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.05	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.06	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.07	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.08	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.09	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.10	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.11	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.12	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.13	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.14	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.15	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.16	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.17	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.0.18	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
27.2.01	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
27.2.02	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
27.2.03	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
27.2.04	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
27.3.01	Torniquete sencillo	3	4	4	2	1	19	57
27.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
27.4.02	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
27.4.03	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
27.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
27.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66



FF: frecuencia de fallas IO: Impacto Operacional FO: Flexibilidad operacional CM: Costo mantenimiento ISAH: Impacto Seguridad Ambiente Higiene CONS: Consecuencias
CT: Criticidad Total

EQUIPOS CARRERA 32



Criticidad carrera 32 - SALUD								
Código	Equipo	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONS	CT
32.0.01	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.02	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.03	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.04	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.05	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.06	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.07	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.0.08	Lectora	1	4	4	1	1	18	18
32.1.01	Talanquera	3	7	4	2	3	33	99
32.2.01	Torniquete doble	3	4	4	2	1	19	57
32.2.01	Torniquete sencillo	3	4	4	2	1	19	57
32.4.01	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
32.4.02	Controladora	2	10	4	2	1	43	86
32.5.01	Lectora Biometrica	2	4	4	2	1	19	38
32.12.01	UPS	2	7	4	2	3	33	66

ANEXO D. HOJAS DE INFORMACIÓN



CONTROLADORA

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
		Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
EQUIPO Controladora de accesos		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Enviar las señales de control para que cada uno de los equipos cumpla su función correctamente	A. No recibe las señales provenientes de los equipos	1. Falla en la conexión con las lectoras.	Retraso en el acceso/salida del personal
	B. No puede establecer la correcta comunicación con el sistema Andover Continuum	1. Envío de señales de control incorrectas	Habilitación/deshabilitación de los accesos a su cargo

IMPRESORA DE TARJETAS

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo			
EQUIPO Controladora de accesos		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Enviar las señales de control para que cada uno de los equipos cumpla su función correctamente	A. No recibe las señales provenientes de los equipos	1. Falla en la conexión con las lectoras.	Retraso en el acceso/salida del personal
	B. No puede establecer la correcta comunicación con el sistema Andover Continuum	1. Envío de señales de control incorrectas	Habilitación/deshabilitación de los accesos a su cargo



LECTORA BIOMÉTRICA

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
		Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
EQUIPO Impresora de Etiquetas		UBICACIÓN Carnetización	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Imprimir las tarjetas de identificación del personal universitario	A. Las tarjetas impresas poseen líneas blancas	1. El cabezal de impresión ha sido cambiado y no se ha instalado correctamente	No se puede entregar una tarjeta de identificación mal impresa por lo que se producen pérdidas económicas
		2. El cabezal de impresión ha sido tocado con las manos o con un algún elemento que pueda afectar la calidad de la impresión	No se puede entregar una tarjeta de identificación mal impresa por lo que se producen pérdidas económicas
	B. Las tarjetas impresas salgan con algún tipo de mancha o residuo.	1. El cabezal de impresión ha sido cambiado y no se ha instalado correctamente	No se puede entregar una tarjeta de identificación mal impresa por lo que se producen pérdidas económicas
		2. El cabezal de impresión ha sido tocado con las manos o con un algún elemento que pueda afectar la calidad de la impresión	No se puede entregar una tarjeta de identificación mal impresa por lo que se producen pérdidas económicas



TALANQUERA

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
		Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
EQUIPO Talanquera		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Permitir/denegar el acceso/salida de los vehículos	A. Acceso/salida libre	1. Desconexión total de las lectoras de tarjeta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
		2. Habilitación del acceso/salida libre por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
	B. No permite el acceso/salida al personal autorizado	1. Falla en la conexión de las lectoras de tarjetas	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
		2. Deshabilitación del acceso/salida por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
	C. Hay habilitación en el acceso/salida pero el brazo de la talanquera no responde	1. Falta de engrasamiento	Retraso en el acceso/salida de los vehículos
		2. Deterioro del equipo	Retraso en el acceso/salida de los vehículos

TORNIQUETE DOBLE Y SENCILLO

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
		Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
EQUIPO Torniquete doble/sencillo		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Permitir/denegar el acceso/salida de los peatones	A. Acceso/salida libre	1. Desconexión total de las lectoras de tarjeta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
		2. Habilitación del acceso/salida libre por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Cualquier persona no autorizada puede acceder al campus, además sin generar ningún registro de su acceso
	B. No permite el acceso/salida al personal autorizado	1. Falla en la conexión de las lectoras de tarjetas	Retraso en el acceso/salida de los peatones
		2. Deshabilitación del acceso/salida por parte del encargado de mantenimiento sin darse cuenta	Retraso en el acceso/salida de los peatones
	C. Hay habilitación en el acceso/salida pero el trípode no gira	1. Falla en los resortes amortiguadores internos	Retraso en el acceso/salida de los peatones
		2. Falla en el funcionamiento de los electroimanes internos del torniquete	Retraso en el acceso/salida de los peatones

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN INTERRUPTIDA (UPS)

 		MANTENIMIENTO BASADO EN RCM	
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo			
EQUIPO UPS		UBICACIÓN Porterías	
Funciones	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo
1. Alimentar el sistema en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica	A. Apagón de todo el subsistema	1. Poca carga de la UPS	No se cargo completamente la UPS o se interrumpio por cualquier circunstancia
		2. Mala conexión con los equipos	Desconexión por cualquier eventualidad de los cables impidiendo la continuidad de la corriente
		3. Batería de la UPS en mal estado	La batería de la UPS ofrece un soporte alimentación por un tiempo mucho menor al adecuado
2. Filtro de picos de tensión	A. Daño de equipos del sistema	1. Tensión de salida muy baja o muy elevada	Mala calibración o lectura de la tensión de salida al momento del mantenimiento

ANEXO E. PLANTILLAS DE CHEQUEO

CONTROLADORA


		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO CONTROLADORA DE ACCESO	CODIGO DEL EQUIPO	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MENSUAL		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpieza exterior	<input type="checkbox"/>
Verificar conexión en todos los puntos	<input type="checkbox"/>
Verificar el correcto funcionamiento de la controladora	<input type="checkbox"/>
Medición de la tensión en la controladora	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

IMPRESORA DE TARJETAS

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO
IMPRESORA SP75 PLUS	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO
FECHA DE MANTENIMIENTO	HORA INICIO:
DD/MM/AAAA	HORA ENTREGA:
FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> SEMESTRAL

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpiar el exterior e interior	<input type="checkbox"/>
SEMESTRAL	
Limpiar cabezal de impresión	<input type="checkbox"/>
Limpeza de rodillo y banda magnética	<input type="checkbox"/>
Impresión tarjeta prueba	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

LECTORA BIOMÉTRICA

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO V-STATION 4G	CODIGO DEL EQUIPO	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MENSUAL		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpeza base protectora	<input type="checkbox"/>
Retiro y limpieza de la caja metálica	<input type="checkbox"/>
Retiro y limpieza de la lectura biométrica	<input type="checkbox"/>
Limpeza de sensores	<input type="checkbox"/>
Ajuste y conexión de lectura biométrica	<input type="checkbox"/>
Verificación del funcionamiento de los sensores	<input type="checkbox"/>
Calibración de sensores	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

TALANQUERA

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO V-STATION 4G	CODIGO DEL EQUIPO	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUECIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MENSUAL		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpeza base protectora	<input type="checkbox"/>
Retiro y limpieza de la caja metálica	<input type="checkbox"/>
Retiro y limpieza de la lectura biométrica	<input type="checkbox"/>
Limpeza de sensores	<input type="checkbox"/>
Ajuste y conexión de lectura biométrica	<input type="checkbox"/>
Verificación del funcionamiento de los sensores	<input type="checkbox"/>
Calibración de sensores	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

TORNIQUETE DOBLE

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO TORNIQUETES SLIMSTILE BA	CODIGO DEL EQUIPO	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> TRIMESTRAL		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpeza al interior del torniquete	<input type="checkbox"/>
Revisión de conectores y tornillos	<input type="checkbox"/>
Lubricación partes mecánicas	<input type="checkbox"/>
Limpeza externa	<input type="checkbox"/>
TRIMESTRAL	
Verificación de conectividad	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES	

TORNIQUETE SENCILLO

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO TORNIQUETES SLIMSTILE BA	CODIGO DEL EQUIPO	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> TRIMESTRAL		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpieza al interior del torniquete	<input type="checkbox"/>
Revisión de conectores y tornillos	<input type="checkbox"/>
Lubricación partes mecánicas	<input type="checkbox"/>
Limpieza externa	<input type="checkbox"/>
TRIMESTRAL	
Verificación de conectividad	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES	

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN INTERRUPTIDA (UPS)

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		

EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO
UPS SIRTA 1500XL	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO
FECHA DE MANTENIMIENTO	HORA INICIO:
DD/MM/AAAA	HORA ENTREGA:
FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO	
<input type="checkbox"/> MENSUAL	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Limpieza exterior	<input type="checkbox"/>
Lectura porcentaje de carga y de consumo	<input type="checkbox"/>
Prueba de duración de carga	<input type="checkbox"/>
Medición de los voltajes de salida	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

ANDOVER

		FORMATO CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Proceso de gestión de mantenimiento preventivo		



EQUIPO SISTEMA ANDOVER CONTINUUM	CODIGO DEL EQUIPO 10	
SUPERVISOR RESPONSABLE	TECNICO	
FECHA DE MANTENIMIENTO DD/MM/AAAA	HORA INICIO:	HORA ENTREGA:
FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> MENSUAL		



DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REVISION
MENSUAL	
Crear Copia de Seguridad	<input type="checkbox"/>
Verificar que la Copia de Seguridad haya sido creada correctamente	<input type="checkbox"/>
Almacenar la Copia de Seguridad en un disco duro portable	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES



ANEXO F. PROCEDIMIENTOS DE EQUIPOS

TORNIQUETE DOBLE O SENCILLO



 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS+A1:G45	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Torniquete doble o Torniquete sencillo	Tiempo estimado: 50 minutos	
PROCEDIMIENTO		
Limpieza interior		
1. Retirar el protector plástico.		
2. Usando la llave retirar la tapa metálica superior.		
3. Desenergizar la tarjeta electrónica.		
4. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca o aspiradora retirar el polvo de los elementos internos del torniquete.		
Revisión de conectores y tornillos		
5. Revisar si existen tornillos sueltos, de ser así ajustarlos.		
6. Comprobar manualmente que los selenoides no presentan ninguna anomalía		
Lubricación de las partes mecánicas		
7. Aplicar lubricante en los selenoides, tornillos del soporte del trípode y en los resortes amortiguadores, preferiblemente Super Lub (lubricante/antioxidante) de la marca Loctite.		
8. Energizar la tarjeta electrónica.		
9. Revisar la conexión de la tarjeta electrónica con los dos selenoides, verificar que la tensión entre la tarjeta electrónica y cada selenoide sea de 24 [V] de no ser así informar al ingeniero encargado de supervisar el mantenimiento.		
10. Realizar pruebas observando como responden los selenoides y el amortiguador cuando el tornique es habilitado por una tarjeta inteligente. Si se observa algún problema notificar inmediatamente.		
11. Comprobar que la alimentación de la tarjeta electrónica sea de 110 [V].		

 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS+A1:G45	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Torniquete doble o Torniquete sencillo	Tiempo estimado: 50 minutos	
PROCEDIMIENTO		
<p>12. Verificar que la tensión proveniente de la controladora sea de 5[V]</p> <p>13. Poner la tapa metálica y ajustarla.</p> <p>Limpieza externa</p> <p>14. Soltar los tornillos del trípode y retirarlo.</p> <p>15. Soltar los brazos del trípode retirando los tornillos.</p> <p>16. Limpiar los brazos del trípode y ajustar de nuevo los tornillos.</p> <p>17. Ajustar nuevamente el trípode a la base del torniquete.</p> <p>18. Aplicar cera para limpiar y brillar a la superficie externa del torniquete, dejar secar durante 3 minutos y luego retirarla frotando la superficie con un trozo de tela seco. Usar preferiblemente cera con silicona de marca Simoniz</p> <p>19. Poner de nuevo el protector plástico.</p> <p>Verificación de conectividad</p> <p>20. Realizar pruebas de habilitación y deshabilitación del torniquete con tarjetas inteligentes para verificar que la conexión entre lectora de tarjetas, controladora, tarjeta electrónica y motor esté funcionando correctamente.</p> <p>Observación: En caso de que alguna prueba falle notificarle al ingeniero encargado del mantenimiento</p>		

UPS

 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Sistema de alimentación ininterrumpida UPS	Tiempo estimado: 25 minutos	
PROCEDIMIENTO		
Limpieza exterior		
1. Abrir las dos puertas de seguridad del gabinete donde se localiza la UPS.		
2. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca retirar el polvo de la UPS.		
Lectura de carga		
3. Realizar la lectura del porcentaje de carga y del porcentaje del consumo, a través de los 5 leds indicadores de cargas, cada led equivale a 20% de carga.		
Prueba de duración de carga		
4. Ejecutar la prueba para determinar la duración de la carga de la UPS:		
<ul style="list-style-type: none">- Desconectar la fuente de alimentación de las controladoras.- Alimentar las controladoras con la UPS.- Esperar de 15 a 20 minutos que la UPS alimente las controladoras.- Leer el porcentaje de carga y el porcentaje de consumo.- Estimar cuánto tiempo más estará encendida la UPS.- Conectar la fuente de alimentación.		
Medición de voltajes		
5. Durante la prueba de duración de carga medir permanentemente con un tester la tensión de la UPS que debe mantenerse en aproximadamente 120 [V], de no ser así la UPS puede estar presentando problemas y se debe notificar inmediatamente al ingeniero encargado de supervisar el mantenimiento.		
6. Cerrar el gabinete.		

LECTORA BIOMETRICA

 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Lectora biométrica	Tiempo estimado: 40 minutos	
PROCEDIMIENTO		
Limpieza de la base protectora		
1. Limpiar con un trozo de tela seco la base metálica que cubre la lectora biométrica.		
Retiro y limpieza de la caja metálica		
2. Soltar los tornillos de la parte inferior de la base metálica protectora.		
3. Desconectar la lectora biométrica y se retira de la base protectora.		
4. Limpiar el polvo de la estructura protectora y de la caja metálica que cubre la lectora biométrica con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seco.		
Retiro y limpieza de la lectora biométrica		
5. Quitar todos los tornillos de la caja metálica protectora para dejar al descubierto la lectora biométrica.		
6. Retirar el polvo y la suciedad de la lectora biométrica con ayuda de un trozo de tela seco.		
Ajuste de la caja metálica y la lectora biométrica		
7. Ajustar de nuevo la lectora la caja protectora.		
8. Conectar la lector biométrica		
9. Ajustar la caja protectora a la base protectora.		
10. Encender la lectora biométrica y comprobar que los sensores estén calibrados haciendo pruebas de ingreso con las huellas dactilares de personas habilitadas para ingresar por ese medio. De no estar calibrados se debe realizar el siguiente procedimiento.		

PROCEDIMIENTO

Calibración de sensores

11. Seleccione Calibración del sensor en el menú desplegable Herramientas. Aparece el Asistente de calibración.



12. Seleccione el dispositivo que desea calibrar en el menú del dispositivo actual.

13. Haga clic en Calibrar. Espere a que el dispositivo sensor esté calibrado.

14. Haga clic en Siguiente. Se muestra el cuadro de diálogo Asistente de calibración Paso 2.



PROCEDIMIENTO



15. Haga clic en Capturar.



16. Coloque un dedo en el sensor, mantenga, y elimine según las indicaciones de las instrucciones de la pantalla. Los resultados de la captura se muestran en la pantalla.





17. Haga clic en Cerrar. El dispositivo sensor ya está calibrado completamente y listo para usar.



CONTROLADORA DE ACCESOS

 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Controladora de accesos	Tiempo estimado: 10 minutos	
PROCEDIMIENTO		
Limpieza		
<ol style="list-style-type: none">1. Abrir las dos puertas de seguridad del gabinete donde se localizan las controladoras.2. Desconectar la controladora de la red eléctrica antes de realizar la limpieza-3. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca o aspiradora retirar el polvo de los elemento dentro del gabinete.4, Limpiar los conectores de fibra optica con un trozo de tela humedecido en alcohol isopropílico		
Verificación de conexión		
<ol style="list-style-type: none">5. Verificar que exista conexión de todos los puertos de la controladora, comprobando que el link de la controladora esté parpadeando continuamente.6. Verificar que el led del switch que se encuentra dentro del gabinete esté parpadeando constantemente.7. Corroborar que los leds RX y CPU en la controladora se encuentren encendidos.		
<p>Nota: Si no se puede corroborar la conexión de la controladora de alguna de las formas mencionadas en los items anteriores notificar inmediatamente al ingeniero encargado de la supervisión del mantenimiento.</p>		
Verificación del funcionamiento de la controladora		
<ol style="list-style-type: none">8. Desconectar el patch cord de la controladora y verificar que siga funcionando correctamente, enviando señales a ésta y verificando que la respuesta a las señales sea correcta.		
<p>Nota: Si no se puede corroborar el correcto funcionamiento de la controladora de alguna de las formas mencionadas en los items anteriores notificar inmediatamente al ingeniero encargado de la supervisión del mantenimiento.</p>		



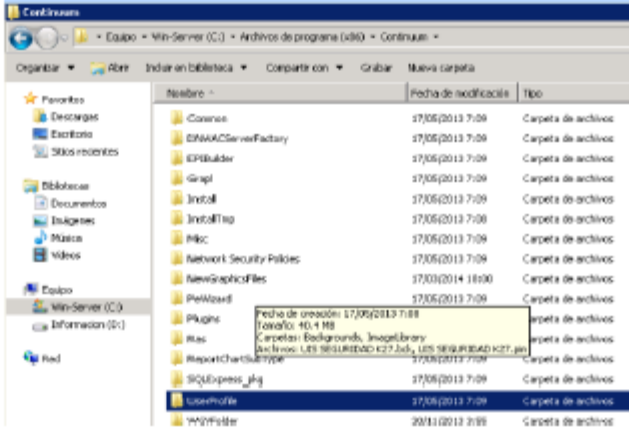

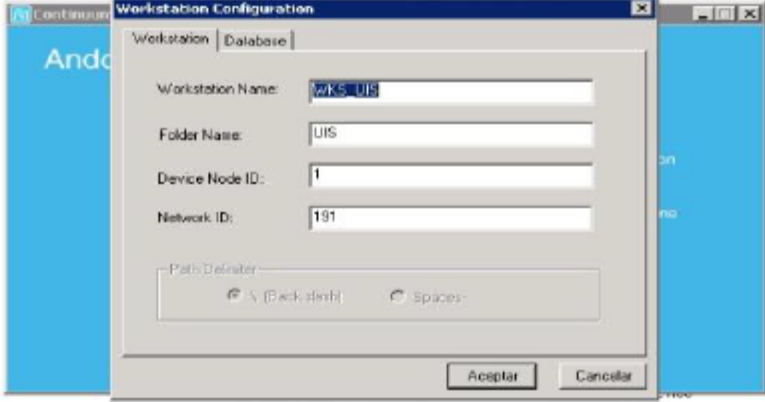
 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPIOS	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Controladora de accesos	Tiempo estimado: 10 minutos	
PROCEDIMIENTO		
<p>Medición de tensión</p> <p>9. Medir el voltaje de alimentación de las controladoras entre los pines de alimentación y tierra. Esta tensión debe ser de 24 [V], de no ser así notificar inmediatamente.</p> <p>10. Medir la tensión del transceptor de medios, esta tensión debe se de 12 [V], de no ser así notificar inmediatamente.</p> <p>11. Cerrar el gabinete.</p>		

IMPRESORA DE TARJETAS

		PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
		Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Impresora de Tarjetas		Tiempo estimado: 40 minutos	
PROCEDIMIENTO			
<p>Limpieza exterior e interior:</p> <ul style="list-style-type: none">- Limpiar el exterior de la impresora empleando una espuma limpiadora eliminando todo tipo de suciedad (polvo).- Limpiar empleando aire a presión el circuito de la impresora y sus principales componentes.- Empleando un solvente se limpian todos los circuitos electrónicos <p>Limpieza del cabezal de impresión:</p> <p>Limpie el cabezal cuando éste sea remplazado, haya líneas en blanco en la tarjeta impresa y/o el cabezal haya sido tocado, ya que los aceites de las manos pueden afectar la calidad de la impresión y dañar el cabezal.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Apague la impresora.2. Abra la cubierta de la impresora y retire el cartucho de cinta de impresión.3. Abra y remueva un hisopo de limpieza del empaque.4. Use una presión suave para mover el hisopo de limpieza de un lado a otro a lo largo de toda la longitud del borde del cabezal de impresión hasta que esté completamente limpio.5. Reemplace el cartucho de cinta de impresión. Evite golpear el cabezal cuando instale el cartucho de cinta de impresión.6. Cierre la cubierta de la impresora.7. Encienda la impresora.			

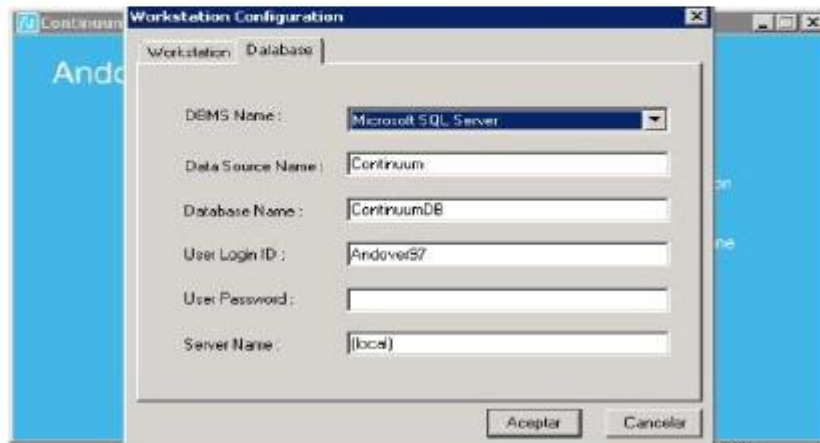
 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS	
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo	
Equipo: Impresora de Tarjetas	Tiempo estimado: 40 minutos	
PROCEDIMIENTO		
<p>Limpieza de rodillos y banda magnética</p> <p>Ejecutar una tarjeta de limpieza para limpiar los desechos desde el interior de la impresora y de los rodillos de la tolva. La tarjeta de limpieza está incluida en accesorios entregados por el fabricante.</p> <p>Nota: Ejecutar una tarjeta de limpieza después de cada 250 tarjetas procesadas por la impresora, o cada 4 meses</p> <p>Impresión tarjeta de prueba</p> <p>-Imprima una tarjeta de muestra para verificar la calidad en la impresión.</p> <p>Sugerencias y consejos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evite tocar el borde del cabezal de impresión con los dedos. La contaminación debida a los aceites de la piel con el tiempo puede dañar el cabezal de impresión. • Evite tocar el borde de impresión del cartucho de cabezal de impresión con objetos puntiagudos que pueden dañar de forma permanente el cabezal. • Utilice sólo el hisopo de limpieza para limpiar el cabezal de impresión. Otros materiales pueden pegarse y provocar daños. • Use un hisopo de limpieza una vez solamente. Deseche después de limpiar el cabezal de impresión. 		

ANDOVER CONTINUUM

 	PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
	Proceso de gestión de mantenimiento preventivo
Sistema Andover Continuum	Tiempo estimado: 15 minutos
PROCEDIMIENTO	
Crear copia de seguridad (Back up)	
1. Ir al Servidor y en C:\Archivos de Programa\Program Files:	
Copiar las carpetas: NewGraphicsFiles y UserProfile, del Sistema en una nueva CARPETA.	
	
	
2. Copiamos esta pantalla de la Workstation	
	

PROCEDIMIENTO

3. Copiamos esta pantalla de la Database



4 Ruta para hacer la copia de seguridad de la Base de Datos del Sistema.



Inicio → Todos los programas → Microsoft SQL Server → SQL Server Management Studio

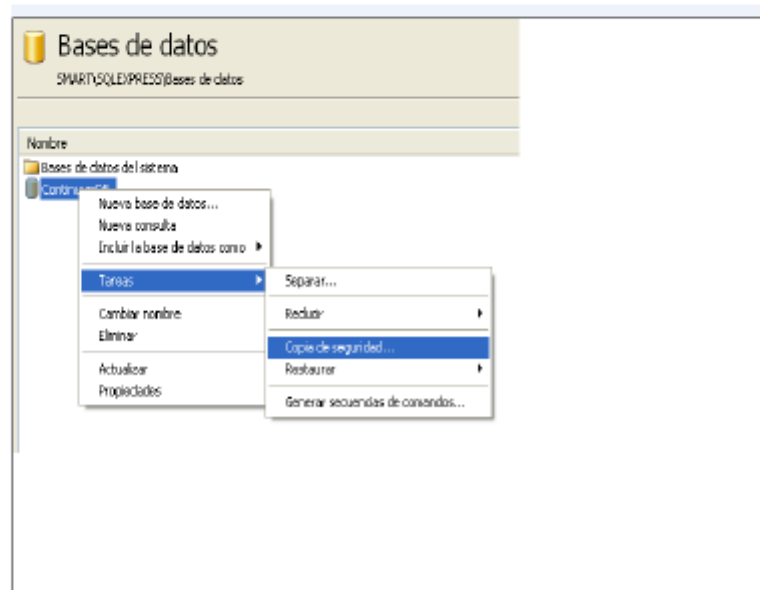
PROCEDIMIENTO

5. Conectar al servidor y gestor de la base de datos



6. Hacer doble clic en base de datos del sistema, luego:

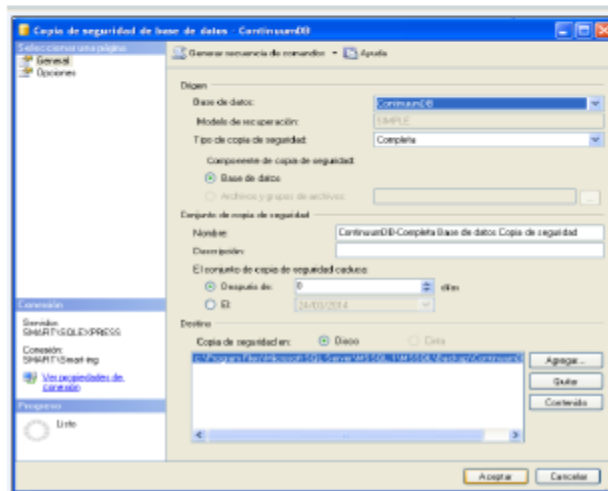
ContinuumDB (clic derecho) → Tareas → Copias de seguridad



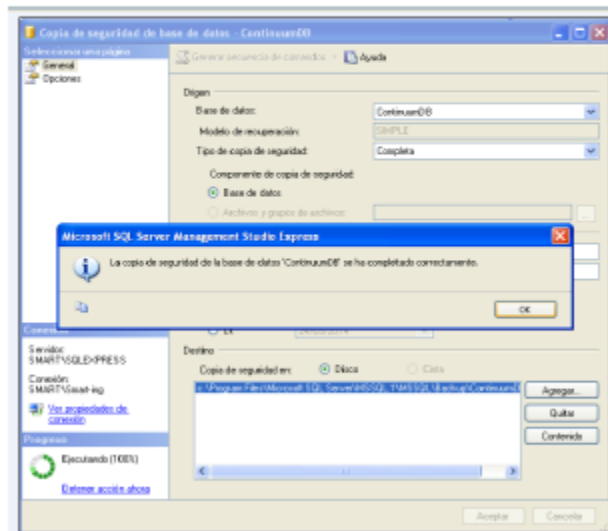
PROCEDIMIENTO

7. Poner nombre a la Copia de Seguridad

8. Aceptar Copia de Seguridad



9. Comprobar si se creó correctamente la Copia de Seguridad



PROCEDIMIENTO

Verificar copia de seguridad

PARA HACER LA COPIA DE SEGURIDAD:
 * Disco Local (C)
 * Program Files
 * Microsoft SQL Server
 * MSSQL.1----MSSQL---- Backup.

Ruta de la Copia de Seguridad

En esta ruta observamos la copia de seguridad de la base de datos de Continuum



PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPIOS

Proceso de gestión de mantenimiento preventivo

Sistema Andover Continuum

Tiempo estimado: 15 minutos

PROCEDIMIENTO

En la nueva CARPETA se verifican los siguientes registros:

1. Carpeta NewGraphicsFiles
2. UserProfile
3. Copia de la Base de Datos continano.bak (Nombre que se le da).
4. Imagen Wks1.jpg
5. Imagen Wks2.jpg



NewGraphicsFiles



UserProfile



continano.bak



wks1.jpg



wks2.jpg

Finalmente, si se desea realizar otra copia de seguridad, se debe enviar la CARPETA a un disco portable y volver a realizar el procedimiento.

Guardar copia de seguridad en el disco duro portable

Se recomienda almacenar la copia de seguridad ya verificada, en un disco duro portable por cuestión de seguridad la cual es suministrada por la universidad en caso de algún error o pérdida de información en la Workstation.

ANEXO G. CRONOGRAMA

		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																				
		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS PEATONAL Y VEHICULAR CAMPUS PRINCIPAL Y FACULTAD DE SALUD																																																				
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER																																																				
Equipo	Descripción	Cantidad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
UPS	Limpeza exterior	3	█																																																			
	Lectura porcentaje de carga y de consumo																																																					
	Prueba de duración de carga																																																					
	Medición de los voltajes de salida																																																					
Torniquetes dobles/sencillos	Limpeza al interior del torniquete	10	█																																																			
	Revisión de conectores y tornillos																																																					
	Lubricación partes mecánicas																																																					
	Limpeza externa																																																					
	Verificación de conectividad																																																					
Talanqueras	Limpeza externa	6	█																																																			
	Limpeza de los elementos mecánicos y electrónicos																																																					
	Revisión de conductores y tornillos																																																					
	Medición de tensión																																																					
	Lubricación la parte mecanica																																																					
Impresora de tarjetas	Limpiar el exterior e interior	1	█																																																			
	Limpiar cabezal de impresión																																																					
	Limpeza de rodillo y banda magnética																																																					
	Impresión tarjeta prueba																																																					
Controladoras	Limpeza exterior	8	█																																																			
	Verificar conexión en todos los puntos																																																					
	Verificar el correcto funcionamiento de la controladora																																																					
	Medición de la tensión en la controladora																																																					
Lectora Biometrica	Limpeza base protectora	3	█																																																			
	Retiro y limpieza de la caja metálica																																																					
	Retiro y limpieza de la lectura biométrica																																																					
	Limpeza de sensores																																																					
	Ajuste y conexión de lectura biométrica																																																					
Andover Continuum	Crear Copia de Seguridad	1	█																																																			
	Verificar que la Copia de Seguridad haya sido creada correctamente																																																					
	Almacenar la Copia de Seguridad en un disco duro portable																																																					

ANEXO H. MANUAL DE USUARIO MANTUIS

1. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para la correcta ejecución de la aplicación MANTUIS se recomienda:

- Windows 7 de 32 bits o 64 bits.
- Microsoft Excel 2010
- Visual basic Aplicacion

2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTION DOCUMENTAL MANTUIS

El sistema MANTUIS como pantalla de inicio solicita el usuario y la clave de seguridad para el ingreso al sistema, como se observa en la figura 15

Figura 12. Usuario Y Contraseña



Se diseñó el sistema con dos usuarios por defecto, uno “Administrador” con clave de seguridad “admin” el cual estará disponible para el ingeniero a cargo del mantenimiento y otro como “Técnico” con clave de seguridad “tec”, diseñado para los técnicos debido a que posee algunas restricciones de seguridad.

Una vez ingresando al sistema como “Administrador”, el software nos muestra todos los módulos con los que cuenta, como se observa en la figura 16.

Figura 13. Módulos De Mantuis



HOJA DE VIDA

En este módulo se pueden observar todos los mantenimientos realizados a los diferentes equipos, el diseño del módulo se observa en la figura 17.

Figura 14. Hoja De Vida

The screenshot shows a web application window titled 'Hoja de vida'. In the top left corner, there is the logo of the Universidad Industrial de Santander with the tagline 'CONSTRUIMOS FUTURO'. The main heading is 'MANTUIS HOJA DE VIDA'. Below the heading is a search bar labeled 'CODIGO/EQUIPO' with a text input field and two buttons: 'Buscar' and 'Ver todas'. A table is displayed below the search bar, with columns labeled 'Hoja No.', 'Codigo', 'Equipo', 'Ubicacion', and 'Fecha'. The table is currently empty. At the bottom of the interface, there is a navigation bar with five buttons: 'Nuevo', 'Ver', 'Modificar', 'Eliminar', and 'Volver'.

- **Buscar**

Esta opción permite la búsqueda de las hojas de vida de los equipos, se puede realizar digitando el respectivo código o el nombre del equipo. El resultado se mostrará en una lista dentro del cuadro que se observa en la imagen anterior.

- **Ver todos**

Esta opción permite ver todos los mantenimientos realizados hasta el momento.

- **Nuevo**

Permite el ingreso de una nueva hoja de vida, al ingresar se presentará el siguiente formato (Ver figura 18).

El formato requiere el código, equipo, ubicación, fecha, responsable y una breve descripción del mantenimiento que se realizó. Como mínimo una hoja de vida deberá contar con el código, equipo y ubicación del equipo para que el

sistema la pueda almacenar, de lo contrario el sistema mostrara un anuncio “Por favor ingrese correctamente la hoja de vida”.

También tendrá la opción de agregar un soporte a este mantenimiento realizado.

Figura 15. Nueva Hoja De Vida

The screenshot shows a web form titled "MANTUIS INGRESO DE HOJA DE VIDA". In the top left corner, there is a logo for "Universidad Industrial de Santander" with the tagline "CONSTRUIMOS FUTURO". The form contains the following elements:

- A header area with the title "MANTUIS INGRESO DE HOJA DE VIDA" and a "Hoja de vida No." field containing the number "1".
- A main form area with the following fields:
 - "Informe de hoja de vida" (header)
 - "Codigo": a text input field.
 - "Equipo": a text input field.
 - "Ubicacion": a dropdown menu.
 - "Fecha": a date input field.
 - "Rsponsable": a text input field.
 - "Breve Descripcion": a large text area.
- A question at the bottom: "¿Desea agregar un documento adjunto (.pdf)?" with radio buttons for "Si" and "No".
- Two green buttons at the bottom right: "Aceptar" and "Volver".

En caso de que no se desee agregar ningún documento (.pdf) como soporte, el sistema mostrara un aviso anunciando que la hoja de vida fue agregada correctamente.

Si se desea agregar un documento, la aplicación pedirá adjuntar el documento. Únicamente se aceptará documentos PDF, como se observa en la figura 19.

Se observa también Hoja de vida No. la cual nos indicará el número del mantenimiento que se está ingresando con el fin de tener un registro del total de mantenimientos total realizados. Al darle clic en Aceptar, mostrará un anuncio mostrando que la hoja de vida fue agregada correctamente.

Figura 16. Ingresar Documento De Hoja De Vida

The screenshot shows the 'MANTUIS INGRESAR PDF' interface. On the left, there is the logo of Universidad Industrial de Santander with the tagline 'CONSTRUIMOS FUTURO'. The main heading is 'MANTUIS INGRESAR PDF'. Below the heading, there is a text input field labeled 'Hoja de vida No.' and two green buttons: 'Examinar' and 'Aceptar'.

- **Ver**

Una vez seleccionada la hoja de vida que se desea ver, y posteriormente dándole clic a Ver, el sistema mostrará el código, el equipo, la ubicación, la fecha, el responsable y una descripción del mantenimiento que se realizó. También se podrá observar el documento que se adjuntó al momento del ingreso de la hoja de vida, como se observa en la figura 20.

Figura 17. Ver Historial De Equipos

The screenshot shows the 'MANTUIS HISTORIAL DE EQUIPOS' interface. On the left, there is the logo of Universidad Industrial de Santander with the tagline 'CONSTRUIMOS FUTURO'. The main heading is 'MANTUIS HISTORIAL DE EQUIPOS'. Below the heading, there is a section titled 'Informe de hoja de vida' containing several input fields: 'Codigo:', 'Fecha', 'Equipo:', 'Responsable', 'Ubicacion:' (with a dropdown arrow), and 'Breve Descripción'. At the bottom of this section, there are two green buttons: 'Ver PDF' and 'Aceptar'.

- **Modificar**

Esta opción solo está disponible para el usuario que ingrese como "Administrador". En este ítem se podrá modificar cualquier hoja de vida

previamente ingresada, se podrá agregar el documento en caso que no se haya realizado o se podrá modificar, como se observa en la figura 21.

Figura 18. Modificar Historial De Equipos

The screenshot shows a web interface for 'MANTUIS' with the title 'MODIFICAR HISTORIAL'. In the top left corner, there is a logo for 'Universidad Industrial de Santander' with the tagline 'CONSTRUIMOS FUTURO'. The main form area is titled 'Informe de hoja de vida' and contains several input fields: 'Codigo' (text), 'Fecha' (text), 'Equipo' (text), 'Responsable' (text), 'Ubicacion' (dropdown menu), and 'Breve Descripcion' (text area). At the bottom of the form, there are three buttons: 'Cambiar Imagen' (green), 'Modificar' (green), and 'Volver' (green).

- **Eliminar**

Esta opción podrá eliminar cualquier hoja de vida previamente seleccionada. Se pedirá confirmación para poder eliminarla con el fin de que el usuario este seguro de hacerlo y evitar un error.

- **Volver**

Regresará a la ventana principal.

FORMATOS

En este módulo se pueden observar todos los formatos o plantillas de los diferentes equipos, el diseño del módulo se observa en la figura 22.

Figura 19. Formatos

Formatos de mantenimiento

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIMOS FUTURO

MANTUIS FORMATOS

EQUIPO

Codigo	Equipo
--------	--------

- **Buscar**

Esta opción permite la búsqueda de formatos de los equipos, se realiza digitando solo el nombre del equipo. El resultado se mostrará en una lista dentro del cuadro que se observa en la imagen anterior.

- **Ver todos**

Esta opción permite ver los formatos de todos los equipos que hacen parte del parte del mantenimiento.

- **Nuevo**

Permite el ingreso de un nuevo formato, al ingresar el sistema mostrará en la aplicación lo que se observa en la figura 23.

Para ingresar un nuevo formato se requiere el código, el equipo al cual se ingresará el nuevo formato y el archivo PDF que contenga el formato a ingresar.

Figura 20. Nuevo Formato



The screenshot shows a web application window titled "Nuevo Formato". On the left, there is a logo for "Universidad Industrial de Santander" with the tagline "CONSTRUIMOS FUTURO". The main heading is "MANTUIS FORMATOS". Below the heading, there are two input fields: "Codigo:" and "Equipo:". To the right of the "Codigo:" field is a green button labeled "Examinar". Below the "Equipo:" field are two green buttons: "Ingresar" and "Volver".

Al darle clic en Examinar, se podrá adjuntar el nuevo formato. Posteriormente clic en Ingresar y quedará guardado en el sistema de información. Mostrará un anuncio “Formato Agregado” como validez de que fue correctamente añadido.

- **Ver**

Una vez seleccionado el formato del equipo que se desea ver, y posteriormente dándole clic a Ver, el sistema mostrará el formato en PDF inmediatamente.

- **Modificar**

Esta opción solo está disponible para el usuario que ingrese como “Administrador”. En este ítem se podrá modificar cualquier formato previamente ingresado, incluyendo el documento PDF que fue añadido. En la figura 24 se puede observar el diseño que tiene el sistema para modificar los formatos.

Al modificar el formato mostrará un anuncio “Formato modificado”.

Figura 21. Modificar Formato

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIMOS FUTURO

MANTUIS

MODIFICAR FORMATOS

Codigo:

Equipo:

- **Eliminar**

Esta opción podrá eliminar cualquier formato previamente seleccionado. Se pedirá confirmación para poder eliminarla con el fin de que el usuario este seguro de hacerlo y evitar un error.

- **Volver**

Regresará a la ventana principal.

FICHAS TÉCNICAS

En este módulo se pueden observar todas las fichas técnicas de los diferentes equipos, el diseño del módulo se observa en la figura 25.

Figura 22. Fichas Tecnicas

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIAMOS FUTURO

MANTUIS FICHAS TECNICAS

CODIGO/EQUIPO

Codigo	Equipo	Ubicacion	Tipo de Equipo
<input checked="" type="radio"/> 25.4	Controladora	Carrera 25	
<input type="radio"/> 27.4	Controladora	Carrera 27	
<input type="radio"/> 30.4	Controladora	Carrera 30	
<input type="radio"/> 32.4	Controladora	Carrera 32	
<input type="radio"/> 33.4	Controladora	Carrera 33	

FUENTE: AUTORES

- **Buscar**

Esta opción permite la búsqueda de las fichas técnicas de los equipos, se puede realizar digitando el respectivo código o el nombre del equipo. El resultado se mostrará en una lista dentro del cuadro que se observa en la imagen anterior.

- **Ver todos**

Esta opción permite ver las fichas técnicas de todos los equipos que hacen parte del parte del mantenimiento.

- **Ingresar ficha**

Permite el ingreso de una nueva ficha técnica, como se observa en la figura 26. Para ingresar un nuevo formato se requiere los datos de mayor relevancia de los equipos.

Figura 23. Nueva Ficha Tecnica

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIAMOS FUTURO

MANTUIS

INGRESA NUEVA FICHAS TECNICAS

Datos Generales

Codigo: Tipo de Equipo: Fabricante:
Equipo: Marca:
Ubicacion: Modelo:

Características Físicas

Largo: [cm] Profundidad: [cm]
Ancho: [cm] Peso: [Kg]

Especificaciones del equipo

Tension: [V] Potencia: [VA] Frecuencia: [Hz]
Temperatura: [°C] Conexion: Operacion Red:
Bajo Techo: Polvo: Otro:
Accesorios:

NR: No Registra NA: No Aplica

Para que una ficha técnica sea válida debe tener como mínimo el código, equipo y su ubicación. De lo contrario mostrara un error. Para validar el correcto ingreso de la ficha técnica se mostrara un anuncio “Nueva Ficha Técnica Agregada”.

- **Ver**

Una vez seleccionada la ficha técnica que se desea ver, y posteriormente dándole clic a Ver Ficha, el sistema mostrará una ventana como se observa en la figura 27 con todos los datos de los equipos.

Figura 24. Ver Ficha Tecnica

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIAMOS FUTURO

MANTUIS

FICHAS TECNICAS

Datos Generales

Codigo: Tipo de Equipo: Fabricante:

Equipo: Marca:

Ubicacion: Modelo:

Características Físicas

Largo: [cm] Profundidad: [cm]

Ancho: [cm] Peso: [Kg]

Especificaciones del equipo

Tension: [V] Potencia: [VA] Frecuencia: [Hz]

Temperatura: [°C] Conexion: Operacion Red:

Bajo Techo: Polvo: Otro:

Accesorios:

NR: No Registra NA: No Aplica

- **Modificar**

Esta opción solo está disponible para el usuario que ingrese como “Administrador”. En este ítem se podrá modificar cualquier ficha técnica previamente ingresada. En la figura 28 se puede observar el diseño que tiene el sistema para modificar los formatos.

Al modificar el formato mostrará un anuncio “Formato modificado”.

Figura 25. Modificar Ficha Tecnica

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIAMOS FUTURO

MANTUIS

MODIFICAR FICHAS TECNICAS

Datos Generales

Codigo: Tipo de Equipo: Fabricante:

Equipo: Marca:

Ubicacion: Modelo:

Características Físicas

Largo: [cm] Profundidad: [cm]

Ancho: [cm] Peso: [Kg]

Especificaciones del equipo

Tension: [V] Potencia: [VA] Frecuencia: [Hz]

Temperatura: [°C] Conexion: Operacion Red:

Bajo Techo: Polvo: Otro:

Accesorios:

NR: No Registra NA: No Aplica

- **Eliminar**

Esta opción podrá eliminar cualquier ficha técnica previamente seleccionada. Se pedirá confirmación para poder eliminarla con el fin de que el usuario este seguro de hacerlo y evitar un error.

- **Volver**

Regresará a la ventana principal.

PROCEDIMIENTO

En este módulo se pueden observar todos los procedimientos de los diferentes equipos, el diseño del módulo se observa en la figura 29.

Figura 26. Procedimientos

Universidad Industrial de Santander

MANTUIS
PROCEDIMIENTOS

CONSTRUIMOS FUTURO

EQUIPO

Torniquete doble

Buscar Ver Todos

Codigo	Equipo
2	Torniquete doble

Nuevo Ver Modificar Eliminar Volver

- **Buscar**

Esta opción permite la búsqueda de los procedimientos de los diferentes equipos, se realiza digitando el nombre del equipo. El resultado se mostrará en una lista dentro del cuadro que se observa en la imagen anterior.

- **Ver todos**

Esta opción permite ver todos los procedimientos de todos los equipos que hacen parte del parte del mantenimiento.

- **Nuevo**

Permite el ingreso de un nuevo procedimiento, al ingresar el sistema mostrara lo que se observa en la figura 30. El sistema pedirá la información necesaria como el código y el nombre del equipo así como su respectivo procedimiento.

Figura 27. Nuevo Procedimiento

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIMOS FUTURO

MANTUIS

NUEVO PROCEDIMIENTO

Datos generales

CODIGO EQUIPO

Procedimiento

Para validar el correcto ingreso de un procedimiento se mostrara un anuncio “Procedimiento Agregado”. Cabe resaltar que para pasar al siguiente renglón al momento de escribir el procedimiento será necesario presionar Ctrl + Enter.

- **Ver**

Una vez seleccionado el procedimiento que se desea ver, y posteriormente dándole clic a Ver, el sistema mostrará una ventana como se observa en la figura 31 con el procedimiento del respectivo equipo.

Figura 28. Ver Procedimiento

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIAMOS FUTURO

MANTUIS PROCEDIMIENTO

Datos generales

CODIGO EQUIPO

Procedimiento

1. Retirar el protector plástico.
2. Usando la llave retirar la tapa metálica superior.
3. Apagar las fuentes de alimentación y de desconectar las lectoras de tarjeta.
4. Revisar si existen cables o tornillos sueltos.
5. En caso de haber tornillos sueltos, apretarlos.
6. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca retirar el polvo de los elementos internos del torniquete.
7. Aplicar limpiador y lubricante en los electroimanes, tornillos del soporte del tripode y en los resortes amortiguadores.
8. Conectar las lectoras de tarjeta y encender las fuentes de alimentación.
9. Poner la tapa metálica y ajustarla.
10. Soltar los tornillos del tripode y retirarlo.
11. Soltar los brazos del tripode retirando los tornillos.
12. Limpiar los brazos del tripode y ajustar de nuevo los tornillos.
13. Ajustar nuevamente el tripode a la base del torniquete.
14. Aplicar cera para limpiar y brillar a la superficie externa del torniquete, dejar secar durante 3 minutos y luego retirarla frotando la superficie con un trozo de tela seco.

Aceptar

- **Modificar**

Esta opción solo está disponible para el usuario que ingrese como “Administrador”. En este ítem se podrá modificar cualquier procedimiento previamente ingresado. En la figura 32 se puede observar el diseño que tiene el sistema para modificar los procedimientos.

Al modificar el procedimiento mostrará un anuncio “Procedimiento modificado”.

Figura 29. Modificar Procedimiento

Universidad Industrial de Santander

CONSTRUIMOS FUTURO

MANTUIS

MODIFICAR PROCEDIMIENTO

Datos generales

CODIGO EQUIPO

Procedimiento

1. Retirar el protector plástico.
2. Usando la llave retirar la tapa metálica superior.
3. Apagar las fuentes de alimentación y de desconectar las lectoras de tarjeta.
4. Revisar si existen cables o tornillos sueltos.
5. En caso de haber tornillos sueltos, apretarlos.
6. Con ayuda de una brocha y/o trozo de tela seca retirar el polvo de los elementos internos del torniquete.
7. Aplicar limpiador y lubricante en los electroimanes, tornillos del soporte del trípode y en los resortes amortiguadores.
8. Conectar las lectoras de tarjeta y encender las fuentes de alimentación.
9. Poner la tapa metálica y ajustarla.
10. Soltar los tornillos del trípode y retirarlo.
11. Soltar los brazos del trípode retirando los tornillos.
12. Limpiar los brazos del trípode y ajustar de nuevo los tornillos.
13. Ajustar nuevamente el trípode a la base del torniquete.
14. Aplicar cera para limpiar y brillar a la superficie externa del torniquete, dejar secar durante 3 minutos y luego retirarla frotando la superficie con un trozo de tela seco.

Modificar Volver

- **Eliminar**

Esta opción podrá eliminar cualquier procedimiento previamente seleccionado. Se pedirá confirmación para poder eliminarlo con el fin de que el usuario este seguro de hacerlo y evitar un error.

- **Volver**

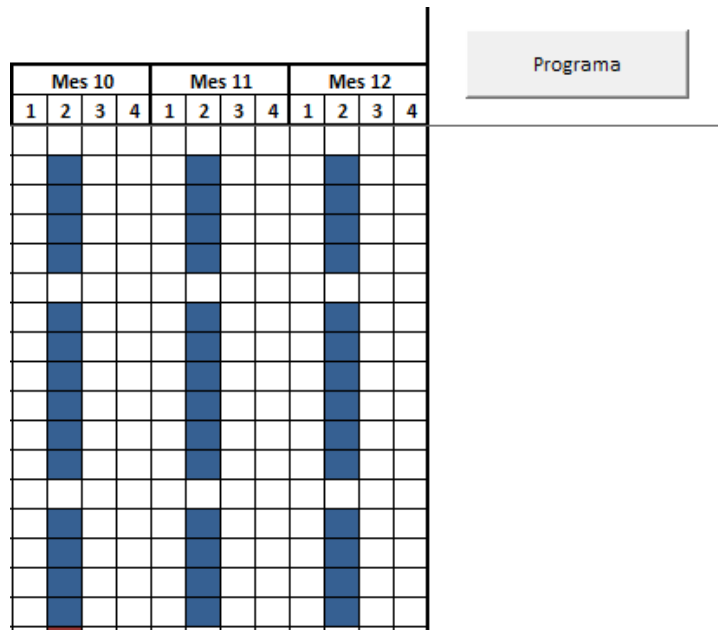
Regresará a la ventana principal.

CALENDARIO

En este módulo se observa el calendario que se diseñó para realizar el mantenimiento preventivo. Al darle Clic al módulo de calendario, nos mostrará el calendario programado cerrando la aplicación en la que nos encontramos y abrirá un Excel mostrándonos el calendario que fue programado. En la parte superior

derecha del calendario, se encuentra un Botón llamado “Programa” (Ver figura 33) el cual nos volverá nuevamente a la aplicación MANTUIS.

Figura 30. Calendario



The image shows a calendar interface with three months displayed: Mes 10, Mes 11, and Mes 12. Each month is represented by a grid with columns labeled 1, 2, 3, and 4. The calendar shows a repeating pattern of blue-shaded cells in the first column of each month. To the right of the calendar is a button labeled "Programa".

CAMBIAR ID

Al ingresar a este botón, se cerrará la sesión y se volverá a la pantalla de inicio del sistema.

SISTEMA

En este módulo se puede ingresar a Excel, donde se pueden observar todas las bases de datos, el respectivo código del software diseñado en caso de que se requiera añadir o modificar cualquier modulo previamente explicado.

CERRAR

Se cerrará todo el programa, guardando automáticamente.

3. OBSERVACION

Para ejecutar la aplicación inmediatamente se deben tener las macros activadas, para realizarlo se deben seguir los siguientes pasos:

Archivo → Opciones → Centro de confianza → Configuración del centro de confianza → Configuración de macros → Seleccionar la casilla “Habilitar todas macros”.