

DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE JARDINERÍA DE
PLANTA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

RAFAEL HERNÁN CEPEDA PÁEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2019

DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE JARDINERÍA DE
PLANTA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

RAFAEL HERNÁN CEPEDA PÁEZ

Trabajo de grado para obtener el título de
INGENIERO MECÁNICO

Director
NELSON IVAN VILLAMIZAR C.
Ingeniero Mecánico
Esp. Gerencia en Mantenimiento

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente de jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, mayo 2019

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1 DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO	17
4.1.1 Importancia del mantenimiento	18
4.1.2 Elementos de un sistema de Mantenimiento	19
4.1.3 Mantenimiento Preventivo (M.P.)	19
4.1.4 Actividades del mantenimiento preventivo	20
4.1.5 Mantenimiento Preventivo Sistemático	20
4.1.6 Mantenimiento Periódico	21
4.1.7 Mantenimiento correctivo	21
4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	22
4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	23
4.3.1 Información que debe tener una gama de mantenimiento	23
4.3.2 Gamas diarias	24
4.3.3 Gamas semanales y mensuales	24
4.3.4 Gamas anuales	25
4.3.5 Informes tras la realización de gamas y rutas	25
4.3.6 Metodología de Análisis de criticidad	26
4.3.7 Ecuaciones de Análisis de criticidad	26
4.3.8 Disponibilidad	27

5. METODOLOGÍA	28
5.1 SOLUCIÓN PROPUESTA	28
5.1.1 Implementación de un sistema de información para la gestión de Mantenimiento	28
5.1.2 Planteamiento de una cultura organizacional basada en la norma ISO 55001 del 2014	29
5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE GRADO	30
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
6.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	33
6.1.1 Entrevista a los operarios y al director del departamento de planta física	34
6.1.2 Acopio y revisión documental de equipos	34
6.1.3 Verificación de procedimientos e inspección del estado de los equipos del servicio de jardinería prestado por el departamento de planta física	35
6.1.4 Entrevista al director de la empresa El Puerto	38
6.1.5 Inventario y clasificación de cada uno de los equipos	39
6.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD	41
6.2.1 Asignación De Valores Ponderados	42
6.3 DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	47
6.3.1 Generalidades	47
6.3.2 Cronograma general de actividades	47
6.3.4 Indicadores de Gestión	60
6.3.5 Caso de estudio Indicadores de Gestión	63
6.3.6 Normas de Seguridad y Elementos de Protección Personal	64
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
7.1 CONCLUSIONES	68
7.2 RECOMENDACIONES	69
7.2.1 NORMA ISO 55001	69
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Evolución Tecnológica del Mantenimiento	20
Figura 2. Curva de la Bañera	21
Figura 3. Presentación Plan de Mantenimiento Preventivo – Equipos de Jardinería – Universidad Santo Tomas Tunja sede campus	51
Figura 4. Inventario Plan de Mantenimiento	52
Figura 5. Ficha técnica Plan de Mantenimiento	53
Figura 6. Hoja de Vida de cada equipo dentro del Plan de Mantenimiento	54
Figura 7. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo	55
Figura 8. Orden de Compra – Plan de Mantenimiento	56
Figura 9. Solicitud de trabajo – Plan de Mantenimiento	57
Figura 10. Hoja de Vida General – Plan de Mantenimiento	58
Figura 11. Orden de Trabajo – Plan de Mantenimiento	59
Figura 12. Calendario General	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Factores a tener en cuenta para Mantener bien un equipo	17
Tabla 2. Descripción General del Proyecto	30
Tabla 3. Resultados obtenidos en cada etapa y actividad del proyecto	31
Tabla 4. Tareas actuales realizadas por Jardineros de la Universidad Santo Tomás Tunja	37
Tabla 5. Inventario y valor de las Máquinas de Jardinería del Departamento de adquisición y Suministros	39
Tabla 6. Costos totales del mantenimiento del 2017	40
Tabla 7. Pasos cuando se detecta un fallo en un equipo	41
Tabla 9. Formato para Análisis de Criticidad	43
Tabla 10. Matriz de Criticidad	44
Tabla 11. Análisis de Criticidad para todos los equipos de Jardinería	45
Tabla 12. Matriz de criticidad para los equipos de jardinería	46
Tabla 13. Resultados de criticidad de los equipos del departamento	47
Tabla 14. Tiempo Mantenimientos correctivos a los equipos	63
Tabla 15. Indicadores de gestión anual de los equipos	64

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro o Actualización de Proveedores Maquinaria Agrícola El Puerto.	75
Anexo B. Factura de Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las diferentes Máquinas y equipos de trabajo del campus.	76
Anexo C. Cotización I Servicio Técnico Mantenimiento a Equipos de Jardinería.	77
Anexo D. Cotización II Servicio Técnico Mantenimiento a Equipos de Jardinería.	78
Anexo E. Factura de Arreglo y Suministro de repuestos a Hidrolavadora con Motor Briggs Stratton de 10 HP.	81
Anexo F. Solicitud de Trabajo por Planta Física para Mantenimiento de Hidrolavadora con motor Briggs Stratton de 10 HP.	82
Anexo G. Factura de Mantenimiento General Tractor Cortacesped por Maquinaria Agrícola el Puerto.	83
Anexo H. Costos de Repuestos y Servicio Técnico de Mantenimiento del Tractor Cortacésped.	84

GLOSARIO

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: Es una técnica que permite jerarquizar instalaciones, sistemas y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

CONFIABILIDAD: La confiabilidad puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un período de tiempo dado.

DISPONIBILIDAD: Es la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un elemento específico o durante un período de tiempo específico.

GALVANIZADO: En caliente es un proceso industrial destinado a proteger contra la corrosión. Dependiendo de la aleación o composición química del hierro, espesor de la pieza y geometría, pueden presentarse superficies de diferente tonalidad. También pueden presentarse superficies ásperas o rugosas.

HOJA DE VIDA: Hoja de identificación del equipo. Contiene las especificaciones del equipo como los datos del fabricante, año de fabricación entre otros.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Consiste en la inspección, periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

MANTENIMIENTO: Actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad y mantenibilidad de todos los activos.

RESUMEN

La Universidad Santo Tomás sede Tunja cuenta con un departamento de mantenimiento que presta el servicio de jardinería a todas las zonas verdes del campus, con la presente investigación se realizó un análisis de este servicio desde el punto de vista del mantenimiento de los equipos que son utilizados para dicha tarea.

La investigación se desarrolló a través de cuatro etapas que permitieron hacer un planteamiento claro del problema a intervenir, un análisis del estado en el que estaban los equipos, una propuesta específica para mejorar el mantenimiento de esta maquinaria y unas conclusiones y recomendaciones que permitirán poner en marcha estrategias de planeación, control y seguimiento que mejoré la gestión de activos del departamento.

Con el levantamiento de la información acerca del funcionamiento del servicio y de los equipos, se logró determinar las falencias que eran proclives de mejora, de esta forma se estableció que solo se estaba realizando mantenimiento correctivo y se realizaba por un tercero subcontratado, esta situación hace que no se tenga registros organizados y controlados sobre los trabajos y costos que este mantenimiento ha representado para el departamento y la Universidad.

Para poder establecer el estado de los equipos se utilizó un método de factores ponderados y así determinar el estado de criticidad de la maquinaria y equipos, dejando como resultado la matriz con las puntuaciones basados en la frecuencia de fallas, el impacto operacional, la flexibilidad operacional, el costo del mantenimiento y el impacto del equipo en la seguridad ambiente e higiene; de esta forma, se determinó el nivel de criticidad de cada uno de los equipos y así se determinaron las prioridades del plan propuesto para mejorar estas condiciones.

Una vez se hizo el levantamiento de la información y el análisis de criticidad de los equipos, se procedió a realizar la propuesta de mejora que consiste en un plan de mantenimiento preventivo usando un software sencillo y de fácil acceso, por esto se diseñó en Microsoft Excel, en el que se dejan los formatos y registros necesarios para realizar todos los trabajos y actividades de mantenimiento de forma planeada, regulada, organizada y dejando la información requerida para evidenciar la gestión de los activos del departamento.

Por último, se entrega una serie de recomendaciones para la puesta en marcha del plan de forma exitosa y efectiva, encaminada a la reducción de costos y teniendo en cuenta el factor humano como eje central de la mejora, por esta razón, las recomendaciones se fundamentan en la Norma ISO 55001 sobre gestión activos y sobre uso adecuado de los elementos de protección personal y seguridad de los trabajadores que operan los equipos.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se presenta todo lo concerniente al desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el departamento de mantenimiento de la Universidad Santo Tomas de Tunja. El principal objetivo es mejorar la gestión de activos en cuanto a los equipos de jardinería, así como el análisis de criticidad de los equipos, determinando los costos reales por mantenimiento mensual y anual que le han generado a la Universidad.

La utilidad de los resultados de este trabajo no solo será para el departamento de mantenimiento, sino también puede convertirse en un referente para una posible certificación en la norma ISO 55001, ya que sus planteamientos y recomendaciones están dados desde este marco referencial y podría ser de gran utilidad a la universidad para seguir con la mejora continua en todos sus procesos administrativos.

En esta tesis de grado planteo una mejora para el servicio de jardinería usando una metodología de mantenimiento basado en la filosofía de operador mantenedor, concepto propio del mantenimiento productivo total, con el fin de dar la opción de la prevención, a través del mantenimiento que pueden hacer los mismos operadores, siguiendo todas las recomendaciones de los fabricantes y desarrollando una cultura del buen uso de los recursos.

En este libro están descritas todas las etapas en las que se desarrolló la investigación, una vez se planteó y delimitó el problema se inició con el levantamiento de información que permitiría determinar la forma en que se prestaba el servicio de Jardinería y las dificultades o situaciones a mejorar de dicho servicio. Este levantamiento de información se realizó a través de diferentes actividades como entrevistas, revisión documental y observación directa, de esta forma, se lograron identificar de forma detallada todas las condiciones referentes al mantenimiento de los equipos que requieren de una gestión de mejora.

En cuanto al estado actual de los equipos y maquinaria con los que cuenta el departamento, se hizo un análisis de criticidad del estado de los mismos, usando el método de factores ponderados, esto permite dejar al departamento una matriz de criticidad con las puntuaciones y clasificación de cada uno de los equipos dependiendo de los factores evaluados. Con esta información se procedió a elaborar el plan de mantenimiento preventivo que se convertirá en la herramienta de gestión para alargar la vida útil de estos equipos y disminuir el costo de sus mantenimientos, insumos y repuestos.

Este plan de mantenimiento contiene registros, y documentos necesarios para planear, ejecutar y hacer seguimiento a cada uno de los equipos de forma que permita prevenir daños o paradas del servicio y disminuir costos. Con el registro de toda la información en esta herramienta se podrán establecer y medir metas de mejora, para ello también se entrega el indicador de disponibilidad como la medición más adecuada para evaluar la efectividad de las tareas de mantenimiento preventivo.

Por último, se entregan todas las recomendaciones necesarias para la puesta en marcha del plan en la que se subraya la importancia de la gestión de activos desde el marco normativo de la ISO 55001 y el cumplimiento de condiciones de Salud y Seguridad en trabajo dirigido a las personas encargadas de la prestación del servicio de jardinería. Toda lo anterior con el propósito de aportar a la mejora continua del departamento en particular y de la Universidad en general.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Planta Física y Servicios Generales de la Universidad Santo Tomás de Tunja, es el encargado del servicio de mantenimiento y limpieza de zonas verdes del campus Universitario, este servicio aún no tiene establecido sus procedimientos y en la actualidad no cuentan con un programa de mantenimiento estructurado y estandarizado que permita el adecuado manejo y uso de los equipos y maquinaria con los que se cuenta. Esta situación hace que el almacenamiento, control y manejo de estos activos, destinados al cuidado de la infraestructura forestal de la Universidad, no se esté dando en condiciones óptimas ya que el único mantenimiento que se le ha hecho a estos equipos es de tipo correctivo y ha sido subcontratado con la empresa EL PUERTO.

Dada la situación anterior, no se cuenta con un sistema documental de equipos y procedimientos de uso adecuado de los mismos, una vez hecha la revisión documental no se evidencia existencia de formatos para inspección de la maquinaria, hojas de vida de equipos, ni procedimientos para su operación y mantenimiento. De igual forma, no se cuenta con el personal calificado y competente para la gestión del servicio y la supervisión técnica con la periodicidad recomendada por los fabricantes.

La falta de un sistema documental y de información organizada sobre las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo no ha permitido la definición y medición de indicadores de gestión ni análisis de criticidad, información pertinente y necesaria para la toma de decisiones y gestión del departamento alineados con los objetivos y políticas de la Universidad. En resumen y en concreto, la situación a resolver a través del presente trabajo de investigación son las deficiencias en el control e información de los equipos y maquinaria para el mantenimiento forestal del campus universitario, que ha afectado la adecuada gestión en la administración de los recursos asignados para esta tarea.

2. JUSTIFICACIÓN

Los aportes de la presente investigación al Departamento de Planta Física y Servicios generales en particular y a la Universidad en general, permitirán crear un sistema de información claro, preciso y oportuno para poder realizar el adecuado control de gestión de activos, situación que se alinea con los criterios de calidad de la Universidad, específicamente con la organización, administración y gestión de los recursos físicos y financieros que su sistema de gestión contempla como unos de los factores dentro de su modelo de autoevaluación.

De esta manera, se dejarán todos los elementos documentales, normativos y de control estadístico necesarios para que el servicio de jardinería se preste bajo un modelo de gestión, que permita al departamento encargado, una toma de decisiones que apunte a la optimización de recursos y a la mejora continua de procesos y servicios. Esta situación redundará en un buen uso de equipos y maquinarias aumentando la vida útil de los mismos y evitando sobrecostos, adicional esto, permitirá la optimización del servicio generando un impacto positivo en la imagen de la universidad a través de las mejoras de sus zonas verdes.

Para dejar unos elementos documentales que aporten de forma efectiva y estén a la vanguardia de certificaciones de calidad , este proyecto ha basado sus análisis y planteamientos desde el marco normativo ISO 55001 que contempla un conjunto de normas internacionales creado para orientar en las mejores prácticas de gestión, desarrollando un sistema eficiente de ciclos de vida de activos, optimizando procesos, reduciendo costos totales de la propiedad, mientras que ayuda a cumplir con los requisitos de seguridad y rendimiento necesarios. La ISO 55001 permite establecer estrategias de gestión eficientes sobre todos los activos de una organización independientemente de si éstos son financieros, físicos u organizativos, contribuyendo a mejorar resultados operativos y rendimientos en general, esta es la razón por la que el presente trabajo puede convertirse un marco referencial, no solo para el servicio de jardinería y del departamento de Planta Física y servicios generales, si no para otros departamentos que busquen la optimización de recursos y disminución de costos, o una posible certificación en la norma si la Universidad así lo decidiera.

Un sistema de gestión de activos proporciona un enfoque estructurado, que mediado por una buenas prácticas de gestión de ciclo de vida de activos, reduce los riesgos asociados el uso de los equipos y maquinarias, de esta forma también contempla la mejora del desempeño de los operarios y la disminución de riesgos relacionados con accidentalidad para las personas que operan dichos equipos, situación que es de vital importancia para cualquier organización que busque el

bienestar y desarrollo humano como lo es caso de la Universidad que la contempla como un situación misional. Por esta razón, también se entregan todas las recomendaciones sobre capacitación y entrenamiento al personal técnico y operativo que aportaran a la consolidación de una cultura organizacional asociado con el buen uso de los recursos.

Como herramienta de intervención para la implementación del proyecto se ha elegido el Mantenimiento Preventivo, que desde sus lineamientos conceptuales y metodológicos permite construir un conjunto de tareas preventivas con el fin de cumplir una metas de disponibilidad, de fiabilidad y de costos; con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la capacidad instalada. Este mantenimiento preventivo constituye una serie de acciones necesarias para prevenir la suspensión de actividades laborales por imprevistos, planificando periodos de paralización del trabajo en momentos específicos para inspección y realizar acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitarán reparaciones de emergencia. La planificación del mantenimiento permitirá a los encargados de la gestión del servicio contar con toda la información para tomar decisiones efectivas en compras de repuestos e insumos y evitar tiempos muertos que vayan en detrimento de la calidad del servicio que prestan; así mismo, evitará fallas críticas en los equipos y mantenimientos correctivos que siempre generan sobrecostos en lo presupuestado.

Por último, con este proyecto se hará una entrega de una información adecuadamente almacenada, codificada y ordenada que permitirá una gestión eficiente de activos y un enfoque estructurado que proporcione los controles necesarios para asegurar el cumplimiento de objetivos consistentes y sostenibles en el tiempo para la mejora del servicio de jardinería de la Universidad.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de mantenimiento para los equipos de Jardinería de la planta física de la Universidad Santo Tomas de Tunja sede campus como una herramienta productiva, en la toma de decisiones administrativas que garantizan la disponibilidad y la vida útil de cada una de las máquinas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado de cada una de las maquinas por medio de un inventario, fichas técnicas y hojas de vida donde se clasifica y cataloga toda la información de las maquinas en el plan de mantenimiento preventivo de los equipos de Jardinería de planta física de la universidad Santo Tomas de Tunja sede campus.
- Realizar un análisis de criticidad a cada una de las máquinas y equipos caracterizando y validando su estado.
- Socializar y capacitar a los operarios en cuanto a las normas de sanidad, elementos de protección personal.
- Diseñar un Plan de Mantenimiento preventivo y un sistema de información de mantenimiento para los equipos de Jardinería de planta física de la Universidad Santo Tomas de Tunja sede campus, en software Microsoft Excel.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO

Mantenimiento es la actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad de todos los bienes. También se puede definir como conjunto de acciones, operaciones y actitudes encaminadas a poner o re establecer un bien a un estado específico, que le permitan asegurar un servicio determinado.¹

Mantener bien o mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento.² Mantener bien además de preservar y conservar un equipo es ejercer un control sobre ciertos factores como los mencionados en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores a tener en cuenta para Mantener bien un equipo.

FACTOR	REDUCIR AL MÁXIMO	OPTIMIZAR
Reparaciones de emergencia.	X	
Tiempos muertos en la productividad atribuible a mantenimiento.	X	
Depreciación del equipo y edificios.	X	
Desperdicios de materiales de producción como los insumos.	X	
Materiales empleados en las reparaciones y modificaciones.		X
Mano de obra de mantenimiento, conforme al volumen de mantenimiento.		X
Reparaciones y modificaciones de equipo.		X

Fuente. Autor. Tabla realizada en alusión a la publicación de Andrés Vera. Técnico Industrial. Capítulo 1 Generalidades sobre mantenimiento. Definición. 23 febrero 2013.

¹ VERA, Andrés. Técnico Industrial. Material de referencia y ayuda para las clases de mecánica industrial. 2013. Disponible [en línea] <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>.

² Ibídem.

Mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia. Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables³.

4.1.1 Importancia del mantenimiento. El mantenimiento es algo inherente a la industria, se encuentra irremediamente ligado a la existencia de las máquinas, la vida de una máquina implica la necesidad del mantenimiento. El mantenimiento dirigido y organizado de alto nivel se justifica en la medida en que:

- Mantenga los equipos en una alta disponibilidad.
- Logren un alto rendimiento las tareas de mantenimiento.
- Optimice los costos de mantenimiento.
- Incremente o sostenga la productividad.
- Sea activo en los programas de calidad.

El grupo de mantenimiento, debe ser una parte integral de la organización y más aún cuando la empresa crece, cuando aumenta su complejidad o cuando se incrementa la automatización de las plantas, también cuando la edad de los equipos aumenta y los costos de mantenimiento se van convirtiendo en los mayores costos de producción, en este punto es vital entender el papel que juega el mantenimiento en esta situaciones, numerosos son los datos estadísticos que resaltan la importancia del mantenimiento en la industria. Se mencionarán algunos como una forma de ejemplificar este importante rol que tiene el mantenimiento en las diferentes industrias:

- El personal utilizado en labores de mantenimiento sin incluir los contratistas, va del 6 % al 50 % del total de empleados, siendo el mayor en las industrias más automatizadas.
- El costo del mantenimiento representa entre el 10 % al 35 % del valor agregado al producto terminado.
- El costo del mantenimiento es el 5 % de los costos de fabricación.

Todas las máquinas, equipos e instalaciones, están sujetas en mayor o menor grado, a la acción deterioro ante de agentes climáticos (externos) o a la acción dañina de los agentes propios (internos) y aun cuando son numerosos, pueden mencionarse los siguientes:

³ TÉCNICO INDUSTRIAL. Material de referencia y ayuda para las clases de mecánica industrial. Generalidades sobre mantenimiento. Conclusiones. Martes 23 febrero de 2013. Recuperado de <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>

Agentes Externos:

- El aire, según su humedad y contaminación.
- La sal, produce corrosión química o electroquímica.
- El calor solar produce dilataciones, contracciones, choque térmico y rotura.
- Polvo produce corrosión, abrasión, atascamientos, suciedad.
- Gases corrosivos, que producen corrosión.
- Otras sustancias, tóxicas, combustibles o explosivos.

Agentes internos:

- Movimiento de fluidos que producen cavitación, erosión.
- Temperaturas que produce fatiga térmica, choque térmico y cambio de dimensiones.
- Vibraciones mecánicas, producen inestabilidad y daños.
- Fricción, produce desgastes.
- Presión, incremento de tensión y roturas.

4.1.2 Elementos de un sistema de Mantenimiento. Para tener éxito en la aplicación de las metodologías de la Ingeniería de Mantenimiento, es importante que la ejecución de sus actividades involucre y beneficie a los tres elementos que conforman el denominado sistema de mantenimiento (personas, máquinas y entorno), pues es conocido que la evolución de las ciencias tiene el noble fin de mejorar el bienestar de las personas, y además son las ellas quienes operan las máquinas, por esto es fundamental que conozcan los principios del mantenimiento y lo apliquen, el mantenimiento autónomo es un ejemplo de ello. Así también, es importante saber cuál va ser el impacto que nuestra actividad va producir al entorno, que debe intentar ser positivo pero en ningún caso negativo; Por esto, tanto el personal operativo, técnico y operativo debe garantizar el adecuado uso y mantenimiento de las máquinas para el adecuado funcionamiento del sistema.

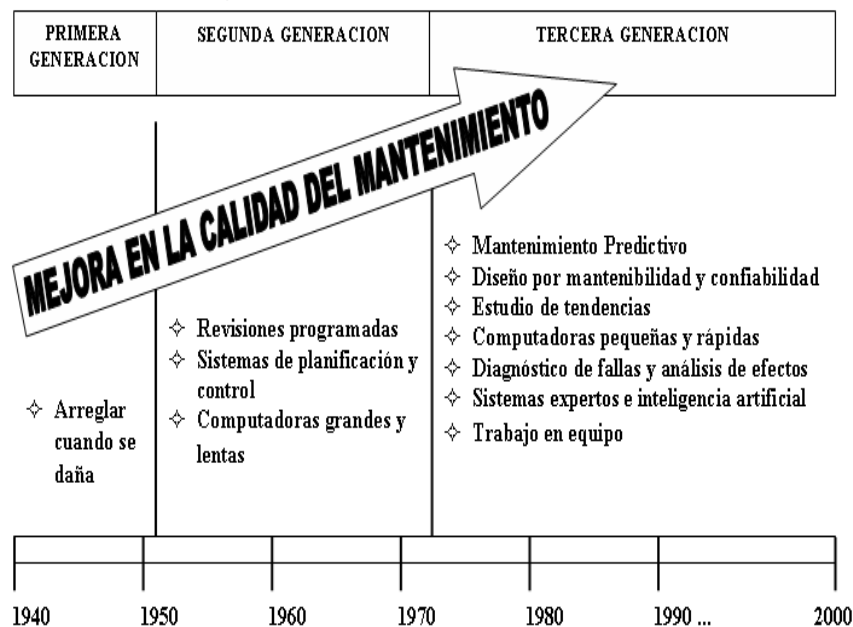
4.1.3 Mantenimiento Preventivo (M.P.). Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos. ⁴

⁴ VERA, Andrés. Técnico Industrial. Material de referencia y ayuda para las clases de mecánica industrial. 2013. Disponible [en línea] <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>.

El M.P. más que una técnica específica de mantenimiento es una filosofía que comienza desde el mismo momento en que se diseña el equipo, ya que allí se piensa en la facilidad de mantenimiento, montaje, en la confiabilidad, duración y cuidados de cada una de sus partes; M.P. no es solo limpiar, lubricar y cambiar filtros de un equipo, además es saber mantenerlo totalmente cubierto en lugares contaminados. El M.P. es utilizado hoy en día en la mayoría de las empresas industriales.⁵

4.1.4 Actividades del mantenimiento preventivo. La Ingeniería de Mantenimiento tiene como objetivo la obtención, transformación y explotación de los recursos naturales para servicio de las personas. La Ingeniería de Mantenimiento está presente en todas las etapas de la organización de producción como se muestra en la Figura 1 y su evolución se puede describir así:

Figura 1. Evolución Tecnológica del Mantenimiento.



Fuente. BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2016. Recuperado de <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>.

4.1.5 Mantenimiento Preventivo Sistemático. El mantenimiento sistemático es el mantenimiento preventivo realizado de acuerdo a una variable independiente, usualmente el tiempo, el kilometraje recorrido, unidades de piezas producidas, etc.⁶

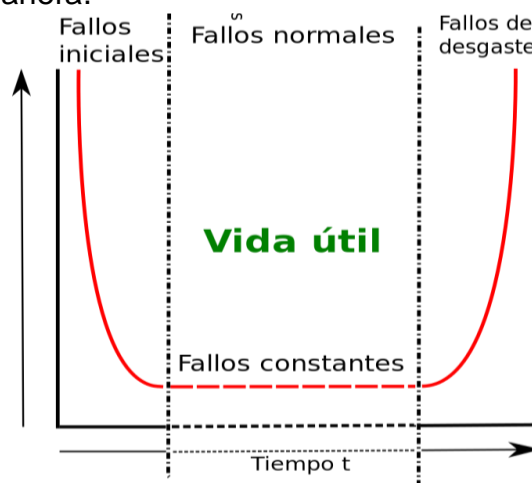
⁵ Ibídem.

⁶ BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento Material Docente Profesor Asociado-septiembre 12 del 2011.

Bajo la premisa de que siempre se puede mejorar en el mantenimiento preventivo sistemático, además desarrolla un mayor conocimiento de los procesos productivos y evolución del estado de los activos, el mantenimiento debe evolucionar hacia un mantenimiento basado más por su condición y estado actual.

4.1.6 Mantenimiento Periódico. Al hablar de mantenimiento periódico es necesario hacer referencia a la curva de la bañera, en la Figura 2 que grafica la probabilidad de falla en un determinado tiempo de funcionamiento del equipo. Esta curva establece tres etapas principales típicas en cualquier actividad de mantenimiento.

Figura 2. Curva de la Bañera.



Fuente. BORRÁS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. 18 octubre 2016. Taller 1. Isnardo Cadena Rodríguez. Curva de la bañera. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_la_ba%C3%B1era#/media/File:Curva_ba%C3%B1era.svg

4.1.7 Mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo es una intervención necesaria para poder solucionar un defecto o falla ya ocurrida, es la actividad de reparar averías a medida que estas se van produciendo en máquinas o equipos, el personal encargado de notificar la avería es el mismo operador y el encargado de realizar la reparación es el personal de mantenimiento.

La mayor parte de los ingenieros de mantenimiento están familiarizados con el mantenimiento por avería, desde luego supone que el equipo salga de servicio hasta que pueda desempeñar su función normal y la producción se ve afectada por este tipo de fallos.

Las actividades del mantenimiento correctivo son:

- Detención del fallo
- Localización del fallo
- Desmontaje
- Recuperación o sustitución
- Montaje y Pruebas
- Verificación

Las desventajas son:

- Altos tiempos improductivos de los equipos
- Baja confiabilidad
- Bajo nivel de organización
- Tiene gran incidencia en los costos de mantenimiento
- Está basada en intervenciones rápidas y pasajeras

Procedimiento a seguir luego de una avería:

- Realizar una inspección para determinar cuáles piezas han sido afectadas y cuales se necesitan cambiar
- Determinar el tiempo necesario para la reparación total o parcial
- Gestionar repuestos
- Realizar la reparación, ajustar e inspeccionar

4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Este mantenimiento se conforma por varias actividades que deben realizar los operarios día a día, como: limpieza, cambio de herramientas y piezas, lubricación, e inspección visual, de acá la importancia del papel del operador en el cuidado de los equipos según los estándares establecidos, para ello es crucial la capacitación del operador y el desarrollo de sus competencias en el cuidado y uso adecuado de su equipo. Los objetivos del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como una herramienta para el aprendizaje y el conocimiento.
- Desarrollar destrezas para resolver problemas.
- Estructurar el pensamiento sobre las actividades del trabajo.

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM Mantenimiento Productivo Total por parte del comité de implantación. Ya en la etapa de implantación, en la formación del personal y en la metodología más adecuada para garantizar la confiabilidad de todos los equipos, se puede en los años posteriores a esta investigación avanzar para una futura instauración de este tipo de mantenimiento.

Las actividades de TPM comprenden metodología de las cinco S, mantenimiento autónomo, promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y establecimiento de diagnóstico de habilidades (capacitación y adiestramiento en multi-habilidades) y procedimientos de trabajo.⁷

El mantenimiento autónomo también se puede entender desde sus cinco pasos:

- Limpieza Inicial.
- Proponer medidas y señalar las causas y efectos de las basuras y el polvo
- Estándares de Limpieza y Lubricación
- Inspección General
- Inspección Autónoma

4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Un plan de mantenimiento programado no es más que el conjunto de gamas de mantenimiento elaboradas para atender una instalación. Este plan contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener la instalación. Es importante entender bien esos dos conceptos: que el plan de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento agrupadas en gamas, y su objetivo es evitar determinadas averías.

4.3.1 Información que debe tener una gama de mantenimiento. Una gama de mantenimiento es una lista de tareas a realizar en un equipo, en una instalación, en un sistema o incluso en una planta completa. La información básica que debería tener una gama de mantenimiento es la siguiente:

- Equipo en el que hay que realizar la tarea.
- Descripción de la tarea a realizar.
- Resultado de la realización.
- Valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación.

7 MANTENIMIENTO PLANIFICADO. Mantenimiento Productivo Total. s.f. Disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com> [en línea] Recuperado http://www.mantenimiento-planificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/Manual%20Por%20que%20se%20llama%20estrategia%20de%20las%20cinco%205s.pdf.

Las tareas se agrupan en gamas siguiendo alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (gamas diarias, gamas mensuales, gamas anuales, etc.) o por especialidad (gamas de operación, gamas mecánicas, gamas eléctricas, gamas predictivas, etc.).

4.3.2 Gamas diarias. Las gamas o rutas diarias contienen tareas que se realizan fácilmente. La mayor parte de ellas se refieren a controles visuales (ruidos y vibraciones extrañas, control visual de fugas), mediciones (tomas de datos, control de determinados parámetros) y pequeños trabajos de limpieza y/o engrase. En general, todas las tareas pueden hacerse con los equipos en marcha. Son la base de un buen mantenimiento preventivo. Es además, la parte de trabajo de mantenimiento más fácilmente trasladable al personal de producción (o de operación), y que por tanto la que mejor se puede integrarse en un TPM.⁸

Por la gran cantidad de documentos requerido (el 90% del total al cabo de un año), no es conveniente que estén en el sistema informático de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador; es más práctico generar las hojas de ruta manualmente, si se genera a partir del sistema informático habría que completar todo el ciclo de una O.T. (apertura, aprobación, carga de datos, cierre, aprobación del cierre, etc.); todo este esfuerzo no está justificado, pues genera demasiado trabajo burocrático que no añade ningún valor.⁹

Tras la realización de todas las rutas diarias es conveniente rellenar un parte de incidencias, que reflejen todas las anomalías observadas en la planta. A partir de ese parte, la persona autorizada ya sea técnico u operativo será la encargada de realizar las rutas y generar tantas órdenes de trabajo como anomalías haya encontrado.¹⁰

4.3.3 Gamas semanales y mensuales. Las gamas semanales y mensuales contemplan tareas más complicadas que no posible o justificado realizar a diario, implican en algunos casos desmontajes, paradas de equipos o tomas de datos más laboriosas. Es el caso de limpiezas interiores que necesiten del desmontaje de determinados elementos, o medidas del consumo de un motor (medida de intensidad) en cuadros de acceso complicado, etc. También incluyen tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases.¹¹

⁸ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Ejemplo de plan de mantenimiento. Renove Tecnología en renovetec Fuenlabrada Madrid. 2018 [en línea]. recuperado de <http://renovetec.com/index.php/planes-de-mantenimiento/294-ejemplo-de-plan-de-mantenimiento#>.

⁹ Ibídem.

¹⁰ Ibídem.

¹¹ Ibídem.

4.3.4 Gamas anuales. Suponen en algunos casos una revisión completa del equipo (Overhaul), y en otros, la realización de una serie de tareas que no es necesaria realizar con una periodicidad menor. Es el caso de cambios de rodamientos, limpieza interior de una bomba, medición de espesores en depósitos, equilibrado de aspas de un ventilador, por citar algunos ejemplos. Siempre suponen la parada del equipo durante varios días, por lo que es necesario estudiar el momento más adecuado para realizarlo para evitar afectación en la productividad.¹²

4.3.5 Informes tras la realización de gamas y rutas. La realización de Gamas y Rutas de Mantenimiento se completan con la elaboración de un informe en el que se detallan todas las anomalías encontradas y todas las reparaciones que se han efectuado o que son necesarias.

Es conveniente recoger todas las incidencias encontradas en la realización de todas las rutas diarias en un único informe, que puede denominarse Parte de Incidencias. En él se deben detallar todos los parámetros observados fuera de rango, todas las observaciones referentes a fugas, vibraciones y ruidos anómalos, y todas las observaciones que se consideren de interés. Posteriormente, una persona autorizada debe revisar este Parte de Incidencias y emitir tantas Órdenes de Trabajo como anomalías se hayan detectado.

La redacción del informe, la emisión de las Órdenes de Trabajo y su seguimiento son tareas tan importantes que si no se realiza es inútil poner en marcha estas rutas diarias. Sus principales objetivos son dos: por un lado, detectar anomalías en una fase inicial, cuando todavía no han supuesto un grave problema, y por otro, conocer en todo momento el estado de la planta, muchas de las ordenes que se han emitido suelen presentar dudas en la ruta diaria donde no se presentan todas las anomalías que se encuentren en los equipos.

Una solución práctica puede ser consignar tan solo las nuevas anomalías, pero un día a la semana consignarlas todas, indicando de cuales se ha emitido ya orden de trabajo, con fecha de emisión y de cuales se emite en ese momento. Por ejemplo, si se toma la decisión de anotar todos los lunes todas las fallas que se encuentren y reflejarlas en el informe de incidencias, si un jueves queremos revisar el estado de la planta bastará con tomar el informe del lunes anterior e incluir las aparecidas en la semana.¹³

¹² Ibídem.

¹³ Ibídem.

4.3.6 Metodología de Análisis de criticidad. Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.¹⁴

El proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.¹⁵

La selección de los factores ponderados se realiza en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional del activo en estudio (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente).

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.¹⁶

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:
Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

4.3.7 Ecuaciones de Análisis de criticidad. Para calcular la consecuencia y la criticidad total del equipo se emplean la ecuación [1] y ecuación [2]

$$Criticidad_{Total} = Frecuencia\ de\ Fallas * Consecuencia \quad [1]$$

$$Consecuencia = (Impacto\ Operacional * Flexibilidad) + Costo\ Mantenimiento + Impacto\ SAH \quad [2]^{17}$$

¹⁴ RELIABILITYWEB.COM. El Análisis de criticidad una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Reliabilityweb. [en línea] Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>.

¹⁵ PARRA MÁRQUEZ, Carlos y CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo. Técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. Dept. industrial Management. University of Seville School of Engineering, Spain. Asesoría Integral en Ingeniería de confiabilidad. 2012. Pág. 2

¹⁶ Op. Cit.

¹⁷ Op. Cit. pág. 6

4.3.8 Disponibilidad. Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo.¹⁸

Indica el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible para el departamento de planta física en los labores de jardinería. La ecuación [3] es utilizada para calcular la disponibilidad y está en función del Tiempo Medio entre Mantenimientos correctivos TMEC, Tiempo Medio entre Mantenimientos Preventivos TMEP y Tiempo medio de mantenimiento correctivo TMMC.

$$Disponibilidad = \frac{TMEC}{TMEC+TMMC} \quad [3]^{19}$$

Es decir que la disponibilidad se da a partir de tiempo total del periodo considerado o tiempo en operación y el tiempo por paradas de mantenimiento o tiempo para reparar.

TMEC: Tiempo medio entre mantenimientos correctivos

TMMC: Tiempo medio de mantenimiento correctivo

TEMP: Tiempo medio entre mantenimientos preventivos

TMMP: Tiempo medio de mantenimiento preventivo

¹⁸ JIMÉNEZ J. Alirio. Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias. Mantenimiento LA. 24 octubre 2011. Disponible [en línea] Recuperado <https://mantenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.

¹⁹ Ibídem.

5. METODOLOGÍA

Como ya ha sido ampliamente expuesto en los capítulos anteriores, el servicio de jardinería que se realiza en las zonas verdes del campus universitario presenta varias deficiencias asociados a la falta de planeación de sus procesos y mantenimiento preventivo de sus equipos y maquinaria, por esta razón, esta investigación deja los lineamientos conceptuales y metodológicos necesarios para la optimización de este servicio y de sus recursos. Independientemente de que este proceso no sea crítico ni asociado a las actividades misionales de la universidad, las dificultades presentadas en la actualidad generan sobrecostos innecesarios que se pueden evitar con la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo que permita contar con un inventario organizado, un cronograma de mantenimiento donde se lleve un histórico y unos indicadores de gestión que midan los avances en el programa. Lo anterior se expondrá en detalle en los siguientes capítulos.

5.1 SOLUCIÓN PROPUESTA

5.1.1 Implementación de un sistema de información para la gestión de Mantenimiento. Las actividades de mantenimiento correctivo que actualmente se están realizando en la universidad, pueden ser reemplazadas por un programa de mantenimiento preventivo implementando técnicas que permitan identificar las distintas actividades de mantenimiento y poder llevar un histórico de medición tales como: análisis de criticidad e indicadores de gestión, estos indicadores harán más eficiente y efectiva la labor y gestión de los encargados y responsables de estas actividades. El plan de mantenimiento propuesto facilitará el registro, control y seguimiento de la información de cada equipo en una base de datos organizada y estandarizada, situación que favorecerá el análisis de costos y de compra oportuna de insumos. Para diseñar esta base de datos se propone MICROSOFT EXCEL, ya que su codificación y lenguaje ampliamente conocido facilitará el registro e ingreso de datos, así mismo, dado que el departamento no tiene una gran cantidad de equipos, este es un software que se ajusta a las necesidades del área y permitirá rápidamente hacer el levantamiento de información y la construcción de la base de datos.

Otro de los beneficios del programa de mantenimiento preventivo está en la planeación a corto y mediana plazo de actividades, que se estructurarán en un cronograma que contemple todas las tareas de mantenimiento para los equipo y sus componentes, planeación que dejará a punto cada equipo y que además permitirá coordinar los tiempos requeridos para hacerles mantenimiento, sin que afecte las actividades de limpieza y cuidado de las zonas verdes y sin afectación del servicio que requiere el campus de la Universidad.

5.1.2 Planteamiento de una cultura organizacional basada en la norma ISO 55001 del 2014. De la filosofía de Mantenimiento Productivo Total se tomó el concepto de OPERADOR- MANTENEDOR, definido como el gestor para el cuidado de los equipos, en donde cada máquina tiene un responsable de operarla y encargado también de los procesos de limpieza y mantenimiento requeridos, de tal manera que reduzca los costos por pérdida de tiempo y energía, mejore la calidad del servicio, minimice los riesgos de accidentes o sanitarios, incremente la seguridad industrial, mejore las condiciones de trabajo y la productividad. Esta propuesta apunta a la construcción de una cultura organizacional en la que los colaboradores adopten prácticas de buen uso y mantenimiento de sus herramientas y equipos de trabajo, creando una responsabilidad personal por alargar su vida útil, haciendo que quien realice el mantenimiento tenga la conciencia de su responsabilidad en el cuidado de la máquina, entendiendo que esto redundará en la prestación de un mejor servicio y la disminución de fallas y tiempos muertos por daños, haciendo así más eficientes sus tareas diarias. A este tipo de costumbres y prácticas laborales se les conoce como mantenimiento autónomo.

Aunque la filosofía de Mantenimiento Productivo Total no es el marco conceptual en el que se basa esta tesis, se ha tomado este concepto de operador- mantenedor con el fin apoyarse en el conocimiento y contacto directo con el equipo, que tienen los trabajadores para hacer el levantamiento de la información, ya que son ellos quienes de primera mano pueden reportar las situaciones que afecten el estado de los equipos y con un adecuado y oportuno registro de esta información se podrá determinar las actividades de mantenimiento requeridas, así como los suministros e insumos que se requieran comprar.

Este concepto de operador-mantenedor se asocia a los planteamientos de gestión de activos de la Norma ISO 55001, ya que la implementación de técnicas y herramientas en estrategias para la administración eficiente de activos, introduce a todo el personal profesional, técnico y operativo involucrado en el servicio, en la gestión eficiente de sus procesos y por ende en la mejora continua.

Esta norma plantea la necesidad de incluir la parte humana como elemento clave para el éxito en la gestión eficiente de activos. Por esto, el desarrollo de competencias técnicas y transversales en el personal que opera los equipos, es fundamental para una adecuada implementación del proyecto, esta es la razón por la cual, el presente trabajo también dejará establecido todas las capacitaciones y entrenamientos necesarios para que los trabajadores desarrollen las habilidades propias del operador-mantenedor según los lineamientos del mantenimiento autónomo.

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE GRADO

En la Tabla 2 se resumen las 4 etapas que se dieron durante la presente investigación así como las actividades realizadas en cada etapa y sus respectivas actividades.

Tabla 2. Descripción General del Proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
1. Levantamiento de Información.	1. Entrevista a los operarios y al director del departamento de planta física.
	2. Acopio Documental de los equipos.
	3. Verificación de procedimientos e inspección del estado de los equipos del servicio de jardinería prestado por el departamento de planta física.
	4. Entrevista al director de la empresa El Puerto.
	5. Inventario y clasificación de cada uno de los equipos.
2. Análisis de Criticidad.	1. Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo.
	2. Análisis de los modos de efectos de fallas.
3. Desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Actividades del Plan de mantenimiento preventivo.
	2. Representación del Plan de Mantenimiento Preventivo.
	3. Administración del Plan de Mantenimiento Preventivo.
4. Recomendaciones para la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Denominar a los implicados en la operación y mantenimiento de los equipos.
	2. Cultura de pertenencia hacia las labores de mantenimiento.
	3. Habilitar un Stock de parada de los equipos.
	4. Filosofía de mantenimiento.

Fuente. Autor.

En la Tabla 2 se describen las etapas y pasos que se siguieron para la realización de la presente investigación, se inició con el establecimiento de la situación actual, a través del levantamiento de información con cinco actividades específicas, una vez definida la situación en la que encontraron los equipos y procedimientos para su mantenimiento, se hizo una análisis de criticidad a través de una ponderación de los factores asociado al riesgos y el análisis de los modos de efectos de fallas. Con el análisis anterior, se estableció un plan de mantenimiento preventivo y para concluir se definieron las recomendaciones que se consideran necesarias tener en cuenta para una implementación efectiva del plan de mantenimiento preventivo.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en cada una de las etapas desarrolladas en el proyecto.

Tabla 3. Resultados obtenidos en cada etapa y actividad del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD	RESULTADOS
1. Levantamiento de Información.	1. Entrevista a los operarios y al director del departamento de planta física.	1. Aprobación del propósito y los objetivos del proyecto.
		2. Manifiestan su labor y actividades frente al manejo de los equipos.
	2. Acopio Documental de los equipos.	1. Información completa de la compra de los equipos.
		2. Información incompleta de todo el historial de los equipos.
	3. Verificación de procedimientos e inspección del estado de los equipos del servicio de jardinería prestado por el departamento de planta física.	1. Se observan deficiencias en la recolección e información de los equipos.
		2. El cuarto de mantenimiento no es el apropiado para almacenar los equipos.
		3. Cuentan con un registro de proveedores.
		4. No cuentan con un Stock de parada o de repuestos.
		5. El personal no está capacitado para llevar acabo el orden adecuado de una base de datos.
	4. Entrevista al director de la empresa El Puerto.	1. Actividades y costos de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados.
		2. Falta de socialización y recomendaciones hechas por la empresa EL Puerto.
		3. Análisis del estado actual de cada una de los equipos.
	5. Inventario y clasificación de cada uno de los equipos.	1. Se cataloga la información en una base de datos del software Microsoft Excel.
		2. Se archivan todos los datos, manuales y catálogos de manera ordenada y de fácil acceso.
		3. Se habilita en la plantilla del Inventario el control del sistema de información en la plataforma Excel donde se registra y revisa la documentación.
2. Análisis de Criticidad	1. Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo.	1. Se emplea la Matriz de Criticidad, frecuencia por consecuencia de la falla.
		2. Factores ponderados de cada criterio a ser evaluados por la expresión del riesgo.

Tabla 3. (Continuación).

ETAPA	ACTIVIDAD	RESULTADOS
		3. Reemplazamos los factores principales en la matriz de criticidad para obtener el nivel de criticidad del equipo.
		4. Caracterizados los equipos como No Críticos, se jerarquizan según la criticidad total en el Plan de mantenimiento preventivo.
	2. Análisis de los modos de efectos de fallas.	1. Estimación de riesgo.
		2. Indicativos de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.
3. Desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Actividades del Plan de mantenimiento preventivo.	1. Calendario general de actividades de mantenimiento preventivo; diario, semanal, mensual, bimensual, trimestral, semestral y anual.
		2. Guía anual de los equipos de Jardinería.
		3. Detalle de las tareas rutinarias tales como: afilar, ajustar, apretar, cambiar, comprobar, engrasar, limpiar, lubricar y revisar
		4. Indicadores de Gestión, tiempos de operación, mantenimiento y paradas.
		5. Recopilar todas las actividades de mantenimiento de cada equipo en las plantillas de Procedimiento del Plan de Mantenimiento preventivo.
	2. Representación del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Se expone el esbozo del Plan de Mantenimiento Preventivo en Software Excel.
		2. Se articula toda la información en las plantillas y formatos resueltos en el programa de mantenimiento, de acuerdo a los pasos y procedimientos a seguir.
		3. Realización del esquema descriptivo para la presentación del Plan de Mantenimiento Preventivo.
	3. Administración del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Tramite de ingreso de datos.
		2. Ejecutar todas las actividades y procedimientos autorizados por el director de Planta física.
3. Demostración de cada tarea dentro del Plan de Mantenimiento Preventivo.		
4. Recomendaciones para la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo.	1. Denominar a los implicados en la operación y mantenimiento de los equipos.	1. Se establece un grupo de trabajo encargado de cualquier labor respecto a los equipos de jardinería.
		2. Se acredita a cada funcionario respecto a su ocupación.
		3. Se segmentan las áreas de trabajo de las zonas verdes.
		4. Se asignan las labores de limpieza, operación, inspección y supervisión.

Tabla 3. (Continuación).

ETAPA	ACTIVIDAD	RESULTADOS
		5. Se decretan comités de evaluación.
		6. Se capacita todo el personal para el correcto manejo del Plan de mantenimiento preventivo.
	2. Cultura de pertenencia hacia las labores de mantenimiento.	1. Se capacita todo el personal para el correcto manejo del Plan de mantenimiento preventivo.
		2. Diversificar las actividades del operador para que sea un mantenedor que se apropia de las labores de limpieza, funcionamiento y almacenamiento adecuado.
	3. Habilitar un Stock de parada de los equipos.	1. Sugerir varios proveedores de repuestos.
		2. Dividir en zonas amplias y seguras el almacenamiento de los equipos de mantenimiento cuarto y depósito de mantenimiento.
		3. Usar el cuarto de mantenimiento solo para almacenar insumos y repuestos y usar el depósito solo para la ubicación del almacenamiento de los equipos.
		4. Tener una reserva de repuestos e insumos originales.
	4. Filosofía de mantenimiento.	1. Socializar actividades de ética y humanismo para mantener armonizado el ambiente de trabajo
		2. Crear la necesidad de mejoras en la función de los equipos y las destrezas de los operarios.
		3. Llevar el Plan de mantenimiento preventivo a certificaciones de calidad futuras asegurando la confiabilidad, rentabilidad y la sostenibilidad de los equipos.

Fuente. Autor.

6.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Corresponde a la primera etapa de la investigación y buscaba definir la situación actual y el estado de los equipos y maquinaria usados en el servicio de jardinería de la universidad, teniendo en cuenta organización, sistemas de trabajo, personal técnico, compra de repuestos y equipos; y se realizó a través de cinco actividades específicas:

6.1.1 Entrevista a los operarios y al director del departamento de planta física. En este primer momento se dio la aprobación del proyecto por parte de director del departamento de Planta Física, quien también explicó las generalidades del departamento y su funcionamiento así como las dificultades y necesidades que se tenían para la prestación del servicio de jardinería. Con esta información suministrada se determinó que solo se realiza mantenimiento correctivo a estos equipos y se hace a través de una empresa contratista; también se determinó que las compra de repuestos o insumos se realizan sin un planeación previa. Por su parte, los operarios describieron como realizaban sus labores y no se evidenció conocimiento sobre actividades asociadas a mantenimiento preventivo.

6.1.2 Acopio y revisión documental de equipos. Se hizo una recopilación y revisión de los documentos de los equipos que se encontraban en este departamento, encontrando información completa de la compra de los equipos, e información incompleta de todo el historial de los equipos y hojas de vida de los mismos. La documentación recopilada estaba dispersa y sin un orden establecido; se hizo una búsqueda, organización y clasificación de lo encontrado e incluso se hizo necesario conseguir catálogos de equipos que no se hallaban en el departamento, una vez recopilados se organizaron y digitalizaron.

Como no todos los equipos tenían la documentación completa, se decidió que los encargados del mantenimiento suministraran la información para registrarla y sistematizarla para así poder llegar a consolidar en su totalidad la información requerida. Los documentos que no tenía el departamento de Planta Física y que se lograron conseguir de esta forma fueron los siguientes: catálogos, formato de orden de compra, hoja de vida de equipos, fichas técnicas, órdenes de servicios, órdenes de compra, solicitudes de trabajo, instructivos de operación, facturas y fotografías.

Los documentos que si tiene el departamento de Planta física son del registro y actualización de los proveedores consignado en el Anexo A. donde se lleva el registro de la información de la empresa en este caso la empresa El Puerto encargados de realizar labores de mantenimiento y venta de maquinaria agrícola, en este registro exigido por la Universidad Santo Tomas sede Tunja se tiene toda la información del proveedor para verificar su constitución legal, certificados Profesionales y experiencias laborales. De esta manera se logró tener la información de contacto de este proveedor ya que la Universidad no cuentan con varios proveedores, fue de esta manera como el director de la empresa El Puerto me suministro información sobre los mantenimientos correctivos como se muestran en el Anexo B. Anexo C., con esta información se realizó frecuencias de fallos, procedimientos y hojas de vida para todos los equipos de Jardinería de la Universidad santo Tomas sede Tunja.

6.1.3 Verificación de procedimientos e inspección del estado de los equipos del servicio de jardinería prestado por el departamento de planta física. Con esta actividad se logró encontrar un registro de proveedores, y en dicho registro se evidenciaron las recomendaciones necesarias para el buen uso y mantenimiento de la maquinaria como consta en el Anexo D. También se determinaron las deficiencias en la recolección de la información de los equipos, no hay formatos que permitan registrar de forma detallada el estado del equipo y sus partes, situación que no permite crear un Stock de paradas o repuestos. Con la observación directa también se pudo determinar que el lugar de almacenamiento de los equipos no es el apropiado, ya que no permite su adecuada organización, situación que va en detrimento de su buen estado.

En cuanto al personal del departamento está compuesto de la siguiente manera: el Jefe de planta física, que tiene por profesión Arquitecto, y quien es la encargado de cotizar y comprar máquinas, insumos, repuestos y subcontratar el servicio de mantenimiento correctivo.

Para las tareas operativas, se cuenta con dos jardineros quienes son los encargados de mantener en buen estado las zonas verdes de la universidad y de operar las diferentes máquinas realizando las siguientes funciones: podar las distintas plantas, recoger las hojas, fumigar, mantener la cancha de futbol; también son responsables de solicitar repuestos y/o servicios de mantenimiento correctivo.

Este servicio subcontratado es realizado por la empresa El Puerto, el encargado de este trabajo es un Ingeniero agrónomo, quien suministró información sobre el Mantenimiento Correctivo realizado a la Hidrolavadora Anexo E. y Anexo F. y al Tractor cortacésped Anexos G. y Anexo H. Esta información fue necesaria para el levantamiento de la información del plan de mantenimiento preventivo y la definición del problema de la presente investigación.

Dentro de las dificultades de funcionamiento de los procedimientos del departamento, se detectó que durante el periodo de vacaciones se dejan equipos con gasolina sin que sean usados y esto ha generado daños de motores como lo comento el operario que le ocurrió a las Guadañadoras Stihl y corta setos Shindaiwa. Otra situación detectada, es la informalidad en la solicitud de insumos y repuestos, estas solicitudes se realizan por correo y no detallan la información completa para hacer compras efectivas, algo parecido ocurre con la información de daños o fallas que no están siendo registradas en formatos que permitan llevar el histórico de actividades de mantenimiento de cada equipo.

Por último, se logró determinar que el personal no estaba capacitado para hacer el registro de información requerida para crear una base de datos, así como tampoco se le ha dado una capacitación formal en el manejo de los equipos, y no se evidencia algún procedimiento establecido para llevar registros de incidencias de fallos, esta situación ha llevado a que se presenten paradas por falta de los repuestos de los equipos, ya que tampoco se cuenta con un Stock de repuestos.

Las inspecciones y entrevistas con los operadores permitieron conocer que sí existe un programa de actividades mensuales que se describen Tabla 4 precisamente ahí se evidencia que dentro de sus actividades no se contemplan todas las tareas de mantenimiento preventivo que los operadores pueden y deben realizar para cumplir con un mantenimiento preventivo completo de los equipos de jardinería.

Tabla 4. Tareas actuales realizadas por Jardineros de la Universidad Santo Tomás Tunja.

EDIFICIO GIORDANO BRUNO					
AUXILIAR DE MANTENIMIENTO: CAMILO PARRA					
Auxiliar de mantenimiento: Camilo Parra					
Turno 1	LUNES A VIERNES: 7:30 a.m a 12 p.m y de 2:00 pm a 6:00 pm SABADO: 7:00 a.m a 11:00 a.m				
Dia/ hora	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
7:00 a.m a 12: 00 p.m	Riego y deshierba Jardines en taludes	Cancha de futbol 7 y voleibol playa, riego, poda, fumigar, acciones que requiera.	Guadaña a zona verde de la semana correspondiente	Guadañar zonas verdes de la semana correspondiente	Soplado o lavado de canal según corresponda.
12: 00 pm a 2 pm	Almuerzo				
2 p.m - 5 p.m	Fumigacion Aseo y recoleccion	Recolección chamizos y retiro de poda.	Abonado, riego cancha de futbol, aseo y limpieza de gradas, soplado pista atlética.	Recolección de Césped y fumigacion de bordes zona senderos y retiro de poda.	Soplado de cancha multiple cada 8 dias y lavado de cancha cada 15 dias. Aseo cancha de tenis
OBSERVACIÓN	La actividad de lavado de cancha múltiple, debe ser entregada a un responsable, Sra Rocio/ Arq. Pedro/ Arq. Edgar.				
	Todos los días de la semana se debe informar si hay algún tipo de novedad a Sra Rocio/Arq.Pedro/Arq.Edgar.				
	Los jueves de las ultimas 2 semanas del mes, debe apoyar al Sr. Pedro Garcia con la tala de los arboles de la zonas verde 3.				
	Actividades de lunes a miercoles, se deben cumplir obligatoriamente en periodo de clases.				
	En periodo de vacaciones estudiantiles, se concentrara en las actividades de mantenimiento				
	Todos los dias de la semana se debe informar si hay algun tipo de novedad a Sra Rocio/Arq.Pedro/Arq.Edgar				
Todos los sabados de la semana deberá soplar y asear junto con el Sr. Camilo Parra el canal Perimetral, La ultima semana del mes, deberá lavarlo.					
SABADO					
7:00 a.m	Realización de actividades pendientes Aseo del cuarto técnico del tanque de riego soplado lavado de canal según corresponda.				
8:00 a.m					
9:00 a.m					
10 a.m					
OBSERVACIÓN	30 minutos antes de terminar actividades en la tarde, se debe realizar aseo a las maquinas utilizadas. El ultimo viernes del mes en conjunto con el sr. Jorge Cardozo debe apoyar el lavado del canal. Es de uso obligatorio el uso de elementos de protección				

Fuente. Camilo Parra, trabajador del departamento de mantenimiento.

La norma ISO 55001 propone buscar dos tipos de problemas los internos y los externos con fin de tener claro que debemos mejorar con la propuesta. Con el levantamiento de la información se logró identificar los siguientes problemas internos:

- El personal no está capacitado para realizar el mantenimiento de los equipos.
- No hay un sistema de información robusto.
- No hay personal competente en mantenimiento preventivo que lleve a cabo los análisis de los diferentes indicadores de gestión.
- No es claro, ni ágil ni preciso el sistema de información de los equipos.

- No cuentan con un plan de mantenimiento preventivo.
- No cuenta con un Stock de repuestos.
- No es completo el seguimiento histórico y el registro de hojas de vida realizadas a cada uno de los equipos.
- No cuentan con un lugar adecuado para los equipos de mantenimiento.

Y dentro de los problemas externos se logró identificar los siguientes:

- No se registran actividades de mantenimiento de diferentes proveedores.
- El proveedor no realiza un seguimiento periódico de inspección y de mantenimientos preventivos.

6.1.4 Entrevista al director de la empresa El Puerto. En esta entrevistas se evaluó la información suministrada por parte del Ingeniero Agrónomo representante de la Distribuidora de maquinaria Agrícola EL PUERTO, recogiendo datos sobre las actividades y costos actuales de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados, el Ingeniero reportó que aunque los costos no son tan altos como los que podría generar otro tipo de servicio, si se podrían disminuir al optimizar todas las actividades de mantenimiento enfocándose específicamente en las actividades de mantenimiento preventivo y considera viable y efectivo la elaboración y ejecución de un plan de mantenimiento preventivo. Para evidenciar los costos generados en el 2017 nos suministró la información que se consignó en el Anexo C.

Con esta entrevista también se informó sobre las labores de mantenimientos preventivos y correctivos que se realizaron en el 2017 encontrando lo siguiente:

- 10 de febrero del 2017.
- 13 de septiembre del 2017.
- 20 de junio del 2017.
- 28 de agosto del 2017.

Mantenimientos preventivos los días:

- 16 de mayo del 2017
- 26 de mayo del 2017

6.1.5 Inventario y clasificación de cada uno de los equipos. Con esta última actividad de la etapa de levantamiento de la información se hizo un clasificación y registro de los equipos en una base de datos del software Microsoft Excel, en donde se archivaron todos los datos, manuales y catálogos de los equipos de una forma ordenada y de fácil acceso, habilitando una planilla de inventarios para el control de la información.

Tabla 5. Inventario y valor de las Máquinas de Jardinería del Departamento de adquisición y Suministros.

MAQUINA	MARCA	VALOR DE LA MAQUINA
AHOYADORA STIHL BT 131	STIHL	2.900.000
CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARGO	SHINDAIWA	1.195.000
FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA 25 LTS 450PSI 4 TIE	HONDA	1.352.606
FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5HP 56CC STIHL	STIHL	1.333.063
GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	STIHL	1.661.903
GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	STIHL	1.661.903
GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS	STIHL	1.100.000
HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MOTOR 4T-BRIGG STRATO	BRIGGS & STRATTON	3.820.000
MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CADENA 52D	STIHL	1.600.000
SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL	TORO	55.702.988
SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC	CIFARELI	1.399.999
TRACTOR CORTACEPED TIPO TIME CUTTER MOTOR KAWASAKI 24 HP	TORO	15.300.000
TRACTOR GATOR TH 4X6 DIESEL	JOHN DEERE	54.566.400

Fuente. Autor. En base a datos suministrados por Auxiliar Compras y activos del Departamento de adquisición y suministros de la Universidad Santo Tomas sede Tunja.

Según información suministrada por el Ingeniero Director de la empresa El puerto, contratista encargado de las labores de mantenimiento de los equipos de jardinería de la Universidad Santo Tomas de Tunja en la sede campus Universitario, en la Tabla 6 se describen los costos de mantenimiento para el año 2017.

Tabla 6. Costos totales del mantenimiento del 2017.

MAQUINA	Valor de Mantenimiento (pesos)	Fecha de Realización	Descripción de la Obra
Guadañadoras FS 450 Stihl	4.750.000	3 de abril 2017	Reparación de equipos de Jardinería, pasto y poda.
		16 al 26 de mayo del 2017	Mantenimiento Preventivo (Cambio de bujía, engrase, lavado de tanques, limpieza del carburador, sincronización general, cambio de filtro de combustible y aire).
	79.000	20 de junio del 2017	Arreglo de insumos y repuestos.
Hidrolavadora	79.000	28 de agosto de 2017	Mantenimiento Hidrolavadora.
Cortacésped	2.516.000	1 agosto del 2017	Mantenimiento general del tractor cortacésped.
Soplador	1.355.000	16 al 26 de mayo del 2017	Cambio de correa, filtro de combustible, bujía, guaya del acelerador y la manguera de paso de combustible.
Motosierra		5 de julio del 2017	Pintada, Cambio de bujía de encendido, espárragos, tuercas tapa cadena, aceite Stihl 2T para mezcla de un galón, lamina protectora de espada y cadena Stihl.
		13 de septiembre del 2017	Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

Fuente. Maquinaria Agrícola El Puerto.

En la Tabla 7 se determinan los pasos a seguir y encargados al detectar una falla o avería en algún equipo, el operador en su mayoría es quien primero detecta el fallo del equipo, por medio de solicitudes informa al director del departamento de planta física, es este el encargado de realizar las ordenes de trabajo y cotizaciones al proveedor contratista por medio de un reporte de satisfacción al departamento administrativo y financiero.

Tabla 7. Pasos cuando se detecta un fallo en un equipo.

PASOS	ENCARGADO	ACTIVIDAD	POSIBLES RESULTADOS
1. Detección del fallo.	Operador o profesional técnico.	Localiza y determina posibles causas del fallo.	Mantenimiento, operación, Montaje, Diseño, Fallo componente, fallo segundo, condiciones externas o suministros.
		Informe del fallo.	Genera solicitudes de Fallas tempranas, adultas o tardías.
2. Programación de mantenimiento.	Director del departamento de Planta Física.	De acuerdo al informe del fallo programa fechas de entrega y costos.	Genera órdenes de Trabajo ya sean de Mantenimiento preventivo, periódico o correctivo.
3. Ejecución e Informe.	Contratación de un Tercero.	Reparan el fallo mediante labores de mantenimiento.	Verificación del correcto funcionamiento.
			Informa lo realizado, los repuestos, insumos y costos.
4. Entrega.	Director del departamento de Planta Física.	Aprueba la entrega del equipo.	Verificación la corrección del fallo y el cumplimiento del trabajo.
		Informa la actividad de mantenimiento y costos al comité administrativo y financiero de la Universidad	Aprueban el pago de los servicios e informa al operador las recomendaciones del contratista.

Fuente. Autor.

Con las fechas, costos y descripción del mantenimiento de los equipos de Jardinería de la Universidad Santo Tomás sede Tunja se culminó la etapa de levantamiento de la información, permitiendo de esta forma la definición y delimitación del problema a intervenir, y continuar con la investigación a través de la metodología de análisis de criticidad de los equipos.

6.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Una vez hecho el levantamiento de la información, se realiza el análisis de lo encontrado usando un método llamado factores ponderados, con este método se determinó la criticidad de los equipos basado en los siguientes criterios: impacto de operación, frecuencia de falla, flexión de operación, costo de mantenimiento e impacto en la seguridad, ambiente e higiene.

Este análisis arroja las categorías de No Críticos, Medianamente Críticos y Críticos, con estas categorías se jerarquizan los equipos para determinar su condición y las actividades que se deben contemplar en el plan de mantenimiento preventivo para disminuir las fallas y prevenir el aumento de costos.

6.2.1 Asignación De Valores Ponderados. El método de los factores ponderados Tabla 8. Basado en riesgo, realiza un análisis cuantitativo a través de la elaboración de la matriz de criticidad. La siguiente tabla resume los criterios utilizados y la ponderación asignada según el estado de cada equipo.


Tabla 8. Factores Ponderados

FRECUENCIA DE FALLAS		COSTO DE MANTENIMIENTO	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual al 5 % del costo del equipo	2
Promedio 1-2 fallas/año	3	Inferior al 5% del costo todo el equipo	1
Buena 0, 5-1 fallas /año	2	IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE	
Excelente menos de 0,5 fallas/año	1		
IMPACTO OPERACIONAL		Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación ante externos de la organización	8
Perdida de todo el despacho	10	Afecta el ambiente/instalaciones	7
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4		
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacén,	2		
Función de repuesto disponible	1	No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambientes.	1

Fuente. PARRA MÁRQUEZ, Carlos y CRESPO, Adolfo. Técnicas de Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de Activos, Método de Análisis de criticidad y Jerarquización de activos.

La puntuación dada a cada equipo según los criterios anteriormente mencionados, se registró en el formato para Análisis de Criticidad mostrado en la Tabla 9 Es importante aclarar, que los ítems consignados en dicho formato fueron definidos con las recomendaciones del Ingeniero de la empresa El Puerto, quien conoce en detalle las necesidades en mantenimiento de cada uno de los equipos.

Tabla 9. Formato para Análisis de Criticidad.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS <small>PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA</small> <small>VIGILADA MINEDUCACIÓN SINES 1782</small>		ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
Equipo :			
Código :			
FRECUENCIA DE FALLAS			
Pobre mayor a 2 fallas/ año	4		
Promedio 1-2 fallas/ año	3		
Buena 0,5 fallas / año	2		
Excelente menos de 0,5 Fallas/ año	1		
IMPACTO OPERACIONAL			
Pérdida del todo el despacho.	10		
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones en otros sistemas.	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad.	4		
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/ almacén.	2		
Función de repuesto disponible.	1		
COSTO DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual al 5% del costo del equipo.	2		
Inferior al 5% del costo total del equipo.	1		
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE			
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación ante extremos de la organización.	8		
Afecta el ambiente/ Instalaciones.	7		
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5		
Provoca daños menores (ambiente- seguridad).	3		
No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambientes.	1		
VALOR DE CRITICIDAD			

Fuente. Autor.

6.2.2 Construcción de la matriz de criticidad. Una vez que en cada máquina se evalúan los criterios previamente mencionados y se da una ponderación de acuerdo a lo observado, se calcula la consecuencia y la criticidad total por medio de las siguientes ecuaciones:

$$Criticidad_{Total} = Frecuencia\ de\ Fallas * Consecuencia \quad [1]$$

$$Consecuencia = (Impacto\ Operacional * Flexibilidad) + Costo\ Mantenimiento + Impacto\ SAH \quad [2]$$

Al tener cada equipo un valor calculado de criticidad total y consecuencia, se hizo posible ubicarlos en una matriz en la que se visualizan los equipos críticos en la esquina superior derecha, y los menos críticos en la esquina inferior izquierda.

Tabla 10. Matriz 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. Revista de metodología de análisis de criticidad. Seminario de Investigación en metodologías de análisis de falla.

La matriz de criticidad clasifica los equipos en tres categorías según sea su ubicación. Área de sistemas No Críticos (NC) (Índice de criticidad 1-25): Son equipos que en el caso de fallar no repercutirán en la operación del mismo. Dichos equipos pueden estar sometidos a un plan de mantenimiento correctivo y se excluirán del sistema de información para la gestión de mantenimiento.

Área de sistemas de Media Criticidad (MC) (Índice de criticidad 25-59): Son equipos que en caso de fallar afectan levemente el sistema productivo, ya sea en la calidad del producto o en la eficiencia del proceso, pero permiten lapsos relativamente largos para reparar la avería. Dichos equipos serán incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo.

Área de Sistemas Críticos (C) (Índice de criticidad 60-200): Son equipos que al fallar ocasionan el paro de la cadena productiva o de un subsistema y por lo tanto su reparación es de carácter urgente. Dichos equipos serán incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo.

6.2.3 Ingreso de datos y análisis de criticidad. En la Tabla 11 se ingresó la información de cada equipo en la matriz y aplicando la metodología antes expuesta se encontraron los siguientes resultados.

Tabla 11. Análisis de Criticidad para todos los equipos de Jardinería.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
CÓDIGO	EQUIPO	F.F	I.O	C.M	F-O	I.S.A.H	CONS	CR
EJ 331026332	AHOYADORA STIHL BT 131	1	1	2	1	1	4	4
EJ 31012193	CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARGO	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31019655	FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA 25 LTS 450PSI	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31017406	FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5HP 56CC STIHL	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31019654	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31019653	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31018301	GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31016563	HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MOTOR 4T-BRIGG STRATO	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31013036	MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CADENA 52D	3	1	2	2	1	5	15
EJ 331025931	SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL	0	1	2	1	3	6	0
EJ 31012530	SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31017973	TRACTOR CORTACESPED TIPO TIME CUTTER MOTOR KAWASAKI 24 HP	3	1	2	2	1	5	15
EJ 31024297	TRACTOR GATOR TH 4X6 DIESEL	1	1	2	2	1	5	5

Fuente. Autor.

Con esta información se procedió a clasificar a cada equipo, en la Tabla 12 están los resultados de criticidad para los equipos de jardinería. La Matriz de criticidad corresponde según los criterios previamente definidos, quedando de la siguiente manera:

Tabla 12. Matriz de criticidad para los equipos de jardinería.

EQUIPO	CR
SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL	0
AHOYADORA STIHL BT 131	4
TRACTOR GATOR TH 4X6 DIESEL	5
CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARGO	15
FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA 25 LTS 450PSI 4 TIE	15
FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5HP 56CC STIHL	15
GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	15
GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUCHILLA	15
GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS	15
HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MOTOR 4T-BRIGG STRATO	15
MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CADENA 52D	15
SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC	15
TRACTOR CORTACEPED TIPO TIME CUTTER MOTOR KAWASAKI 24 HP	15

Fuente. Autor.

Con los resultados encontrados una vez aplicada la formulación:

F.F: Frecuencia de Fallas

I.O: Impacto Operacional

C.M: Costo de mantenimiento

F.O: Flexibilidad Operacional

I.S.A.H: Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene

CR: Criticidad

Se pudo concluir que los equipos tuvieron un criticidad en el rango de 0 a 15, por lo tanto la mayoría de los equipos de jardinería de la universidad son medianamente críticos y los equipos principales como el sistema de riego, el tractor John Deere Gator Th y la ahoyadora Stihl son no críticos o de baja criticidad; sin embargo, se toman la decisión de realizar el Plan de mantenimiento Preventivo a todos los equipos para evitar el deterioro de las máquinas y alargar la vida útil de las mismas.

Los equipos quedaron de la siguiente forma en la matriz de criticidad:

Tabla 13. Resultados de criticidad de los equipos del departamento.

4					
3	Tractor corta césped, Hidrolavadora, Guadañas, Motosierra, Soplador, Fumigadoras y Corta setos.				
2					
1	Tractor John Deere, Sistema de Riego y Ahoyadora.				
0	10	20	30	40	50

Fuente. Autor.

6.3 DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

6.3.1 Generalidades. En este capítulo se hace la descripción del diseño del sistema de información que se desarrolló y que constituye el centro del proyecto de investigación y el aporte que se deja al departamento, para hacer la gestión de sus equipos que permita mantenerlos a punto y evitar sobrecostos. Este plan es un sistema de información que organiza datos para controlar inventarios, determinar y programar las labores de mantenimiento que son requeridas para cada equipo y los seguimientos e informes para verificar la gestión realizada.

Las principales funciones que permitirá cumplir este plan son: ingreso y mantenimiento de equipos, historial y órdenes de trabajo, planificación de órdenes, mantenimiento y generación de informes.

En este sistema de información se posibilitará y facilitará cuestiones como la ubicación de la máquina, su costo, sus especificaciones técnicas, crear listados de insumos y repuestos, realización de labores de mantenimiento con frecuencias definidas, cargar información, separación de datos por medio de filtros entre otras.

6.3.2 Cronograma general de actividades. En donde se registraría las actividades de mantenimiento y la periodicidad de ejecución ya sea diaria, semanal, mensual, bimensual, trimestral, semestral y anual que servirá como la guía anual de mantenimiento de todos los equipos de jardinería.

Detalle de las actividades rutinarias que se realizarán a los equipos determinando y especificando a que parte o pieza de cada equipo se realizará cada una de las tareas de afilar, ajustar, apretar, cambiar, comprobar, engrasar, limpiar, lubricar y revisar. Estas rutinas de mantenimiento se realizarán así:

Afilar: Se realizará a cuchillas, cadena de aserrado y cuchillas de corte.

Ajustar: Esta tarea se realizará en el margen del acelerador, solenoide, tornillo de acelerador, velocidad máxima, abrazaderas de la manguera de admisión de aire, juntas roscadas en la succión, perno del montaje del motor, polea del motor, polea tensora y tornillería.

Apretar: Esta tarea se realizará a las juntas roscadas en la succión, pernos de montaje del motor, polea del motor, tensora las abrazaderas de la manguera de admisión de aire y la tornillería.

Cambiar: Esta tarea se realizará a el empaque del émbolo, filtro de paño filtro de malla de empaques de la guarda, filtro de gasolina resorte del embrague, empaques del carburador, filtro de paño, empaques de la guarda, filtro de gasolina, resorte del embrague, embrague, el aceite del motor, el filtro de aire, filtro de gasolina, la bujía, filtro de papel, aire del motor el filtro en el depósito de combustible, Rótulos, adhesivos de seguridad, correa unidad de corte, correa transmisión, filtro de combustible en línea, el resorte choque, el resorte tensor, guaya acelerador, guaya choque, palanca de control de mando izquierda, las correas, las cuchillas de corte, fusibles del sistema eléctrico, los rodamientos poleas, los tornillos palancas, control de mando , tapón del radiador, aceite de la caja de cambios, aceite de los filtros del filtro del motor, el aceite del filtro del sistema hidráulico, aceite del sistema de dirección, aceite del trans eje, el aceite motor y el filtro, el elemento depurador, el filtro de la caja , el filtro de la cubeta, el filtro del motor, el líquido de la caja corona ,refrigerante del motor, correa de transmisión y filtro de combustible.

Comprobar: Esta tarea se realizará para verificar la estanqueidad de todas las piezas de las máquinas, la tensión de la cadena de aserrado, cubierta de admisión y el nivel de aceite del trans eje.

Engrasar: Esta tarea se realizará para las articulaciones del sistema de dirección, las juntas universales del cardan, las juntas universales del tren delantero, los bujes del semieje, los encastres de la compuerta trasera del compartimento de carga, los puntos de lubricación vástagos delanteros y acopladores del trans eje.

Limpiar: Esta tarea se realizará a el depósito de combustible, las máquinas, el filtro de aire, cuchillas, la abertura de aspiración, aire de refrigeración, rejilla parachispas, el silenciador, el filtro de llave de paso, filtro de la llave, la boquilla, la manguera , la válvula de seguridad en la tapa , llave de paso, filtro de la llave, llave de paso, lanza, la boquilla , la manguera , el carburador, el colador de entrada ,el filtro de la entrada de agua bomba ,el sistema de refrigeración , pre filtro de aire del motor , el cabezal de aspiración ,el depósito de combustible , el depósito de aceite lubricante, la espada y darle vuelta, las aletas del cilindro , el propulsor , superficies externas , la carcasa del cortacésped (unidad de corte), la rejilla de la entrada de aire del sistema de refrigeración , el área del motor, el mazo de cables y los enrutamientos de manguitos con aire comprimido, el filtro respiradero del Carter, el radiador, filtro interno y la cubeta.

Lubricar: Esta tarea se realizará al engranaje, las cuchillas, el engranaje, el tubo bomba con aceite, el émbolo de la bomba, la caja de engranajes, los cojinetes, todos los puntos de engrase, cilindro de levantamiento, sistema de tres puntos.

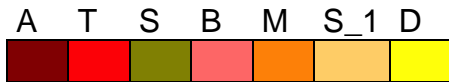
Revisar: Esta tarea se realizará al combustible en el depósito, el acelerador en posición de ralentí, el bloqueo del acelerador, el cable de encendido, el freno de barrera operativo, el pulsador de parada, el ralentí, el sistema de combustible, la bujía, la palanca de la mariposa de arranque, si están correctamente ajustados los elementos de mando, el funcionamiento de la bujía, la empuñadura de mando, la rejilla parachispas en el silenciador, el accionador, el filtro de gasolina, el filtro del aire, filtro de la llave ,fugas ,la boquilla , la manguera ,la ventana de inspección del aceite de la bomba , lanza, las esferas, llave de paso ,los depósitos de grasa , visual del sistema de salida de las esferas ,la ventana de inspección del aceite de la bomba, el filtro del aire del régimen y del acelerador.

El Plan de Mantenimiento Preventivo permitirá disminuir fallas críticas, paradas imprevistas, detección de fallas rápidas y el registro de un sistema de información detallado.

Contempla las siguientes actividades propias del mantenimiento autónomo:

- Realizar limpieza inicial.
- Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles.
- Establecer estándares de limpieza, lubricación y ajuste.
- Realizar inspecciones a los equipos.
- Reporte de necesidades de insumos y repuestos.
- Registro de datos para alimentar el sistema de información.

Se definieron las actividades de mantenimiento que se realizarán por equipo; revisando los catálogos y siguiendo las recomendaciones dadas por el profesional experto de la empresa contratista, determinando frecuencias de ejecución de actividades de mantenimiento. En el siguiente gráfico se pueden ver las frecuencias propuestas en el plan de mantenimiento diferenciadas por colores:



A significa actividad Anual.
T significa actividad Trimestral.
S significa actividad Semestral.
B significa actividad Bimestral.
M significa actividad Mensual.
S_1 significa actividad Semanal.
D significa actividad Diaria.

De esta forma será posible predecir el próximo mantenimiento y el tiempo que faltaría para que a un equipo se le deba intervenir. La frecuencia de actividades fue definida por medio de la revisión de los catálogos y las recomendaciones que daban los fabricantes.

Estas son algunas de las tareas que tienen frecuencias definidas dentro del plan y que en la actualidad no se realizan:

- Limpieza de: filtros de aire, paño, de carburadores y de las maquinas en general.
- Verificación de lubricación.
- Lubricación de caja de: engranajes, cojinetes.
- Revisión de: bujías, combustible, agua del radiador, embrague.
- Ajuste del relentí.
- Cambio de: filtro de la gasolina, de aceite.
- Afilar cuchillas.
- Reajuste de tuercas.
- Revisión de: baterías, frenos, temperatura, aceleradores, bujías, combustible y presiones.

6.3.3 Contenido del Plan de Mantenimiento Preventivo. Como ya se mencionó anteriormente el software en el que se desarrolló el plan de mantenimiento preventivo es MICROSOFT EXCEL, a continuación se describe el contenido de cada una de sus hojas y la función de cada una.

La Figura 3 representa el PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Es la presentación y menú del Plan de Mantenimiento Preventivo tiene datos de identificación de cada equipo y a través de hipervínculos permite ver todas las actividades.


Figura 3. Presentación Plan de Mantenimiento Preventivo – Equipos de Jardinería – Universidad Santo Tomas Tunja sede campus.



Fuente. Autor.

La Figura 4 representa el INVENTARIO: Aquí se encuentran clasificados los equipos según su precio, código y labor, dándole paso a las vinculaciones de Ficha técnica, Hoja de vida y procedimientos de cada equipo.

Figura 4. Inventario Plan de Mantenimiento.

	INVENTARIO - EQUIPOS DE JARDINERIA				Versión:	1
					Emisión:	20/08/2018
CODIGO:				Pagina:	1 de 1	
INVENTARIO						
MAQUINA	MARCA	LABOR	CODIGO PM	FICHA TECNICA	HOJA DE VIDA	PROCEDIMIENTO
1. SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL	TORO	REGAR		FICHA T. 1	HOJA D. V. 1	PROC. 1
2. TRACTOR GATOR TH 6X4 DIESEL	JHON DEERE	REMOLCAR	EJ 24297	FICHA T. 2	HOJA D. V. 2	PROC. 2
3. TRACTOR CORTACEPED TIPO TIME CUTTER MOTO	TORO	CORTA CESPED	EJ 31017973	FICHA T. 3	HOJA D. V. 3	PROC. 3
4. HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MC	BRIGGS & STRATT	LAVAR	EJ 31016563	FICHA T. 4	HOJA D. V. 4	PROC. 4
5. AHOYADORA STIHL BT 131	STIHL	HORADAR		FICHA T. 5	HOJA D. V. 5	PROC. 5
6. GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESION	STIHL	PODAR	EJ 31019654	FICHA T. 6	HOJA D. V. 6	PROC. 6
7. GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESION	STIHL	PODAR	EJ 31019653	FICHA T. 7	HOJA D. V. 7	PROC. 7
8. MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CA	STIHL	TALAR	EJ 31013036	FICHA T. 8	HOJA D. V. 8	PROC. 8
9. SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC	CIFARELI	EXPELER	EJ 31012530	FICHA T. 9	HOJA D. V. 9	PROC. 9
10. FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA	HONDA	SANEAR	EJ 31019655	FICHA T. 10	HOJA D. V. 10	PROC. 10
11. FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5	STIHL	SANEAR	EJ 31017406	FICHA T. 11	HOJA D. V. 11	PROC. 11
12. CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARG	SHINDAIWA	DESMOCHAR	EJ 31012193	FICHA T. 12	HOJA D. V. 12	PROC. 12
13. GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIV	STIHL	PODAR	EJ 31018301	FICHA T. 13	HOJA D. V. 13	PROC. 13
Observaciones						
ELABORO: RAFAEL HERNÁN CEPEDA PÁEZ			REVISO: ARQUITECTO DIEGO NIÑO		APROBO:	

Fuente. Autor.

La Figura 5 representa el **FORMATO FICHA TÉCNICA**: Formato para registrar todas características técnicas del equipo, permite registrar los datos de proveedor de repuestos e insumos, también registra datos de los mantenimientos que se le hace cada equipo, así como sus especificaciones técnicas.

Figura 5. Ficha técnica Plan de Mantenimiento.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VALDARMIERUCACIÓN 1985-1992		FICHA TECNICA		Versión:	1		
		TRACTOR JOHN DEERE GATOR TH 6X4		Emisión:	20/08/2018		
		CODIGO:		Página:	1 de 1		
CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO				CODIGO PM:	EJ 24297		
Descripción Física	Gran capacidad de carga transporta hasta 726 kg, neumáticos de alta flotación Motor Yanmar diesel 845 cc de bajo consumo, baja altura de carga y de facil r						
Nombre del Equipo	TRACTOR JOHN DEERE GATOR TH 6X4 DIESEL						
	Modelo	Numero de Serial	Tipo	Marca			
	TH GATOR CE	CH3009D262370/1M06X4DE	6X4 DIESEL	JOHN DEERE			
	País de Procedencia		Año de Fabricación	Costo de Adquisición			
	Moline, Illinois, USA		2009	\$54'566.400			
	Fecha de compra	Distribuidor en Colombia	Ubicación en la Planta	Fecha Instalación			
	06/16/2016	CASA TORO AUTOMOTRIZ S.	Campus Universitario Deposito	07/16/2016			
	Telefono	E-mail	Costo de Reemplazo	Vida Util			
	7440404	online@tiendacasatoro.c	\$56'000.000	10 AÑOS			
	Contacto		Página Web	Vencimiento de Garantía			
	Fernando Rueda Donado		www.casatoro.com	06/16/2017			
Proveedor de Repuestos e Insumos							
Compañía	Contacto	Telefono / E-mail	Repuesto o Insumo	Fabricante	Cantidad/Tipo	Referencia	Precio
Casa Toro Au	Edgar Villam	6760022 ext	Filtro de aceite	John Deere	1	SAE 15W-40	
Casa Toro Au	Edgar Villam	6760022 ext	Aceite para mc	John Deere	1	AM107423	
Contrato de Mantenimiento							
Contratista	Contacto	Teléfono	E-mail	Fecha de Inicio y de Vencimiento			
Luis Miguel Cortes Bernal	Casa Toro Automotriz S.A.	7460010	luiscortes@	06/05/2016 - 06/05/2017			
Especificaciones Técnicas							
Manual de Mantenimiento	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Tipo de motor: 854 cc,3 cilindros, 4 tiempos OHV				
Manual de Operaciones	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Potencia del motor: 20.8 hp, Velocidad: 0-32 km/h				
Manual de Repuestos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Capacidad de carga útil: 700 kg				
Planos Mecánicos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Transmisión continua variable (CVT) 1 marcha				
Planos Electricos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Dimensiones: 1143 x 1320 x 305 mm				
Check List	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Peso: 594 kg				
Catalogo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Frenos de disco en baño de aceite en transmisión				
Otros	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Capacidad de combustible 5 galones				
Procedimientos de Mantenimiento							
Lubricacion, cambios de filtros y limpieza.							
Observaciones:							
ELABORO: RAFAEL HERNÁN CEPEDA PÁEZ		REVISO: ARQUITECTO DIEGO NIÑO		APROBO:			

Fuente. Autor.

La Figura 9 representa la SOLICITUD DE TRABAJO: En este formato se registrará las solicitudes de trabajo de mantenimiento, incluye descripción y ubicación del equipo, tipo de mantenimiento solicitado, motivo de la solicitud, causa y descripción de la falla.

Figura 9. Solicitud de trabajo – Plan de Mantenimiento.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FUNDADA EN 1952		SOLICITUD DE TRABAJO		Versión: 1 Emisión: 20/08/2018 Pagina: 1 de 1
		CODIGO:		
DESCRIPCION		CODIGO PM:		
EQUIPO	AREA	UBICACIÓN EN LA PLANTA		
TIPO DE MANTENIMIENTO				
PREVENTIVO	<input type="checkbox"/>	CORRECTIVO	<input type="checkbox"/>	CORRECTIVO PLANIFICADO <input type="checkbox"/>
SOLICITANTE	CAUSA DE FALLA	FECHA DE SOLICITUD	HORA	
MOTIVO DE LA SOLICITUD				
CAUSA Y DESCRIPCION DE LA FALLA				
Observaciones				

Fuente. Autor.

La Figura 10 representa la HOJA DE VIDA GENERAL: Formato para consolidar las tareas que se le han hecho a todos los equipos, especificando la disponibilidad del equipo y los costos de los repuestos.

Figura 10. Hoja de Vida General – Plan de Mantenimiento.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA Y U N I V E R S I T A VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1732		HOJA DE VIDA GENERAL EQUIPOS DE JARDINERIA				Versión:	1
CODIGO:						Emisión:	20/08/2018
						Página:	1 de 2
Detalles del Equipo							
Item	Equipo	Fecha	# Orden de Trabajo	TPEF	TMP	Disponibilidad	
1	SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL						
2	TRACTOR GATOR TH 6X4 DIESEL						
3	TRACTOR CORTACESPED TIPO TIME CUTTER MOTOR K						
4	HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MOTO						
5	AHOYADORA STIHL BT 131						
6	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL						
7	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL						
8	MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CADE						
9	SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC						
10	FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA 25 L						
11	FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5HP 56						
12	CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARGO						
13	GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIVOS A						
Costos							
Item	Equipo	Repuestos	Mano de Obra	Parada	Con IVA	Total	
1	SISTEMA DE RIEGO PARA LA CANCHA DE FUTBOL						
2	TRACTOR GATOR TH 6X4 DIESEL						
3	TRACTOR CORTACESPED TIPO TIME CUTTER MOTOR KAWASAKI 2						
4	HIDROLAVADORA PROFESIONAL 10HP 3200PSI MOTOR 4T-BRIGG						
5	AHOYADORA STIHL BT 131						
6	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUC						
7	GUADAÑADORA FS 450 2.9 HP 44.3 CC PROFESIONAL ARNES CUC						
8	MOTOSIERRA STHIL MS660 CON ESPADA 90CC Y CADENA 52D						
9	SOPLADORA BL 3A CIFARELI 2 T CILINDRADA 77 CC						
10	FUMIGADORA F2525H MOTORIZADA DE ESPALDA 25 LTS 450PSI						
11	FUMIGADORA MOTORIZADA DE VENTILADOR 3.5HP 56CC STIHL						
12	CORTASETOS SHINDAIWA HT230 76.2 CC DE LARGO						
13	GUADAÑADORA STHIL FS 280 CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIO						

Fuente. Autor.

La Figura 11 representa la ORDEN DE TRABAJO: En este formato se registrará cada uno de los trabajos realizado a los equipos incluye la identificación del equipo, el tipo de mantenimiento realizado especificando la tarea ejecutada, el tiempo de operación, si fue exitoso o no y las observaciones pertinentes.

Figura 11. Orden de Trabajo – Plan de Mantenimiento.

1			ORDEN DE TRABAJO TRACTOR CORTACESPED		Versión:	1	
2					Emisión:	20/08/2018	
3			CODIGO:	3406-F-008	Página:	1 de 1	
4							
5	INFORMACION DEL EQUIPO					ORDEN N°	4157
6	Mantenimiento		Tipo de servicio	Asignado a	Fecha Realización		
7	Interno	X	Podar y demarcar la cancha de futbol	Camilo Parra	15/08/2018		
8	Externo						
9							
10	TRABAJO REALIZADO						
11	Tarea Realizada		Tiempo de Operación	Operación Exitosa	Observaciones		
12	Podado y recogida de pasto de la		3 Días	X	Labor realizada en la fecha por no contar con los repuestos oportunamente.		
13	cancha de futbol y demarcación con						
14	medidas reglamentarias.						
15							
16							
17	Verificado por:	Director de Planta Física y Servicios Gen	Fecha:	1/08/2018	Firma:		
18							
19	Observaciones						
20							
21	ELABORO: RAFAEL HERNÁN CEPEDA PÁEZ		REVISO: ARQUITECTO DIEGO NIÑO		APROBO:		
<div style="display: flex; border: 1px solid gray; padding: 2px;"> ← ... ORDEN DE TRABAJO 3 HOJA DE VIDA GENERAL CALENDARIO GENERAL + </div>							

Fuente. Autor.

La Figura 12 representa el CALENDARIO GENERAL: Es un cronograma de trabajo donde se programan todas las actividades de mantenimiento para cada equipo, estableciendo su periodicidad y las fechas programadas y de ejecución.

Figura 12. Calendario General.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		CALENDARIO GENERAL			Versión: 1	MESES DEL AÑO														
					Emisión: #####															
					Página: 1 de 3															
EQUIPO	SISTEMA	Descripción de la actividad	Periodicidad (Días)	Ultimo Mantenimiento	Proximo Mantenimiento	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO			
SISTEMA DE RIEGO	Aspersor 17	Retirar la parte interior del aspersor (rotor) y limpiar el filtro interno con un cepillo suave.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar las boquillas que no estén obstruidas.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
	Valvula Electrica Solenoide	Revisar el voltaje de llegada.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que la perilla de apertura y cierre este abierta.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Ajustar el solenoide.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
	Controlador Electronico 4 Sist. Riego	Limpia la parte interna.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisión del sistema de control si sale FUSIBLE se cambia.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
	Bomba Barmesa	Revisar las valvulas y los aspersores.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Apretar las juntas roscadas en la succión.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar los empaques.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar el sello mecanico.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar el tapon de drenado.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que el cuerpo de bomba este lleno de agua.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar las revoluciones necesarias del motor.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que el impulsor gire libremente.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que las partes internas no estén desgastadas.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que la línea de succión este limpia.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que el amperaje sea el correcto.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que la tubería de descarga este libre de obstrucciones.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
		Revisar que las valvulas de descarga operen correctamente.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018															
Revisar el nivel de agua en la succión.		Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																
Revisar que no hay fugas en las tuberías de succión, bridas y juntas.		Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																
Revisar que los tornillos de la base estén apretados.		Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																
Revisar que no existan quebraduras en la tubería.		Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																
Si hace mucho ruido, cierre parcialmente la valvula de descarga.		Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																
Revisar que los rodamientos no estén desgastados.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																	
Revisar que exista aceite en el deposito del baso.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																	
Revisar que la alineación este correcta.	Monetual (30)	1/10/2018	31/10/2018																	

Fuente. Autor.

6.3.4 Indicadores de Gestión. El indicador que se definió para llevar el control y seguimiento de la gestión que se realizará con la implementación del plan de mantenimiento es la disponibilidad. La disponibilidad de los equipos permitirá analizar la efectividad de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. El módulo de indicadores de gestión nos informa sobre tendencias dañinas para los equipos, tiempos y recurrencia de mantenimientos preventivos y correctivos que nos permite ver y analizar la disponibilidad de cada equipo.

Disponibilidad: Indica el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible para el departamento de jardinería, para el cual se hace necesario la revisión de la tendencia en orden de planificar acciones de mejora y realizar reparaciones en

tiempo de receso. La siguiente expresión es utilizada para calcular la disponibilidad y está en función del Tiempo Medio entre Mantenimientos correctivos TMEC, Tiempo Medio entre Mantenimientos Preventivos TMEP y Tiempo medio de mantenimiento correctivo TMMC.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TMEC}{TMEC+TMMC} \quad [3]$$

Para determinar la disponibilidad de los equipos se tendrá que calcular los Tiempos medios entre mantenimiento preventivo y correctivos TMEC, TMEP y TMMC, para ello hay que definir las variables que se tienen en cuenta para su cálculo:

$t_{Operación}$: *Periodo de tiempo de operación de la máquina*

$N_{Correctivos}$: *Cantidad de mantenimientos correctivos dentro de $t_{Operación}$*

$N_{preventivos}$: *Cantidad de mantenimientos preventivos dentro de $t_{Operación}$*

$t_{correctivo}$: *Tiempo de duración contabilizado de un mantenimiento correctivo*

$t_{preventivo}$: *Tiempo de duración contabilizado de un mantenimiento preventivo*

El tiempo de operación de los equipos dependía de las actividades que los jardineros desempeñen según el día que les corresponda; para determinar estos tiempos se realizó con la información suministrada con los jardineros y el Ingeniero de la empresa contratista, quienes informaron fechas y tiempos que se tomaron para los mantenimientos correctivos que se les hicieron a cada uno de los equipos excepto al tractor y el sistema de riego, para este último el encargado de su manteamiento es la empresa MAQUIVER.

TMEC: Tiempo medio entre mantenimientos correctivos: Es el periodo de tiempo promedio en el que un equipo funciona sin fallar. Este cálculo se puede hacer por año, semestre, trimestre o cualquier periodo de tiempo que se quiera seleccionar, y no se deben contabilizar las paradas preventivas. La expresión para el cálculo de dicho indicador se muestra a continuación:

$$TMEC = \frac{t_{operación}}{N_{Correctivos}}$$

TMMC: Tiempo medio de mantenimiento correctivo: Este cálculo tiene por objetivo la medición del tiempo medio de reparación de un equipo, cronometrando la cantidad de tiempo total que invierten los técnicos en reparaciones e intervenciones de dicha máquina. Para el cálculo de éste indicador con un número de mantenimientos correctivos $N_{correctivos}$ se usa la siguiente expresión:

$$TMMC = \frac{\sum_{i=1}^{i=N_{correctivos}} t_{correctivo}}{N_{correctivos}}$$

TEMP: Tiempo medio entre mantenimientos preventivos: El tiempo entre mantenimientos preventivos tiene por objetivo distanciar correctamente la frecuencia de paradas para ejecución de mantenimientos preventivos, asegurando que no exista inconvenientes buscando que no se generen mayor cantidad de mantenimientos correctivos. De esta manera es posible aumentar la disponibilidad del equipo, el indicador es calculado por medio de la siguiente expresión:

$$TEMP = \frac{t_{operación}}{N_{preventivos}}$$

TMMP: Tiempo medio de mantenimiento preventivo: Por último, el indicador de tiempo medio de mantenimientos preventivos mide el tiempo medio de la ejecución de un mantenimiento preventivo a un equipo, cronometrando la cantidad de tiempo total que invierten los técnicos en mantenimientos programados a dicha máquina. Para el cálculo de éste indicador se utiliza la siguiente expresión.

$$TMMP = \frac{\sum_{i=1}^{i=N_{preventivos}} t_{preventivo}}{N_{preventivos}}$$

Los medios comúnmente utilizados para reducir el TMMP y que se recomienda tener en cuenta son:

- Disponer de equipos o partes de recambio.
- Incrementar el tiempo de trabajo sobre el equipo, utilizando horas hombre extras o trabajando en horario nocturno.
- Incrementar la cantidad de mano de obra sobre el equipo.
- Planificar bien las actividades para disminuir los tiempos improductivos.
- Agilizar el alistamiento del equipo para la intervención.
- Contar con la herramienta suficiente.

- Capacitar al personal.
- Evitar realizar tareas innecesarias.

6.3.5 Caso de estudio Indicadores de Gestión. En la Tabla 14 se estudiaron 8 equipos de jardinería que son a los que se les ha realizado mantenimiento correctivo en los dos últimos años.

Tabla 14. Tiempo Mantenimientos correctivos a los equipos.

EQUIPO	FECHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (HORAS)
Guadaña FS280	3 de abril del 2017	3
	20 de junio del 2017	2
	13 de septiembre del 2017	3
	18 de Julio del 2018	2
Corta césped	20 junio del 2017	3
	1 de agosto del 2017	5
	19 de abril de 2017	4
	18 de Julio del 2018	4
Fumigadora de espalda	19 de abril de 2017	3
	20 junio del 2017	3
	18 de abril de 2018	3
Hidrolavadora	19 de abril de 2017	6
	20 julio 2017	3
	28 de agosto de 2017	3
Motosierra	20 junio 2017	3
	5 de julio del 2017	3
	18 de abril de 2018	3
Sopladora	19 de abril de 2017	2
	16 de mayo del 2017	3
	20 junio de 2017	3
	18 de Julio del 2018	2
Guadaña FS450	16 de mayo del 2017	3
	26 de mayo del 2017	2
	20 de junio del 2017	3

Fuente. Autor.

En la Tabla 15 se muestran los tiempos de mantenimientos correctivo y preventivos anuales de los equipos previos a para tener los Indicadores de gestión de disponibilidad.

Tabla 15. Indicadores de gestión anual de los equipos.

MAQUINA	TEMC	TMMC	TEMP	TMMP	DISPONIBILIDAD
Guadaña	695	6	75	6	0,99
Motosierra	122	3			0,98
Cortacésped	378	8	134	6	0,98
Fumigadora de espalda	648	4	150	8	0,99
Hidrolavadora	67,5	12	804	8	0,85
Sopladora	189	4	1675	8	0,98

Fuente: Autor

6.3.6 Normas de Seguridad y Elementos de Protección Personal.

Riesgos Laborales: Como cualquier actividad laboral, las tareas de jardinería que se realiza en las zonas verdes la Universidad Santo Tomas de Tunja no están exentas de riesgos que se pueden materializar en accidentes laborales, cuya severidad o frecuencia va a depender de la adecuada identificación de los riesgos asociados y de las medidas de prevención que se tomen. Es por esto que se deja como una recomendación de vital importancia, es fundamental la concientización de todo el personal del área para trabajar en condiciones de seguridad y priorizar la integridad y salud del trabajador en la toma de decisiones. Por ello, el operario además de tener que apersonarse de la mantenibilidad del equipo debe adoptar conductas de autocuidado y de identificación de riesgos para evitar posibles accidentes, tomándose todas las medidas preventivas para proteger al operador y el correcto funcionamiento del equipo, siguiendo las normas de seguridad en su manipulación.

Los operadores deben seguir cada una de las pautas de las normas de higiene y seguridad ocupacional como lo propone el fabricante del equipo, y el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo debe llevar indicadores que permiten evaluar el desempeño del trabajador y su equipo en un plan de trabajo definido por un tiempo mínimo de un año. Estos indicadores miden la frecuencia de accidentes laborales, número de accidentes laborales en un periodo de tiempo, y se deben comunicar al departamento de mantenimiento para evaluar y tomar decisiones encaminadas a la prevención de accidentes y control del riesgo, dando cumplimiento así a cada una de las exigencias de la norma internacional ISO 45001 del 2018, contando con un equipo de trabajo, liderazgo y la participación activa de los trabajadores. Este sistema de seguridad y salud en el trabajo se puede integrar con los demás sistemas de gestión del Plan de mantenimiento tales como gestión financiera y gestión de calidad garantizando una mejor organización y bienestar.

Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST): Los resultados previstos del sistema de gestión de la SST aducen a una correcta decisión en el auxilio a los trabajadores previniendo deterioro de la salud y lesiones proporcionando ambientes de trabajo seguro y saludable. Una mejora en el desempeño de la SST requiere habilidades y competencias técnicas de cada uno de los trabajadores desarrollando una capacidad de articular conocimientos como grupo de trabajo, con información documentada y estructurada que evidencian el proceso y los resultados alcanzados.

Además de ir reduciendo los riesgos de accidentes laborales los registros de la SST permitirán un seguimiento a las actividades de trabajo de los operadores que están expuestos a riesgos laborales, los trabajadores deben dar conformidad a los requisitos exigidos como el acatamiento del instructivo de uso de elementos de protección personal (EPP) del fabricante del equipo y las normas ISO 45001: 2018 de seguridad y salud en el trabajo SST.

El Plan de mantenimiento se reestructura con el consentimiento del uso de las normas de seguridad y los elementos de protección personal (EPP) que debe seguir a rigor el operador. La supervisión continua del control de los riesgos laborales y del cumplimiento de las normas de seguridad asegurara la aprobación en el informe de las auditorias que se definen en la norma ISO 19011.

Los procedimientos de seguridad para en manejo y cuidado de cada equipo pueden variar, sin embargo, se estandarizan los sistemas de seguridad por igual a todos los equipos encauzando al operador a diferenciar y seleccionar los elemento de protección personal adecuados a la labor de cada equipo. De esta manera, en cada proceso del Plan de mantenimiento se integra la formación de la experiencia de los trabajadores, para que cada uno comprenda la necesidad de la asistencia en su salud y amparo pleno en realización a sus expectativas, acoplado la diligencia de gestión de activos a estos sistemas de protección y seguridad del trabajador, buscando que se habitúen el compromiso mutuo de un desempeño significativo en cada una de las etapas que se define en el Plan de mantenimiento.

Elementos de Protección personal (EPP)

El Plan de mantenimiento interpone la integridad y custodia de cada uno de los trabajadores encargados de las tareas del Plan de mantenimiento, supervisando el correcto uso de los elementos de protección personal y sensibilizando en el su importancia.

La función de los elementos de protección personal es proteger diferentes partes del cuerpo, evitando que el trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le puedan ocasionar una lesión o enfermedad, a pesar de cumplir el plan de mantenimiento con la confiabilidad de que el equipo funcione correctamente y de que el operario se rigió a las normas de seguridad nunca se está totalmente exento de que suceda un incidente ya sea ocasionado por una condición o un acto inseguro.

Para el uso de cada equipo y para cada una de las tareas se debe determinar el que los respectivos elementos de protección personal como medida de prevención o mitigación del riesgo en un eventual accidente. En cada procedimiento de mantenimiento se debe verificar el uso adecuado de los EPP que quedaron descritos en Figura 7 los formatos establecidos en el formato de Procedimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo. Dentro del mismo formato se debe consignar cualquier anomalía o incumplimiento del uso de los EPP, ya que esto es de obligatorio cumplimiento y se debe hacer un seguimiento y supervisión de ese dicho cumplimiento.

Los siguientes son los elementos de protección personal que se requiere para realizar las actividades de los equipos definidas en el Plan de mantenimiento:

1. Casco de seguridad
2. Casco de seguridad forestal y sistema de protección auditiva
3. Careta para guadañar
4. Casco motosierra stihl
5. Visor facial de policarbonato
6. Delantal de poliéster
7. Delantal de carnaza
8. Tapa oídos de inserción
9. Tapa oídos tipo copa
10. Gafas de seguridad
11. Guantes de Nitrilo
12. Guantes dieléctricos
13. Guantes de neopreno
14. Guantes de vaqueta
15. Peto Industrial para guadañar
16. Respirador para partículas y mascarilla quirúrgica
17. Respirador con válvula de carbón
18. Botas de seguridad
19. Botas de caucho con puntera
20. Canilleras con refuerzo de protección
21. Arnés para guadañar

Por último, se debe crear un plan de capacitación tanto en el uso adecuado de los EPP y autocuidado, como en todo lo que tenga que ver con la implementación del Plan de mantenimiento preventivo; dentro de este proceso se hicieron algunos avances a este respecto capacitando a los jardineros en el uso del sistema de información, hojas de vida, catálogos, registros de incidencias y la importancia del concepto de operador mantenedor, pero es recomendable continuar con un plan de capacitaciones que refuercen este conocimiento.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El levantamiento de información sobre el funcionamiento y costos del servicio de jardinería de la Universidad San Tomás sede Tunja, permitió identificar algunos factores y falencias en términos de gestión de activos y en la competencia del personal encargado; que afecta la organización general del departamento, los métodos de trabajo y el control de las instalaciones.
- El método de factores ponderados se realizó el análisis de criticidad de los equipos con el que se determinó el estado de las máquinas, el resultado de tal análisis fue que alrededor del 80% tienen un nivel medio de criticidad y el 20 % restante fue clasificada en nivel bajo. Aunque el estado de los equipos no es crítico se determinó que la implementación del plan de Mantenimiento Preventivo mejoraría el servicio de Jardinería y que aportaría un valor agregado a la gestión del departamento en general y del servicio de jardinería en particular, este mantenimiento preventivo se realizará a los 18 equipos con los que cuenta el departamento.
- El plan de mantenimiento preventivo fue elaborado para que permita crear un sistema de información completo sobre los equipos y su historial de mantenimiento. Dicho sistema requiere la alimentación de datos entre los que se encuentran hojas de vida, registros de incidencias y fichas técnicas; y para facilitar el manejo y acceso a la información, se construyó en Excel en donde se podrán registrar la información en términos de costos, tiempos, insumos y repuestos; esta información organizada y sistematizada permitirá a los encargados del departamento tomar decisiones para la reducción de costos y optimizará la gestión del departamento, realizando todas las mejoras pertinentes, y con una constante retroalimentación de los avances al equipo de trabajo se irán consiguiendo las metas propuestas en los indicadores.
- Para garantizar una implementación exitosa del plan de mantenimiento se realizaron pruebas del sistema de información, capacitaciones al personal encargado para verificar accesibilidad y confiabilidad del sistema, buscando que se comprendiera la importancia del proyecto y los beneficios que le aportaría a su labor diaria y al gestión del departamento, además, se señaló la importancia de empezar a construir una cultura de mantenimiento.

– El análisis costo beneficio arrojó que los costos actuales en mantenimiento están alrededor de los de 21 millones de pesos anuales, con la implementación del plan de mantenimiento preventivo estos costos de insumos y repuestos disminuirán y la disponibilidad de los equipos mejorará haciendo más eficiente el servicio que el departamento presta a la Universidad.

7.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden dejar con el presente proyecto de investigación están referidas a dos aspectos claves para que la implementación del plan de mantenimiento sea exitoso y cumpla los objetivos propuestos, el primero es tener en cuenta los aspectos fundamentales de la norma ISO 55001 de gestión de activos, y el segundo es desarrollar un plan de capacitación en temas de seguridad y uso adecuado de elementos de protección personal dirigido todo el personal del departamento.

7.2.1 NORMA ISO 55001. La norma ISO 55001 de gestión de activos; ha sido un referente conceptual y metodológico para el desarrollo de esta investigación, permitiendo hacer un análisis y planteamientos que se explicaron a lo largo de cada una de las etapas de la investigación. Y aunque fue solo un referente, es importante dejar algunas recomendaciones sobre algunos elementos constitutivos de la norma que se sugiere tener en cuenta ya que pueden tener beneficios tanto para el departamento como para la Universidad.

La norma ofrece unas pautas para tener los requisitos de la gestión de activos de una organización, determina su uso y los involucrados en dicha gestión con el objetivo de cumplir reglamentos, requisitos contractuales o requisitos propios. Para la implementación de la norma es importante alinear los objetivos de la Universidad y del departamento con la prevención de riesgos de todo el personal que ejecuta el servicio de jardinería como de los usuarios de las zonas verdes del campus.

Definición de partes interesadas: Otro de los aspectos importantes en la implementación de esta norma es la determinación de las necesidades y expectativas de las partes interesadas que para este caso pueden ser: la Universidad, el departamento de mantenimiento y el departamento de contabilidad.

Alcance del sistema de información: Se debe delimitar el alcance de los procesos que serán ajustados con la norma, dicha delimitación debe contener los departamentos y procesos intervenidos.

Liderazgo y Compromiso: La decisión de la implementación de esta norma debe provenir de los directivos de la Universidad para que se puedan tomar las decisiones administrativas necesarias que permitan el desarrollo del proceso definiendo roles, responsabilidades y autoridades que garanticen que todas las partes interesadas se comprometan con la implementación de la norma.

Definición de los objetivos de la gestión: Es importante definir los objetivos que se quieren alcanzar con la implementación de la norma y la planificación de cómo se conseguirán. Para ello se debe tener en cuenta requisitos financieros, técnicos, regulatorios y organizacionales.

Planificación: Uno de los elementos claves en la gestión de activos es la planeación de las actividades y/o procesos que sean sujetos de mejora con la implementación de la norma. La planificación permite organizar y registrar de forma sistemática y objetiva información que permita prever todos los aspectos necesarios para la ejecución eficiente y eficaz de los procesos, haciendo control y seguimiento como garantía de una gestión adecuada. El plan de mantenimiento entregado con esta investigación es un ejemplo de las herramientas que se pueden construir para todos los procesos que se quieran alinear a la norma ISO 55001, y debe tener la información relevante que genere informes mensuales de cada una de las máquinas, incluyendo las novedades; analizando los riesgos y las oportunidades, para lograr así la mejora continua. La planeación también permitirá priorizar las actividades, ejecutarlas según protocolos y procedimientos estandarizados y hacer los controles y seguimientos de costos.

Protocolos para la toma de decisiones: Otro de las pautas que señala la norma tiene que ver con la definición de protocolos para la toma de decisiones, es importante dejar claro parámetros para la toma de determinadas decisiones, para dar un ejemplo y en el caso particular de los costos del mantenimiento de los equipos de jardinería, podría definirse que si los gastos no superan los 500 mil pesos se podría sacar de la caja menor, pero si los gastos superan este valor se requiere un protocolo específico para justificar dicho gasto. Los protocolos requiere datos asociados a los indicadores de gestión y deben estar asociados el costo beneficio del gasto o de la inversión. Los protocolos deben permitir determinar procesos innecesarios y procesos claves dentro de la gestión de activos.

Evaluación de costos: Los indicadores que se construyan deben incluir las mediciones en reducción de costos, la gestión de activos debe ser evidenciada a través de la optimización de recursos financieros, de tiempo y de mano de obra.

Resultados e indicadores: Cuando se completen los procesos y se evalúen los resultados a través de los indicadores de gestión se deberá determinar las consecuencias financieras y no financieras de la gestión, para el caso del plan de mantenimiento preventivo, que se propone en este trabajo, se evalúa estas consecuencias en términos de dinero, teniendo en cuenta qué porcentaje de inversión en mantenimiento de la máquina estarían pagando con respecto al costo total de la misma; si el costo de mantenimiento es mayor o un porcentaje de más del 70% no se justifica hacer inversión en mantenimiento y es mejor hacer la compra de un activo nuevo. Y dentro de las consecuencias no financieras se podría mencionar la mejora de la imagen de la universidad con la mejora continua del servicio de jardinería.

Por último, las recomendaciones que se pueden dejar para tener en cuenta en la implementación del programa de mantenimiento preventivo son:

- Revisar el plan de forma periódica se recomienda cada 2 a 3 meses para evaluar cómo va el cumplimiento de los indicadores y hacer los ajustes si los requiere.
- Realizar todos los mantenimientos propuestos tal como se estableció en el plan, y realizar todos los registros de tiempo y costos de cada uno.
- Determinar condiciones de riesgo tanto para la operación como para los trabajadores que operan las máquinas.
- Evaluar las consecuencias financieras y no financieras del plan.
- Determinar el cumplimiento de objetivos asociados a la gestión de recursos.
- Se recomiendan las siguientes actividades: Llenar la base datos, contratar personal especializado, mejorar la adquisición de datos, hacer estudio de proveedores, llevar costos de repuestos, llevar histórico de la información, adecuar un espacio adecuado para el almacenamiento de las máquinas, registrar toda la información de los correctivos con sus respectivos costos y capacitar a todos los operarios.

BIBLIOGRAFÍA

ÁNGEL GASCA, Rafael David y OLAYA VARGAS, Héctor Mauricio. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. Trabajo de Ingeniería Mecánica. Universidad de Pereira. Pereira, 2014. Disponible [en línea] <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf;sequence=1>.

BORRÁS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento Material Docente. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2013. Disponible [en línea] BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento Material Docente.

CESPEDES, Pedro y TORO, Juan. C.. Metodología para medir Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en Mantenimiento. Instituto de mejora continua. Disponible [en línea] http://www.imc-peru.com/articulos/Metodologia_para_medir_Confiabilidad.pdf

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1562 de 2012. Bogotá, Colombia. 2012. Disponible [en línea] <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>

CHAVARRO GUAYACAN, Jaime Eduardo. Diseño del Sistema de Gestión e seguridad y salud ocupacional, según la norma técnica Colombiana NTC OHSAS 18001, para la empresa incineradora de residuos peligrosos Ambiente Limpio S.A. E:S.P. Bogotá: Universidad de la Salle, 2005.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Ejemplo de plan de mantenimiento. Renove Tecnología en renovetec Fuenlabrada Madrid. 2018 [en línea]. recuperado de <http://renovetec.com/index.php/planes-de-mantenimiento/294-ejemplo-de-plan-de-mantenimiento#>.

JIMÉNEZ J. Alirio. Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias. Mantenimiento LA. 24 octubre 2011. Disponible [en línea] Recuperado <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.

KELLY, A. y HARRIS, M. J. Gestión del mantenimiento integral. Repsol Publicaciones. Madrid, España. 1998.

MAGALLON, Aaron Doniz. Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el instituto mexicano del seguro social. Trabajo de Ingeniería de mantenimiento industrial. Universidad Tecnológica de Tula – Tepeji. Tula de Allende, Hidalgo, México. 2011. Disponible [en línea] <http://www.utt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/62A.pdf>.

MANTENIMIENTO PLANIFICADO. Mantenimiento Productivo Total. s.f. Disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com> [en línea] Recuperado http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/Manual%20Por%20que%20se%20llama%20estrategia%20de%20las%20cinco%20s.pdf.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución No 2400 del 22 de mayo de 1979: Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Título IV 2.4 De la ropa de trabajo — equipos y elementos de protección. Artículos 170 a 201.

NAVAS PORTO, Guillermo. Desarrollo e Implantación de Plan de Mantenimiento en un Edificio de Oficinas. Universidad Carlos III. Madrid, 2011. Disponible [en línea] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/tutorial25.pdf>.

PARRA MÁRQUEZ, Carlos y CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo. Técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. Dept. industrial Management. University of Seville School of Engineering, Spain. Asesoría Integral en Ingeniería de confiabilidad. 2012.

EMPRESA S.A. Procedimiento de Mantenimiento de equipos y máquinas. 2003. Disponible [en línea] <http://www.iso9001calidad.com/wp-content/uploads/038-procedimiento-mantenimiento-equipos-maquinas.pdf>.

RAMÍREZ ORTIZ, Jhon Jairo. JOLY BURGOS, María Helena. Diseño de un plan maestro de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos de Fervill Ltda. Programa de administración industrial. Universidad de Cartagena. Año 2005.

RELIABILITYWEB.COM. El Análisis de criticidad una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Reliabilityweb. [en línea] Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articulos/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>.

SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A. Trabajo de Ingeniería mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004. Disponible [en línea] https://www.academia.edu/31071351/PROGRAMA_DE_MANTENIMIENTO_PREVENTIVO_PARA_LA_EMPRESA_METALMECÁNICA_INDUSTRIAS_AVM_S.A._UNIVERSIDAD_INDUSTRIAL_DE_SANTANDER_FACULTAD_DE_INGENIERÍA_DAS_FÍSICO_MECÁNICAS_ESCUELA_DE_INGENIERÍA_MECÁNICA_BUCARAMANGA_2.004.


TÉCNICO INDUSTRIAL. Material de referencia y ayuda para las clases de mecánica industrial. Generalidades sobre mantenimiento. Conclusiones. Martes 23 febrero de 2013. Recuperado de <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>.

VALDES ATENCIO, Jorge Luis y SAN MARTIN PACHECO, Erick Armando. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo de equipos en la empresa Remaplast. Trabajo de Economía. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias. 2009. Disponible [en línea] <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/802/1/275-%20TTG%20-%20DISEÑO%20DE%20UN%20PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO-PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20REMAPLAST.pdf>

VERA, Andrés. Técnico Industrial. Material de referencia y ayuda para las clases de mecánica industrial. 2013. Disponible [en línea] <http://tecnico-industrial-2017.blogspot.com/2013/02/>.

ANEXOS

Anexo A. Registro o Actualización de Proveedores Maquinaria Agrícola El Puerto - Suministrado por Auxiliar de Almacén y Proveedores del Departamento de Adquisición y Suministros.

 <p style="font-size: small;">UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMERA CALLE CENTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA <i>Experiencia y Calidad</i></p>	REGISTRO O ACTUALIZACIÓN DE PROVEEDORES - Documento A	VERSIÓN: 004 EMISIÓN: 10-Abril-2015 PÁGINA Página 1 de 2																												
Inscripción <input checked="" type="checkbox"/> Actualización <input type="checkbox"/> Fecha de recepción:		AÑO: _____ MES: _____ DÍA: _____																												
1. IDENTIFICACIÓN																														
Nombre o Razón Social: Giovani Bustamante Cuca (DISTRIBUIDORA DE MAQUINARIA AGRICOLA "EL PUERTO")																														
Tipo de producto y/o servicio que ofrece: VENTA, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS AGRICOLAS Y CONSTRUCCIÓN (Guadañas, motosierras, sopladoras, podadoras, cortasetos, canguros, ranas, compresores, etc)																														
Naturaleza Jurídica: Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Nacional <input checked="" type="checkbox"/> Extranjera <input type="checkbox"/>																														
Of. Representación: Mixta <input type="checkbox"/>																														
NIT: 7172668-2 CC 7172668 Otros _____																														
Dirección: CRA 7 No. 9-12 RAMIRIQUI BOYACÁ - CALLE 16 No. 4-16 TUNJA BOYACÁ																														
Ciudad: RAMIRIQUI - TUNJA Departamento: BOYACÁ																														
A.A. Telefono1: _____ Telefono 2: 311 228 2608 Telefono 3: 320 324 6161																														
Fax: _____ Email 1: giovani.bustamante77@gmail.com Email 2: maq.agricola.elpuerto@gmail.com																														
Esta matriculado en Camara de Comercio: DE TUNJA Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Matricula No. 146083																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">¿Por su cargo o actividad maneja recursos públicos?</td> <td>Si <input type="checkbox"/></td> <td>NO <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>X <input type="checkbox"/></td> <td>¿Por su cargo o actividad ejerce algún grado de poder público?</td> <td>Si <input type="checkbox"/></td> <td>NO <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>¿Por su actividad u oficio, goza usted de reconocimiento público general?</td> <td>Si <input type="checkbox"/></td> <td>NO <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>X <input type="checkbox"/></td> <td>Indique</td> <td colspan="2">---</td> </tr> <tr> <td>¿Existe algún vínculo entre usted y una persona considerada públicamente expuesta?</td> <td>Si <input type="checkbox"/></td> <td>NO <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>X <input type="checkbox"/></td> <td>Indique</td> <td colspan="2">---</td> </tr> <tr> <td>¿Es usted sujeto de obligaciones tributarias en otro país o grupo de países?</td> <td>Si <input type="checkbox"/></td> <td>NO <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>X <input type="checkbox"/></td> <td>Indique</td> <td colspan="2">---</td> </tr> </table>			¿Por su cargo o actividad maneja recursos públicos?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	¿Por su cargo o actividad ejerce algún grado de poder público?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	¿Por su actividad u oficio, goza usted de reconocimiento público general?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---		¿Existe algún vínculo entre usted y una persona considerada públicamente expuesta?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---		¿Es usted sujeto de obligaciones tributarias en otro país o grupo de países?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---	
¿Por su cargo o actividad maneja recursos públicos?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	¿Por su cargo o actividad ejerce algún grado de poder público?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>																								
¿Por su actividad u oficio, goza usted de reconocimiento público general?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---																									
¿Existe algún vínculo entre usted y una persona considerada públicamente expuesta?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---																									
¿Es usted sujeto de obligaciones tributarias en otro país o grupo de países?	Si <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	Indique	---																									
2. DECLARACIÓN DE ORIGENES DE FONDOS																														
Declaro expresamente que:																														
1. Tanto mi actividad, profesión u oficio de la compañía es lícita y ejerce dentro del marco legal y los recursos de la misma no provienen de actividades ilícitas de las contempladas en el Código Penal Colombiano.																														
2. La Información suministrada en la solicitud y en este documento es veraz y verificabil y la sociedad se compromete a actualizarla anualmente.																														
3. Los recursos que se derivan del desarrollo de este contrato no se destinarán a la financiación del terrorismo, grupos terroristas o actividades terroristas.																														
4. Los recursos que posee la compañía proviene de la (s) actividades descritas anteriormente.																														
Origen: DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL Y EL COMERCIO LICITO.																														
3. SUCURSALES																														
Dirección: CALLE 16 No. 4-16 Ciudad: TUNJA																														
A.A. Telefono 1: 3112282608 Telefono 2: 3203246161 Fax: _____																														
Email 1: giovani.bustamante77@gmail.com Email 2: maq.agricola.elpuerto@gmail.com																														
Dirección: _____ Ciudad: _____																														
A.A. Telefono 1: _____ Telefono 2: _____ Fax: _____																														
Email 1: _____ Email 2: _____																														
4. PERSONAL AUTORIZADO																														
Representante Legal: GIOVANI BUSTAMANTE CUCA C.C: 7172668 Telefono: 3112282608																														
Persona Encargada de Pedidos: GIOVANI BUSTAMANTE CUCA C.C 7172668 Telefono: 320 3246161																														
Persona Encargada de Cartera: GIOVANI BUSTAMANTE CUCA C.C 7172668 Telefono: 3112282608																														
5. ACTIVIDAD ECONÓMICA																														
TIPO DE ACTIVIDAD																														
Importador <input type="checkbox"/> Exportador <input type="checkbox"/> Distribuidor <input checked="" type="checkbox"/> Productor <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Civil <input type="checkbox"/> Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Salud <input type="checkbox"/> Servicios <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> Cual? <input type="checkbox"/> Mantenimiento y reparacion de equipos y maquinaria <input type="checkbox"/> Financieros <input type="checkbox"/>																														
Retenedor del Impuesto de Industria y Comercio Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																														

Anexo B. Factura de Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las diferentes Máquinas y equipos de trabajo del campus por Maquinaria Agrícola el Puerto - Suministrado por Auxiliar Compras y Activos del Departamento de Adquisición y Suministros.

ESTE RECIBIDO NO IMPLICA ACEPTACIÓN
Y ESTÁ SUJETO A VERIFICACIÓN
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - TUNJA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
FECHA: 20 JUN 2017
DEPTO. ADQUISICIONES Y SUMINISTROS
RECIBO: YHUV922

ACTA-017-024



DISTRIBUIDORA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
"EL PUERTO"
"ESPECIALISTAS EN MAQUINARIA AGRÍCOLA"
Ventas • Mantenimiento • Reparación • Repuestos
Giovani Bustamante • Nit. 7172668-2 • Reg. Simplificado



FACTURA DE VENTA

FECHA:

No. 0516

20 06 2017

CARRERA 7 N° 9-12 • RAMIRIQUÍ - BOYACÁ • CEL. 3203246161

CLIENTE: Universidad Santo Tomás Tunja

C.C./NIT. 860 012 357-6

DIRECCION: Cile 19 # 11-64 Tunja

CEL/TEL. 7440404

CANT	DESCRIPCION	V/ UNITARIO	VALOR TOTAL
01	Servicio de mantenimiento Preventivo y Correctivo de las diferentes máquinas y equipos de trabajo del Campus	1'355.000	13.550.000
	Adjunto (09) Fichas de mantenimiento de equipos y Maquinas		
	Segun Orden de Compra Acta 017-024 del 15/5/2017		

SON: un millón trescientos cincuenta y cinco mil Pesos mda / cte

Esta factura cambiaria se asimila en todos sus efectos legales a la letra de cambio según art. 774 del C. C.

ACEPTADA NIT. 73.C.


Giovani Bustamante
ENTREGADO POR

TOTAL \$	1'355.000
ABONO \$	- 0 -
SALDO \$	1'355.000

Impreso por: appropiabilidad - Edwin Añor - Nit. 7174984-4 - Cel. 3103205509 - Tunja



Anexo C. Cotización I Servicio Técnico Mantenimiento a Equipos de Jardinería - Suministrado por Distribuidora de Maquinaria Agrícola El Puerto, Giovanni Bustamante Ing. Agrónomo.

Tunja, 19 de abril de 2017		Cotizacion No.		111
Distribuidores especializados de maquinaria agrícola, forestal, riegos, jardinería, maquinaria para la construcción, industria, generadores de energía, hidrolavadoras, servicio técnico y repuestos en general, amplia garantía y respaldo, venta de marcas totalmente originales y reconocidas.				
Referencia: COTIZACION SERVICIO TÉCNICO				
Nit		CLIENTE		CARGO
		Universidad Santo Tomas Tunja		Director Planta Física
Teléfono		DIRECCION		EMAIL
315 3619260		TUNJA		dir.plantafisica@ustatunja.edu.c
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNITARI	V. TOTAL
1*	Servicio técnico y mantenimiento de cortasetos Shindaiwa	1	70.000	\$ 70.000
2	Suministro repuestos cortasetos Shindaiwa (guaya, bujía, cambio cuchillas, canastilla caja reductora, empaques carbur)	1	150.000	\$ 150.000
3*	Servicio técnico y mantenimiento a 2 guadañas Stihl FS 450	2	70.000	\$ 140.000
4	Suministro repuestos mantenimiento guadana Stihl FS 450 (bujía, empaquetadura carburador,)	2	40.000	\$ 80.000
5*	Servicio técnico y mantenimiento a guadaña Stihl FS 280	1	70.000	\$ 70.000
6	Suministro de repuestos mantenimiento guadana Stihl FS 280 (bujía, empaquetadura carburador,)	1	40.000	\$ 40.000
7**	Servicio técnico, revision general y mantenimiento a sopladora Cifarelli	1	90.000	\$ 90.000
8	Suministro de repuestos sopladora Cifarelli (bujía, ventaviola, espas, empaquetadura)	1	150.000	\$ 150.000
9*	Servicio técnico y mantenimiento a fumigadoras de espalda Stihl SR 420 y Honda F2525H	2	70.000	\$ 140.000
10	Suministro de repuestos mantenimiento fumigadoras espal	2	40.000	\$ 80.000
11***	Servicio técnico y mantenimiento a motobomba diesel Barnes de 10 HP	1	95.000	\$ 95.000
12	Suministro de repuestos mantenimiento motobomba barnes (bujía, empaque culata, empaque tunel, empaq tapa valvulas)	1	70.000	\$ 70.000
13****	Servicio técnico y mantenimiento a hidrolavadora de alta presion motor briggs stratton	1	95.000	\$ 95.000
14	Suministro de repuestos mantenimiento (bujía, empaquetadura) y boquilla pistola hidrolavadora de alta presion.	1	85.000	\$ 85.000
15*****	Servicio técnico, revision general y mantenimiento a tractor utilitario Toro motor Kawasaki FR 631V	1	140.000	\$ 140.000
16	Suministro de repuestos tractor utilitario Toros (guaya acelerador, correas, bujías, filtros, cuchillas de corte,)	1	500.000	\$ 500.000
Subtotal				
Total				\$ 1.995.000
* El mantenimiento incluye: arena general, lavado depurita combustible, dormante de cilindro, de carburador, de campana embrague, de zilenciadar, de carbonada de piston, de cilindro, de zilenciadar y de osarta, limpieza de carburador, de filtro de combustible y aire, sincronización completa.				
** Revisión general y desarme del sistema de zaplada y ventilacion, cambio de bujía, ventaviola, aspas, empaquetadura, arena general, lavado depurita combustible, dormante de cilindro, de carburador, de campana embrague, de zilenciadar, de carbonada de piston, de cilindro, de zilenciadar y de osarta, limpieza de carburador, de filtro de combustible y aire, sincronización completa.				
*** Revisión general del funcionamiento de las inyectores y de la bomba de alta presion, bajar culata, cambio de empaque culata, tunel y tapa valvular, arena general, lavado tanque combustible, dormante de cilindro, de carburador, de campana embrague, de zilenciadar, de carbonada de piston, de cilindro, de zilenciadar y de osarta, limpieza de carburador, de filtro de combustible y aire, calibracion general				
**** Revisión general, bajar culata, cambio de empaque culata, tunel y tapa valvular, arena general, lavado tanque combustible, dormante de cilindro, de carburador, de campana embrague, de zilenciadar, de carbonada de piston, de cilindro, de zilenciadar y de osarta, limpieza de carburador, de filtro de combustible y aire, calibracion general				
***** Revisión general del motor kuzaraki, retira e instalacion de la quaya acelerador, cambio de las correas de reparticion, retira e instalacion del juego de cuchillas de corte, bajar culata, arena general y sincronizacion del utilitario				
NOTA: Con cada equipo se hará entrega de una ficha historial de mantenimiento de equipar y maquinas incluyendo material fotografica. (adjunto formato PSI)				
CONDICIONES:				
Vigencia oferta:		20 días		
Tiempo de Entrega:		12 días hábiles apartir de la recogida total de los equipos.		
Forma de pago:		Contado.		
Términos del comprado:		Equipos recogidos y entregados en sede Campus universitario Tunja.		
Cordialmente 				
GIOVANI BUSTAMANTE Ing. Agrónomo UPTC. Administrador Comercial Maquinaria Agrícola 320 324 6161 - 3112282608 maq.agricola.elpuerto@gmail.com				

**Anexo D. Cotización II Servicio Técnico Mantenimiento a Equipos de Jardinería –
Suministrado por Distribuidora de Maquinaria Agrícola El Puerto, Giovanni
Bustamante Ing. Agrónomo.**

Tunja, 18 de julio de 2018 Cotización No.

18-177

DISTRIBUIDORA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA “EL PUERTO”

“Especialistas En Maquinaria Agrícola”

Maquinaria Agrícola, Forestal, Riegos - Maquinaria Construcción, Industria, Energía Hidro lavadoras Distribuidores especializados de maquinaria agrícola, forestal, riegos, jardinería, maquinaria para la construcción, industria, generadores de energía, hidrolavadoras, servicio técnico y repuestos en general, amplia garantía y respaldo, venta de marcas totalmente originales y reconocidas.

Referencia: COTIZACION SERVICIO TÉCNICO

Nit	CLIENTE	CARGO
	Universidad Santo Tomas Tunja	Director Planta Física
Teléfono	DIRECCION	EMAIL
315 3619260	TUNJA	dir.plantafisica@ustatunja.edu.co

- Ventas / Mantenimiento / Reparación / Repuestos

Cra. 7 # 9-12 Ramiriquí / Calle 16 # 4-16 Tunja - Cel/ WhatsApp: 320 324 6161 - 311 228 2608

maq.agricola.elpuerto@gmail.com

* El mantenimiento incluye aseo y lavado general, lavado deposito combustible y depósito de aceite, desmonte de carburador, de campana embrague, de silenciador, descarbonado de piston, de cilindro, de silenciador y de exosto, limpieza de carburador, sincronización completa, instalacion de repuestos totalmente originales y puesta en marcha del equipo.

** Revision general y desarme del sistema de soplado y ventilacion, cambio de bujia, ventaviola, aspas, empaquetaduras, aseo general, lavado deposito combustible, desmonte de cilindro, de carburador, de campana embrague, de silenciador, descarbonado de piston, de cilindro, de silenciador y de exosto, limpieza de carburador, de filtros de combustible y aire, sincronización completa, instalacion de repuestos totalmente originales y puesta en marcha del equipo. .

Nota: La garantía del servicio se otorga por 60 días siempre y cuando se sigan las indicaciones técnicas correspondientes explicadas a los operarios de los equipos y las fallas que se presenten sean por el servicio prestado.

Con cada equipo se hará entrega de una ficha historial de mantenimiento de equipos y maquinas incluyendo material fotográfico.

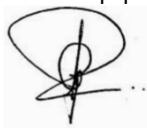
CONDICIONES:

Vigencia oferta: 20 días
 Tiempo de Entrega: 12 días hábiles apartir de la recogida total de los equipos.
 Forma de pago: 15 días

Términos del comprador: Equipos recogidos y entregados en sede Campus universitario Tunja.

Cordialmente,

**GIOVANI
BUSTAMANTE
Ing. Agrónomo
UPTC.**



Administrador Comercial Maquinaria Agrícola

320 324 6161 - 3112282608

maq.agricola.elpuerto@gmail.com

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	V. UNITARIO	V. TOTAL
1*	Servicio técnico y mantenimiento de cortasetos Shindaiwa	1	120.000	\$ 120.000
2	Suministro repuestos cortasetos Shindaiwa (bujia, afilado de cuchillas, canastilla caja reductora, empaques carburador, revision del arranque, Tornillos cuchillas, filtro de aire, filtro de gasolina)	1	235.000	\$ 235.000
3*	Servicio técnico y mantenimiento a 2 guadañas Stihl FS 450	2	120.000	\$ 240.000
4	Suministro repuestos mantenimiento guadanass Stihl FS 450 (bujias 2, kit empaquetaduras carburador 2, tuercas de seguridad con collar 2, filtros de aire 2, filtros de gasolina 2, discos de apriete 2, tornillos vastagos y transmision 10)	2	244.000	\$ 488.000
5*	Servicio técnico y mantenimiento a guadaña Stihl FS 280	1	120.000	\$ 120.000
6	Suministro de repuestos mantenimiento guadaña Stihl FS 280 (bujia, empaquetadura carburador, tuerca de seguridad con collar , filtro de aire , filtro de gasolina, disco de apriete 1, arnes)	1	175.000	\$ 175.000
7**	Servicio técnico, revision general y mantenimiento a sopladora Cifarelly	1	120.000	\$ 120.000
8	Suministro de repuestos sopladora Cifarelly (bujia, ventaviola, aspas, empaquetadura carburador.)	1	160.000	\$ 160.000
9*	Servicio técnico y mantenimiento a fumigadoras de espalda Stihl SR 420 y Honda F2525H	2	80.000	\$ 160.000
10	Suministro de repuestos mantenimiento fumigadoras espalda Stihl SR 420 y Honda F2525H (bujias, aceite para motor 10w-30)	2	60.000	\$ 120.000
11*	Servicio técnico, revision general y mantenimiento a motosierra stihl MS 660	1	120.000	\$ 120.000
12	Suministro de repuestos a motosierra ms 660 (bujia, filtro de aire y de gasolina, arranque autoretractil.)	1	155.000	\$ 155.000
Total				\$ 2.213.000

Anexo E. Factura de Arreglo y Suministro de repuestos a Hidrolavadora con Motor Briggs Stratton de 10 HP por Maquinaria Agrícola el Puerto - Suministrado por Auxiliar Compras y Activos del Departamento de Adquisición y Suministros.

ESTE RECIBIDO NO IMPLICA ACEPTACIÓN
Y ESTÁ SUJETO A VERIFICACIÓN
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - TUNJA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ALTA EDUCACIÓN
 HORA: **15 SEP 2017**
 DEPTO. ADQUISICIONES Y SUMINISTROS
 RECIBI: *YHCWEE*

DISTRIBUIDORA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA "EL PUERTO"
 "ESPECIALISTAS EN MAQUINARIA AGRÍCOLA"
 Ventas • Mantenimiento • Reparación • Repuestos
 Giovani Bustamante • Nit. 7172668-2 • Reg. Simplificado

SERVICIO TÉCNICO 

FACTURA DE VENTA **FECHA:**
 No. **0541** **13** **9** **17**

CARRERA 7 N° 9-12 • RAMIRIQUÍ - BOYACÁ • CEL. 3203246161

CLIENTE: *Universidad Santo Tomás Tunja* C.C./NIT. *860012357-6*
 DIRECCION: *Calle 19 # 11-64 Tunja* CEL/TEL. *73 40404*


CANT	DESCRIPCION	V/ UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Arreglo y Suministro de repuestos a Hidrolavadora con motor de 10HP del Campus Universitario	79.000	79.000

SON: *Setenta y nueve mil Pesas mda / de*

Esta factura cambiaria se asimila en todos sus efectos legales a la letra de cambio según art. 774 del C. C.

ACEPTADA NIT. / C.C.  ENTREGADO POR

TOTAL \$	79.000
ABONO \$	- 0 -
SALDO \$	79.000

Yo-Bo


Anexo F. Solicitud de Trabajo por Planta Física para Mantenimiento de Hidrolavadora con motor Briggs Stratton de 10 HP - Suministrado por Auxiliar Compras y Activos del Departamento de Adquisición y Suministros.



PEDIDO No. 7194

CIUDAD Y FECHA: TUNJA - 28 - 08 - 2017	PROVEEDOR: GIOVANI BUSTAMANTE
PARA DESPACHAR A: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	TELÉFONO: 7440404
DIRECCIÓN: CALLE 19 # 11-64	

FAVOR SUMINISTRARNOS LO SIGUIENTE


ARTÍCULOS	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	VALOR
MANTENIMIENTO CORRECTIVO HIDROLAVADORA CON MOTOR BRIGGS STRATTON DE 10HP.	1	79.000.	79.000
<i>Malaguanabó. O.S.</i>			
		TOTAL \$ 79.000.=	

FECHA DE DESPACHO	VENDEDOR	FORMA DE PAGO CONTADO <input type="checkbox"/> CRÉDITO <input checked="" type="checkbox"/>	Vo.Bo. DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO
OBSERVACIONES SOLICITADO POR PLANTA FISICA PARA MANTENIMIENTO HIDROLAVADORA CAMPUS.			


MAYLEN ROSA FUENTES & GRAFLASER EDITORES IMPRESORES NIT. 4016434 - 9 - TEL. 7431072 - TUNJA - BOYACÁ

Anexo G. Factura de Mantenimiento General Tractor Cortacesped por Maquinaria Agrícola el Puerto – Suministrado por Auxiliar Compras y Activos del Departamento de Adquisición y Suministros.


ACTA → 027-014



DISTRIBUIDORA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
"EL PUERTO"
"ESPECIALISTAS EN MAQUINARIA AGRÍCOLA"
 Ventas • Mantenimiento • Reparación • Repuestos
 Giovanni Bustamante • Nit. 7172668-2 • Reg. Simplificado



SERVICIO TÉCNICO



FACTURA DE VENTA

No. **0523**

FECHA:

1 Agosto 2017

CARRERA 7 N° 9-12 • RAMIRIQUÍ - BOYACÁ • CEL. 3203246161

CLIENTE: Universidad Santo Tomás Tunja	C.C./NIT. 860012357-6
DIRECCION: Calle 19 # 11-64 Tunja	CEL/TEL. 7440404

CANT	DESCRIPCIÓN	V/ UNITARIO	VALOR TOTAL
01	Mantenimiento general tractor Cortacesped Toro titan Z5420 incluyendo Repuestos Adjunto Ficha técnica de mantenimiento de equipos y máquinas.	2'516.000	2'516.000 =

ESTE RECIBIDO NO IMPLICA ACEPTACIÓN Y ESTÁ SUJETO A VERIFICACIÓN

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - TUNJA

DEPTO. ADQUISICIONES Y SUMINISTROS

01 AGO 2017

SON: dos millones quinientos dieciséis mil pesos mda / ct

Esta factura cambiaria se asimila en todos sus efectos legales a la letra de cambio según art. 774 del C. C.


TOTAL \$	2'516.000
ABONO \$	-0-
SALDO \$	2'516.000

ACEPTADA NIT. / C.C.

ENTREGADO POR **Giovanni Bustamante**

(Handwritten signature)

Vo-Bo



Anexo H. Costos de Repuestos y Servicio Técnico de Mantenimiento del Tractor Cortacésped - Suministrado por Distribuidora de Maquinaria Agrícola El Puerto, Giovanni Bustamante Ing. Agrónomo.

RELACION Y COSTOS DE REPUESTOS Y SERVICIO TÉCNICO			
Propietario: UNIVERSIDAD SANTO TOMAS TUNJA		Nit: 860 012 357-6	Fecha: 29 junio 2017
Equipo: Cortacésped Toro	Marca y Ref: Toro Titan zx5420	# Serie:	Motor FR691V Kawasaki
Imagen del equipo		Foto # serie	
			Operario encargado del equipo: FERNEY PAVA / ALBERT CAMILO PARRA
REPUESTOS O PARTES CAMBIADAS Y/O INCORPORADAS	cantidad	Costo unit.	Costo Total
1. Filtro de aire	1	131.000	131.000
2. Filtro de Aceite	1	40.000	40.000
3. Palanca de control de mando izquierda	1	272.000	272.000
4. Cuchillas de corte	3	80.000	240.000
5. Resorte tensor	1	35.000	35.000
6. Fusibles del sistema eléctrico	3	3.000	9.000
7. Guaya choque	1	110.000	110.000
8. Guaya acelerador	1	110.000	110.000
9. Correa unidad de corte	1	350.000	350.000
10. Correa transmisión	1	300.000	300.000
11. Rodamientos poleas	6	74.500	447.000
12. Polea tensora	1	130.000	130.000
13. Tornillos palancas control de mando	4	2.000	8.000
14. Resorte choque	1	4.000	4.000
15. Cuartos de aceite movil 20w-50	2,5	20.000	50.000
Subtotal			2.236.000
Servicio Técnico			280.000
TOTAL			2.516.000
Nota: El equipo se entrega en funcionamiento con el respectivo mantenimiento y cambios de piezas deterioradas o desgastadas, se hacen las recomendaciones respectivas, no se responde por la garantía del mantenimiento por mala operación o manejo inadecuado el equipo.			
Aprobado por: GIOVANI BUSTAMANTE		Funcionario quien recibe:	
"EL PUERTO"		Firma	