

**ESTUDIO DE REDUCCION DE COSTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y
OPERACIÓN DE PARQUE AUTOMOTOR DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ
BOYACÁ**

JUAN JOSE MORENO DAZA



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
DIVISION DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2019**

**ESTUDIO DE REDUCCION DE COSTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y
OPERACIÓN DE PARQUE AUTOMOTOR DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ
BOYACÁ**

JUAN JOSE MORENO DAZA

Informe de Pasantía para optar al título de:
INGENIERO MECÁNICO

Director:
Carlos León, Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
DIVISION DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2019**

Nota de Aceptación:

FIRMA DEL DIRECTOR DE INFORME DE PASANTIA

FIRMA DE JURADO

FIRMA DE JURADO

Tunja, Julio de 2019

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	3
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	4
1.3. COSTOS DE MANTENIMIENTO HISTORICOS	8
1.4. COSTOS ACTUALES REQUERIDOS PARA MANTENIMIENTO	11
1.5. PAGO DE NOMINA DE OPERADORES.....	16
1.6. ALCANCE DEL PROYECTO	17
1.7. FORMULACION DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACION	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVO GENERAL	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. MARCO TEORICO.....	20
4.1. NORMATIVIDAD	20
4.1.1. Proceso de mantenimiento de maquinaria basado en ISO 9001	20
4.1.2. Aporte ISO 55000 al área de mantenimiento	20
4.1.3. Metodología para elaborar un plan de mantenimiento según norma ISO 55001:2014.....	21
4.1.4. ISO 31000 para subprocesos de mantenimiento	22
4.1.5. Resolución 0001068 del 23 de abril de 2015	22
4.1.6. Resolución 4100 de 2004	23
4.1.7. Estatuto tributario nacional Artículo 137 limitación a la deducción por depreciación	23
4.1.9. Estándares para ejecución de modelo AMEF	24
4.2. MANTENIMIENTO.....	26
4.2.1. Mantenimiento preventivo.....	26
4.2.2. Mantenimiento predictivo.....	27

4.2.3.	Mantenimiento para maquinaria amarilla	27
4.2.4.	Mantenibilidad	28
4.2.5.	Disponibilidad	28
4.2.6.	Confiabilidad	28
4.2.7.	Fiabilidad	29
4.2.8.	Costo de mantenimiento	29
4.2.9.	Curva de costo de mantenimiento vs costo de parada por falla	30
4.3.	METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO AMEF	30
5.	METODOLOGIA	32
5.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	32
5.1.1.	Fase 1:	32
5.1.2.	Fase 2:	32
5.1.3.	Fase 3:	33
5.2.	METODO	33
6.	RESULTADOS.....	34
6.1.	DETERMINAR COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA MUNICIPAL.....	34
6.1.1.	Registro de costos por mantenimiento y repuestos.....	34
6.1.2.	Control de consumo de combustible	41
6.1.3.	Determinar valores pago de nómina para operarios maquinaria amarilla 42	
6.1.4.	Valores totales de inversión para mantenibilidad de máquinas	42
6.1.5.	Planeación cronológica de operación	45
6.2.	EJECUCION DE ESTUDIO ECONÓMICO BASÁNDOSE EN BENEFICIO-COSTO POR LOS QUE ES SOMETIDO EL PRESUPUESTO MUNICIPAL AL LLEVAR OBRAS PÚBLICAS CON LA MAQUINARIA QUE LA ADMINISTRACION MISMA POSEE	45
6.2.1.	Realización de cotización de servicios de alquiler de maquinaria	45
6.2.2.	Proyección de costos que genera el alquiler de maquinaria por mes..	46
6.2.3.	Trazar producción generadas por la maquinaria municipal a partir de los valores de cotización	47
6.2.4.	Determinar intervalos de tiempo de parada de producción por varada de equipos y tiempos muertos por mantenimiento.....	50
6.2.5.	Relación costos	54

6.2.6. Estado de resultados	60
6.3. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO	68
6.3.1. Diagnóstico de mantenimiento para la maquinaria en el municipio de Tibaná-Boyacá	68
6.3.3. Determinación del método de análisis	69
6.3.4. Establecimiento del manejo y gerencia de maquinaria	70
6.3.5. Ejecución de modelo AMEF	73
6.3.6. Planeación de operación logística	89
7. CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFIA.....	92
ANEXOS	94

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Relación de costos para cada tipo de mantenimiento	8
Tabla 2. Ítems de cumplimiento para contrato de año 2018 con respecto a retroexcavadora.....	8
Tabla 3. Contrato para mantenimiento y suministro de repuestos para maquinaria municipal año 2019.	11
Tabla 4. Pago de nómina para operadores.....	16
Tabla 5. Porcentaje de depreciación de bienes	23
Tabla 6. Valor de inversión para compra de maquinaria municipal en concesionario.	24
Tabla 7. Fundamentos de categorización para asignación de criticidad a equipos.	25
Tabla 8. Rango de ítems para calificación de falla.....	26
Tabla 9. Control de mano de obra para mantenimiento y repuestos Retroexcavadora.	35
Tabla 10. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Motoniveladora.	39
Tabla 11. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Vibro compactador.....	39
Tabla 12. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OWY.	39
Tabla 13. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OCB.	40
Tabla 14. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OEO.	40
Tabla 15. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Tractor.....	40
Tabla 16. Matriz de consumo de combustible por equipo.	41
Tabla 17. Matriz de consumo de combustible total mensual.....	42
Tabla 18. Matriz de cuantificación de costos de mantenibilidad mensuales. ...	43
Tabla 19. Costo de pago de alquiler	46
Tabla 20. Horas laboradas mensualmente.	47

Tabla 21. Valores de alquiler, proyectado con horas realmente trabajados.....	47
Tabla 22. Matriz de control para trabajo mensual.....	48
Tabla 23. Producción de equipos	49
Tabla 24. Horas muertas por mantenimiento mes a mes y total para cada equipo.	50
Tabla 25. Costo que acarrea para la producción de un equipo por mantenimiento.....	52
Tabla 26. relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por mes.	55
Tabla 27. Relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por 4 meses.	55
Tabla 28. Costo consumo por mes y horas laboradas por mes	56
Tabla 29. Costo consumo/hora laborada.....	58
Tabla 30. Costo de puesta en marcha de operación por equipo mes a mes. ..	61
Tabla 31. Costo de puesta en marcha de operación valorada en hora por equipo mes a mes.....	61
Tabla 32. Diferencia de costos de mantenibilidad vs costo de alquiler de equipos.	62
Tabla 33. Porcentaje de costos y diferencia de costos	63
Tabla 34. Valor consumo de combustible/hora.....	63
Tabla 35. Valor de depreciación anual y valor actual de cada equipo	64
Tabla 36. Valores de depreciación de cuatro meses	66
Tabla 37. Relación de costos de mantenibilidad general vs producción generada por equipos.....	66
Tabla 38. Totales de relación costo general por equipo y producción de equipos	68
Tabla 39. Modelo de manejo de información para modelo AMEF.....	70
Tabla 40. Asignación de obligaciones para personal de ejecución modelo AMEF.	71
Tabla 41. Formato de revisión diaria para Retroexcavadora	74
Tabla 42. Formato de ficha técnica para Retroexcavadora.....	76
Tabla 43. Jerarquización de equipos de acuerdo a su importancia en la flota.	78
Tabla 45. Mantenimiento preventivo para Retroexcavadora.....	85
Tabla 46. Margen de ahorro semanal y mensual por planeación de operación.	90

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Mantenimiento estandarizado en norma ISO 55000.	21
Figura 2. Modelo de identificación de fallas basado en modelo AMEF.....	24
Figura 3. Jerarquización de cargos para manejo de mantenimiento.	25
Figura 4. Curva de costo de mantenimiento vs costo parada de falla	30
Figura 5. Relación de costos por equipo mensualmente.....	44
Figura 6. Porcentaje de inversión para mantenibilidad por equipo.	44
Figura 7. Relación de producción de equipo por mes (febrero, marzo, abril y mayo).	50
Figura 8. Relación de horas muertas por mantenimiento mensuales de equipos.	51
Figura 9. Relación porcentual de horas muertas por mantenimiento para equipos durante cuatro meses (febrero, marzo, abril, mayo).....	52
Figura 10. Costo de horas muertas por equipo mensualmente.	53
Figura 11. Porcentaje de costo que acarreó las horas muertas por equipo durante cuatro meses (febrero, marzo, abril, mayo).....	54
Figura 12. relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por mes.	55
Figura 13. Consumo de combustible por mes	57
Figura 14. Horas laboradas de cada equipo por mes.....	57
Figura 15. Relación de consumo de combustible hora trabajada	59
Figura 16. Porcentaje de relación de consumo entre equipos.....	59
Figura 17. Porcentaje de horas laboradas de cada equipo para medir productividad de cada uno.....	60
Grafica 18. Relación de costo general vs costo de alquiler total de equipos. ..	67

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Contrato de licitación para mantenimiento año 2018	95
ANEXO B. Contrato de licitación para mantenimiento año 2019	99
ANEXO C. Planilla de pago de nómina municipal.....	104
ANEXO D. Cotización alquiler de maquinaria.	105
ANEXO E. Cotización alquiler de maquinaria.	106
ANEXO F. Registro de ordenes de mantenimiento para Retroexcavadora	108
ANEXO G. Registro de ordenes de mantenimiento para Motoniveladora	109
ANEXO H. Registro de ordenes de mantenimiento para Vibro compactador.	110
ANEXO I. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OYW.....	111
ANEXO J. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OCB	112
ANEXO K. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OEO.....	113
ANEXO L. Registro de consumo de repuestos Retroexcavadora	114
ANEXO M. Registro de consumo de repuestos Motoniveladora	114
ANEXO N. Registro de consumo de repuestos Vibro compactador.....	115
ANEXO O. Registro de consumo de repuestos Volqueta OWY.....	115
ANEXO P. Registro de consumo de repuestos Volqueta OCB	116
ANEXO Q. Registro de consumo de repuestos Volqueta OEO.	116
ANEXO R. Control ordenes de trabajo mantenimiento Retroexcavadora.	117
ANEXO S. Control ordenes de trabajo mantenimiento Motoniveladora	118
ANEXO T. Control de ordenes de mantenimiento y repuestos motoniveladora	119
ANEXO U. Control de ordenes de trabajo de obra Retroexcavadora.....	123
ANEXO V. Control de ordenes de trabajo de obra Motoniveladora.....	123
ANEXO W. Control de ordenes de trabajo de obra vibro compactador.....	124
ANEXO X. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY	124
ANEXO Y. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY	125
ANEXO Z. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY.....	125
ANEXO AA. Control de consumo de combustible.	126

ANEXO AB. Formato de ficha técnica para Motoniveladora.....	126
ANEXO AC. Cuantificación de trabajo de obra.....	127
ANEXO AD. Matriz de manejo de combustible.....	128
ANEXO AE. MATRIZ DE RELACION DE COSTOS.....	128
ANEXO AF. Formato de revisión diaria	129
ANEXO AG. Formato de revisión diaria Motoniveladora	130
ANEXO AH. Formato aplicación modelo AMEF Motoniveladora	132
ANEXO AI. Mantenimiento preventivo para motoniveladora.....	138
ANEXO AJ. Encamisado de biga retroexcavadora.....	143
ANEXO AK. Aumento de diámetro para transmisión retro.....	145
ANEXO AL. Arreglo de ecualización volqueta OCB	145
ANEXO AM. Revisión de corona piñón tornamesa Motoniveladora.....	146
ANEXO AN. Cambio de discos freno de parqueo Retroexcavadora	146



RESUMEN

El trabajo presentado tuvo como finalidad evaluar la efectividad del mantenimiento de la maquinaria municipal basándose en una evaluación técnico-económica de la operación y mantenimiento que se realiza al parque automotor que posee el municipio de Tibaná-Boyacá. Para llevar a cabo este objetivo fue necesario la indagación de los diferentes sistemas de mantenimiento, buscando el más apto para generar una reducción en cuanto a los gastos y aumento de la disponibilidad. Una vez realizado lo anterior se podrá obtener una justificación en cuanto a la necesidad de apertura a un cargo enfocado al mantenimiento.

En un principio el mantenimiento de la maquinaria del municipio de Tibaná se realizaba solo teniendo en cuenta los repuestos básicos como toma de medidas en cuanto a mantenimiento preventivo estándar (cambios de aceite y filtros en general, así como compra de llantas). Esto es muy común para llevar a cabo el manejo del mantenimiento, pero no resulta altamente efectivo, ya que no se prevén fallas que se pueden tener para cada máquina en específico a causa del trabajo al que es sometida cada una de ellas y no se lleva una planeación cronológica de los procedimientos de mantenimiento, lo cual genera pérdidas de tiempo de maquinaria en obra.

El proyecto pretende desarrollar cuatro etapas, las cuales son: primero hacer la respectiva descripción general del trabajo (planteamiento del problema, delimitación del problema, formulación del problema, justificación y objetivos), la segunda hace referencia a marco teórico, en la tercera, se dará a conocer la metodología y la cuarta, resultados que se obtienen mediante el desarrollo del proyecto.

El desarrollo del proyecto deberá dar como resultados el aumento de la disponibilidad de la máquina, lo cual se verá plasmado en la disminución de costos, que puede compararse con el valor comercial de alquiler de maquinaria amarilla. Por otra parte, se propone un modelo de mantenimiento que mejore todo el manejo del mismo, así como la estandarización de repuestos y procesos de esta manera justificara la implementación de un cargo para que oriente y coordine el funcionamiento del modelo de mantenimiento.



INTRODUCCION

La alcaldía de Tibaná-Boyacá es una agencia de gestión administrativa pública, que posee una flota de maquinaria amarilla con la cual se llevan a cabo la mayor parte de sus obras públicas.

Actualmente la alcaldía municipal posee: tres volquetas (International 4300 modelo 1994, internacional 4300 modelo 2012 y una Kenworth T370 modelo 2014), una retroexcavadora (Case 580 Super N modelo 2012), una motoniveladora (Case 845 B modelo 2014), un vibro compactador (Case Sv 208 modelo 2014), un tractor (Massey Ferguson 290). Los distintos equipos son los encargados de realizar actividades de obras públicas que tiene programada la entidad para el desarrollo de sus funciones en obras de infraestructura.

La maquinaria que este municipio posee, debería de una manera idealizada tener una disponibilidad de servicio cercana al 100%, debido al uso continuo de estos equipos, se presentan varadas entre obras lo cual puede ocasionar pérdidas económicas tanto en mantenimiento como en disminución del ritmo de trabajo o paro de la producción. Puesto que el mantenimiento de la maquinaria no se planea basándose en las condiciones de trabajo, pueden existir riesgos para los diferentes equipos que no son detectados y por consiguiente no posee una planeación que permita reducir estas fallas.

La administración municipal necesita de una mayor disponibilidad de la maquinaria, comenzando por la revisión de su estado actual, de la manera el seguimiento de cambios periódicos en insumos necesarios para el funcionamiento de los diferentes equipos. Conociendo el estado la maquinaria, se planean medidas preventivas de mantenimiento, enfocado individualmente para cada una de las maquinarias, que permitan la implementación de un modelo de Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), basándose en sus condiciones de estado y de trabajo actuales, para de esta manera mejorar disponibilidad de cada una de las maquinas ya nombradas.

Como conclusión, este proyecto busca el aumento de disponibilidad de la maquinaria del municipio de Tibaná. Igualmente se espera tener una evaluación que justifique económicamente la posesión de esta maquinaria. Proponiendo un modelo de mantenimiento mayormente estandarizado, lo que provocaría la generación de una vacante de un puesto especializado con conocimientos en cuanto al manejo y administración del mismo modelo.



1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos 9 años (2010-2019) en el municipio de Tibaná-Boyacá se ha ido adquiriendo maquinaria amarilla, la cual ha sido de utilidad, para el desarrollo de obras en vías o terrenos, para la elaboración de obras públicas municipales y en veredas del mismo que facilitan la movilidad y desplazamiento cotidiana de la población en general.

Debido a esto el presupuesto municipal ha tenido que ir dando mayor incremento a los fondos para su operación y mantenimiento. Los equipos a estudiar ya se encuentran dentro del inventario municipal.

A raíz de esto el Concejo Municipal, en cada una de sus sesiones pide un informe detallado del dinero que se está invirtiendo para la operación de estas máquinas, siendo un problema para la secretaría de planeación ya que el manejo de estos fondos se realiza con licitaciones a particulares y en ocasiones estos contratos llevan extensiones económicas, ya que lo establecido no alcanza para la manutención y operación de la maquinaria. Al reducir costos de mantenimiento se puede dar inversión de estos fondos a necesidades que el municipio de Tibaná tenga.

Así también, la secretaria de planeación ha tomado la determinación de realizar un estudio de favorabilidad basándose en datos del año 2018 como son la licitación por mantenimiento que se cotizo en \$151.000.000 incluyendo insumos requeridos deseando así por medio de una mayor planeación de mantenimiento y control del mismo reducir este monto. Estos gastos podrían llegar a ser reducidos de manera que el dinero que no se vaya a destinar al mantenimiento pueda suplir otras necesidades de la población.

Por otra parte, la administración municipal, no posee una base de datos que permita establecer producción o ahorro de alquiler que genera el trabajo de la maquinaria, por lo que no se ha determinado que tan favorable sea la posesión de estos equipos, los cuales ya hace más de 4 años se encuentran en la administración, o si, por otra parte, el alquiler de maquinaria resultaría ser menos costoso. Lo anterior se comprueba ya que la administración no tiene una proyección de los costos comerciales de alquiler que generaría el no poseer estos equipos.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El desarrollo técnico industrial a finales del siglo XIX dio apertura a lo que hoy en día se denomina mantenimiento, esto con el fin de minimizar tiempos muertos y pérdidas de tiempo en la producción, a medida del paso se fueron generando



sistemas de mantenimiento basados en la prevención de fallas para así disminuir pérdidas de tiempo.

Para el desarrollo de un modelo de mantenimiento es necesario tener claro los alcances económicos que se pueden tener con el sistema, por lo que se define, “el AMEF cumple con alcances que son contemplados en la elaboración del mismo, sin embargo, no son tangibles algunos, pero el simple hecho de tener un equipo y laborar un AMEF debe considerarse lo siguiente:

- Es un **ESFUERZO EN EQUIPO**: El desarrollo del AMEF debe de concluir con una activa participación de grupos funcionales como, manufactura, calidad, materiales, proveedores de servicios etc.
- Es un **DOCUMENTO VIVO**: El cual debe de actualizarse al realizar cualquier cambio en el proceso. Asume que el diseño cumple con los requerimientos del cliente.

El analizar las causas potenciales, disminuir la incidencia de fallas o eliminar las potenciales fallas que se presentaron en el proceso de manufactura en algunos casos antes de un arranque de línea y otros sobre un proceso ya iniciado, fue la razón de utilizar la herramienta más apropiada (AMEF) con el fin de obtener mejoras, costos y Beneficio del proceso, frecuentemente la reducción o eliminación de las causas comunes dan como resultado costos más bajos. Los proveedores no deben negarse a preparar propuestas basadas en análisis del valor, reducción de variación, etc.

Y partiendo de análisis se podrá reconocer la reducción de costos por fallas, además de comparar los retornos por consumidor contra las líneas analizadas. Las ventajas que se esperan en un AMEF de proceso son las siguientes:

- Una eficiente línea de manufactura.
- Disminuir las cargas de trabajo por cambios del proceso no previstos.
- Minimizar las fallas del proceso.
- Aumentar la confiabilidad en el proceso.
- Disminuyen los costos por retornos de consumidor
- Añade satisfacción al cliente.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.”¹

¹ MARTÍNEZ, Cesar. IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE MANUFACTURA PARA JUGUETES. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. (México), 2004, p. 16-20. [Documento electrónico]



De lo cual se puede concluir que la implementación de un modelo AMEF disminuye las pérdidas de tiempo por varada ya que proporciona una base de datos de posibles fallas y como hallarlas antes de que ocurran, mejorando la calidad de la producción.

De acuerdo con REYES, Gonzalo “La posesión de equipos para realizar las obras en ocasiones genera la interrogante de cuan rentable es esta posesión para instituciones públicas por lo cual podemos apreciar que, en el afán de las empresas por obtener la mayor utilidad posible algunas cometen errores, esto se debe a que en ocasiones solo se realiza una proyección a corto plazo visualizando los riesgos y beneficios inmediatos, ya que cuando inician un nuevo proyecto buscan la forma de hacerlo con los menores recursos monetarios posibles, es justo acá donde se puede deducir que por ahorrar poco dinero se llega a hacer la adquisición de máquinas más económicas que a largo plazo comenzaran debido a las fallas a pedir más recursos de los que se hubieran gastado obteniendo una máquina de mejor calidad.”²

El mecanismo de un modelo de mantenimiento tiene que aportar estandarización de procesos y además de esto brindar detalles específicos de las obras realizadas por lo que según MONTALBAN, Edith, ARENAS, Erika, TALAVERA, Marianela y MAGAÑA, Rocío, “El proceso de aplicación del modelo AMEF implicó el diseño de instrumentos de sondeo, síntesis de causas, sensibilización y capacitación en el área de mandos medios y área operativa; con el propósito de hacer del AMEF un “documento vivo” en la línea de producción que, como punto de partida, genere alternativas de prevención actualizadas, pero que también desarrolle el talento humano hacia enfoques de mejora continua. Las bases de aplicación de una herramienta como el AMEF contemplan una serie de actividades sistemáticas que parten de la asignación del equipo encargado de realizar el análisis y los registros pertinentes, así como de la delimitación del proceso o producto en el que se aplicará.”³

Para el desarrollo de un modelo de mantenimiento se tiene que poseer fuentes de información para cumplir ciertos criterios, enfocado a la relación Beneficio-costos la cual es importante para determinar qué tan justificable resulta para las entidades públicas la posesión de estos equipos, según COY, Sergio “En la práctica esta investigación permite contar con una herramienta de planificación gerencial, para resolver los problemas de costos de mantenimiento, de manera que queda justificada la inversión con aumento de beneficios y reducción del riesgo para el proceso de producción. De esta manera que se puedan minimizar los costos de mantenimiento, tiempos entre reparaciones, mitigar condiciones

² REYES, Gonzalo. ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO DE LA RENTA Y ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, Tecamachalco (México), 2017, p. 8-10., [Documento electrónico]

³MONTALBAN, Edith, ARENAS, Erika, TALAVERA, Marianela y MAGAÑA, Rocío. Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz, Universidad Tecnológica de Querétaro, México, 2015, p. 3-4., [Documento electrónico]



inseguras para los operadores de los equipos, así como mejorar la calidad del producto final y de esta manera cumplir con las exigencias del cliente.”⁴

La gerencia del mantenimiento cada día se fortalece más ya que recalca la importancia de la implementación administrativa para el mantenimiento ya que esto permitirá tener una mayor planeación del mismo, de acuerdo a BASABE, Fabián y BEJARANO, Manuela “cualquier planta debe contemplar la administración del mantenimiento dentro de sus tareas prioritarias y fundamentales, no existe un programa específico a seguir que lo conllevaran al éxito en la administración del mantenimiento, sino que, por el contrario, cada organización debe diseñar e implementar su propio plan de mantenimiento de acuerdo a sus características específicas y únicas teniendo en cuenta sus necesidades.”⁵

Los valores de gastos se incrementan por el retraso imprevisto en los proyectos, según HERNANDEZ, Guillermo y SANCHEZ, Diana “los mayores costos corresponden al no cumplimiento de las metas dentro de los plazos previstos implica mayores horas y permanencia de buena parte de la maquinaria pesada. En Colombia, la gran mayoría de proyectos de infraestructura, toma un tiempo adicional especialmente por la aparición de actividades de obra no especificadas en los objetos del proyecto. Estas actividades de imprescindible ejecución se deben a causas no consideradas en los alcances del proyecto como a causas generadas dentro del desarrollo del proyecto.”⁶

EL mantenimiento preventivo aunque tenga una mayor inversión inicial puede significar menos costos futuros, de acuerdo a GONZALES, Jorge “una gestión de mantenimiento preventivo ayuda a la disponibilidad y rentabilidad de los equipos garantizando productos de calidad minimizando tiempos muertos, pérdidas de producción en el proceso, permite administrar y canalizar los recursos disponibles dentro de la empresa, recolectando datos, información para verificar el estado actual de la línea de producción, para asegurar que los activos fijos cumplan sus funciones intrínsecas de diseño y su operación sea confiable dentro del proceso de producción.

Debido al interrogante de cuan rentable es la implementación de diferentes tipos de mantenimiento para tener una mayor percepción.”⁷ En la Tabla 1 se encuentran los datos de costos por método de mantenimiento.

⁴ COY, Sergio. Modelo de gestión de mantenimiento basado en costos para plantas del sector plástico, Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 2016, p. 18-114., [Documento electrónico]

⁵ BASABE, Fabián y BEJARANO, Manuela. ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO SOBRE LA CADENA DE VALOR A PARTIR DEL DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA CANTERA SALITRE BLANCO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A., PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá (Colombia), 2009, [Documento electrónico]

⁶ HERNANDEZ, Guillermo y SANCHEZ, Diana. MODELO FINANCIERO DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE COMPRA O ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA PARA EL DESARROLLO DE OBRAS CIVILES, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia), 2015, p. 40., [Documento electrónico]

⁷ GONZALES, Jorge. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C., Chiclayo (Perú), 2016, p. 18-32., [Documento electrónico]



Tabla 1. Relación de costos para cada tipo de mantenimiento

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Para implementar	Bajo	Mediano	Alto
Improductivos	Altos	Medianos	Muy bajos
Tipo de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociados a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Fuente: Gonzales Jorge, PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.

1.3. COSTOS DE MANTENIMIENTO HISTORICOS

A partir de la revisión de los costos de mantenimiento y operación concernientes al año 2018, haciendo énfasis en repuestos y mano de obra, que fueron realmente necesarios, y al ser una entidad pública, este tipo de contrataciones se manejan por medio de licitaciones donde se encuentran ya acordados y suscritos los trabajos y suministros que se deben realizar a lo largo del periodo pactado. Ver ANEXO A, para revisión de datos completos sobre contrato.

El estudio de base de datos del año 2018 sirve como orientación para el desarrollo del proyecto, incluyendo solo trabajos que son realmente necesarios y disminuyendo la cantidad de repuestos basándose en los datos del año 2018.

De acuerdo con el contrato del año 2018 se tiene, ver Tabla 2:

Tabla 2. Ítems de cumplimiento para contrato de año 2018 con respecto a retroexcavadora.

	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
			Fecha de aprobación : 18/12/2014	
SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Páginas: 1 de 15	Código: 110.19.01	
CONTRATO MC- 009-2018				

OBJETO	MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2018
VALOR	: \$ 150.095.000.0
PLAZO DE EJECUCIÓN	: 7 meses
LUGAR Y FECHA DE SUSCRIPCIÓN	Tibana, 18 de Mayo de 2018
CONTRATISTA	: JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO



3	MANTENIMIENTO DE RETRO CASE 590			UNITARIO	TOTAL
3.1	REPUESTOS				
3.1.1	Selenoide de los cambios	und	3	500.000	1.500.000
3.1.2	dientes calzasvalde trasero	und	4	90.000	360.000
3.1.3	Suministro de repuestos, empaques, rodamientos servotransmision	und	1	6.000.000	6.000.000
3.1.4	filtro de la serbotransmision	und	2	175.000	350.000
3.1.5	Cuartos de aceite motor 15w40	und	110	21.000	2.310.000
3.1.6	Filtro de aceite motor	und	5	120.000	600.000
3.1.7	Filtro de aire primario	und	5	194.000	970.000
3.1.8	Filtrode aire secundario	und	5	148.000	740.000
3.1.9	Filtro de combustible	und	5	138.000	690.000
3.1.10	Filtro de trampa de combustible	und	5	95.000	475.000
3.1.11	Filtro separador racor	und	3	40.000	120.000
3.1.12	Empaquetaduras botellas de giro	und	4	380.000	1.520.000
3.1.13	empaquetadura de lata presion botella boom	und	2	380.000	760.000
3.1.14	Tornillos para el eje tracero con tuerca	und	3	45.000	135.000
3.1.15	Galones de valvulina 85w140	und	2	112.000	224.000
3.1.16	arreglo de bujes y pasadores de Brazo mecanico	und	1	3.200.000	3.200.000
3.1.17	Arandelas de acero	und	8	90.000	720.000
3.1.18	Axiales de direccion	und	2	340.000	680.000
3.1.19	Rotulas de direccion	und	4	150.000	600.000
3.1.20	cuartos de aceite de motor	und	20	24.000	480.000
3.1.21	mangueras de alta presion	und	15	180.000	2.700.000
3.1.22	crucetas cardan trasero	und	3	120.000	360.000
3.1.23	crucetas eje delantero	und	4	150.000	600.000
3.1.24	Suministro compresor aire acondicionado	und	1	1.200.000	1.200.000
3.1.25	Suministo sensor de presion bomba de carga	und	1	1.400.000	1.400.000
3.1.26	Suministro de chanelas de direccion del eje delantero	Und	4	150.000	600.000
3.1.27	Terminales de direccion	Und	2	120.000	240.000
3.1.28	Suministro de válvulas de control de presión hidraulico	und	2	1.200.000	2.400.000
				TOTAL	31.934.000

3.2	MANO DE OBRA				
3.2.1	arreglos botellas de giro empaquetadura	gl	3	160.000	480.000
3.2.2	arreglo de buje de gato hidraulico	gl	1	140.000	140.000
3.2.3	soldadura de tubo valde delantero	gl	2	90.000	180.000
3.2.4	arreglo pasador valde trasero	gl	1	120.000	120.000
3.2.5	Instalacion de mangueras de alta precision	gl	15	50.000	750.000
3.2.6	Cambios de aceite	gl	5	90.000	450.000
3.2.7	arreglo del protector del carter	gl	1	90.000	90.000
3.2.8	Instalacion del deposito de agua	gl	1	80.000	80.000
3.2.9	Intalacion de correa motor	gl	1	60.000	60.000
3.2.10	cambio valbulina a transmision delanteras	gl	1	70.000	70.000



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibaná</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	

CONTRATO MC- 009-2018

3.2.11	despinchada rueda trasera	gl	1	70.000	70.000
3.2.12	Lavadas	gl	3	60.000	180.000
3.2.13	Instalacion de pasadores	gl	1	80.000	80.000
3.2.14	arreglo de tren delantero	gl	1	350.000	350.000
3.2.15	arreglo de instacion de axiales	gl	1	280.000	280.000
3.2.16	cambio de aceite motor	gl	1	90.000	90.000
3.2.17	Soldaduras varias a valde y cucharon	gl	15	150.000	2.250.000
3.2.18	despinchada rueda delantera	gl	2	90.000	180.000
3.2.19	instalacion de crucetas cardan	gl	1	120.000	120.000
3.2.20	Instalacion de crucetas eje delantero	gl	4	150.000	600.000
3.2.21	instalacion de rotulas dirección	gl	4	120.000	480.000
3.2.22	Subida y bajada de servotransmision	gl	1	2.500.000	2.500.000
3.2.23	Soldadura en el radiador, incluye armado y desarmada	gl	1	350.000	350.000
3.2.24	Armado, desarmado y cargue del aire acondicionado	gl	1	950.000	950.000
3.2.25	Instalación de terminales de dirección, incluye torno para ajustar caña de de direccion	Gl	2	200.000	400.000
3.2.26	Cambio de chanelas de dirección y ajuste de hausen delantero, cambio de arandelas	gl	1	400.000	400.000
3.2.27	Instalacion de válvulas de control de presion de hidraulico		2	130.000	260.000
				TOTAL	11.960.000

RESUMEN GENERAL					
	Volqueta OEO 023				23.541.000
	Volqueta oOCB 069				22.971.000
	Volqueta OWY 018				23.480.000
	Motoniveladora				27.754.000
	Vibrocompactador CASE				8.455.000
	Retroexcavadora CASE				43.894.000
	TOTAL				150.095.000

Son: CIENTO CINCUENTA MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL PESOS MCTE (\$ 150.095.000.00) TERCERA.- VALOR DEL CONTRATO Y FORMA DE PAGO. El valor total del presente contrato es la suma CIENTO CINCUENTA MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL PESOS MCTE (\$ 150.095.000.00).El municipio cancelará el valor total de la siguiente forma: El 50% como anticipo y 50% como liquidación previa presentación del informe de Interventoría con sus debidos soportes

Fuente: Alcaldía Municipal de Tibaná – secretaria de planeación

Como se puede observar la inversión de mantenimiento para el año 2018 fue de \$150.095.000 basándose en lo que no llego a ser necesario para este periodo se pretende generar las necesidades para el nuevo contrato del año 2019 que reduzca gastos. Los datos mostrados hacen referencia a los requerimientos de repuestos y mantenimiento de la Retroexcavadora CASE 580 super N.



1.4. COSTOS ACTUALES REQUERIDOS PARA MANTENIMIENTO

Teniendo en cuenta el contrato MC-009-2018 se pretenden descartar los trabajos y repuestos que no han de ser necesarios para el periodo 2019 de esta manera se determinaran solamente los requeridos y que verdaderamente lleguen a ser necesarios. Para observar datos Tabla 3.

Los datos sobre el contrato del 2019 Ver ANEXO B.

Tabla 3. Contrato para mantenimiento y suministro de repuestos para maquinaria municipal año 2019.

	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
			Páginas: 1 de 28	Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 002-2019				

OBJETO

MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2019

VALOR

: \$ 123.000.000.00

PLAZO DE EJECUCIÓN

: 9 meses

LUGAR Y FECHA DE SUSCRIPCIÓN

Tibana, 15 de Marzo de 2019

CONTRATISTA

: JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO

3	MANTENIMIENTO DE RETRO CASE 590					
3,1	REPUESTOS	CANT	CANT	VLR/UNIT		VLR/TOTAL
3.1.1	Selenoide de los cambios	UND	2	\$ 500.000	\$ 410.600	\$ 1.000.000
3.1.2	dientes calzasvalde trasero	UND	6	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 540.000
3.1.3	filtro de la serbotransmision	UND	1	\$ 175.000	\$ 143.710	\$ 175.000
3.1.4	Filtro de aceite motor	UND	3	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 360.000
3.1.5	Filtro de aire primario	UND	5	\$ 194.000	\$ 159.313	\$ 970.000
3.1.6	Filtrode aire secundario	UND	5	\$ 148.000	\$ 121.538	\$ 740.000
3.1.7	Filtro de combustible	UND	5	\$ 138.000	\$ 113.326	\$ 690.000
3.1.8	Filtro de trampa de combustible	UND	5	\$ 95.000	\$ 78.014	\$ 475.000
3.1.9	Filtro separador racor	UND	3	\$ 40.000	\$ 32.848	\$ 120.000
3.1.10	Empaquetaduras botellas de giro	UND	2	\$ 380.000	\$ 312.056	\$ 760.000



3.1.11	empaquetadura de lata presion botella boom	UND	2	\$ 380.000	\$ 312.056	\$ 760.000
3.1.12	Rotulas de direccion	UND	4	\$ 150.000	\$ 123.180	\$ 600.000
3.1.13	cuartos de aceite de motor	UND	80	\$ 24.000	\$ 19.709	\$ 1.920.000
3.1.14	mangueras de alta presion	UND	10	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 1.800.000
3.1.15	crucetas cardan trasero	UND	3	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 360.000
3.1.16	crucetas eje delantero	UND	4	\$ 150.000	\$ 123.180	\$ 600.000
3.1.17	Terminales de direccion	UND	2	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 240.000
3.1.18	pasadores para el muñeco central bun trasero	UND	4	\$ 324.000	\$ 266.069	\$ 1.296.000
3.1.19	caucho del tope del bun trasero	UND	1	\$ 96.000	\$ 78.835	\$ 96.000
3.1.20	filtro hidraulico 844759	UND	1	\$ 288.000	\$ 236.506	\$ 288.000
3.1.21	neumatico 14-17,5	UND	1	\$ 168.000	\$ 137.962	\$ 168.000
3.1.22	valinera para el eje de la bomba hidraulica	UND	1	\$ 288.000	\$ 236.506	\$ 288.000
3.1.23	retenedor para el eje de la bomba hidraulica	UND	1	\$ 144.000	\$ 118.253	\$ 144.000
3.1.24	valvulas sellomatic	UND	2	\$ 18.000	\$ 14.782	\$ 36.000
3.1.25	retenedores lado de transmicion eje delantero	UND	2	\$ 108.000	\$ 88.690	\$ 216.000



3.1.26	retenedores lado de rueda eje delantero	UND	2	\$ 98.400	\$ 80.806	\$ 196.800
3.1.27	rodamiento externo	UND	1	\$ 576.000	\$ 473.011	\$ 576.000
3.1.28	rodamiento interno	UND	1	\$ 546.000	\$ 448.375	\$ 546.000
3.1.29	retenedor giratorio	UND	1	\$ 288.000	\$ 236.506	\$ 288.000
3.1.30	pasador para el extrain	UND	1	\$ 96.000	\$ 78.835	\$ 96.000
3.1.31	correa motor con termoventilador	UND	1	\$ 252.000	\$ 206.942	\$ 252.000
3.1.32	correa de aire acondicionado	UND	1	\$ 132.000	\$ 108.398	\$ 132.000
3.1.33	tornillos 9/16*3plg	UND	6	\$ 5.400	\$ 4.434	\$ 32.400
3.1.34	tarro limpia contactos	UND	1	\$ 42.000	\$ 34.490	\$ 42.000
3.1.35	silicona gris	UND	1	\$ 24.000	\$ 19.709	\$ 24.000
					\$ 0	\$ 16.827.200
3.2	MANO DE OBRA	CANT	CANT	VLR/UNIT	# VALOR!	VLR/TOTAL
3.2.1	soldadura de tubo valde delantero	UND	2	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 180.000
3.2.2	Instalacion de mangueras de alta precion	UND	10	\$ 50.000	\$ 41.060	\$ 500.000
3.2.3	Cambios de aceite	UND	5	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 450.000
3.2.4	despinchada rueda trasera	UND	1	\$ 70.000	\$ 57.484	\$ 70.000



3.2.5	Lavadas	UND	3	\$ 60.000	\$ 49.272	\$ 180.000
3.2.6	arreglo de instalacion de axiales	UND	1	\$ 280.000	\$ 229.936	\$ 280.000
3.2.7	cambio de aceite motor	UND	1	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 90.000
3.2.8	despinchada rueda delantera	UND	2	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 180.000
3.2.9	instalacion de crucetas cardan	UND	1	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 120.000
3.2.10	Instalacion de crucetas eje delantero	UND	4	\$ 150.000	\$ 123.180	\$ 600.000
3.2.11	instalacion de rotulas direcci3n	UND	4	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 480.000
3.2.12	instalacion de 16 magueras	UND	1	\$ 108.000	\$ 88.690	\$ 108.000
3.2.13	instalacion del caucho del bun trasero	UND	1	\$ 48.000	\$ 39.418	\$ 48.000
3.2.14	montaje e instalacion empaquetaduras de giro	UND	1	\$ 420.000	\$ 344.904	\$ 420.000
3.2.15	soldaduras del bun trasero	UND	1	\$ 540.000	\$ 443.448	\$ 540.000
3.2.16	instalacion de bujes y pasadores muñeco del bun trasero montaje total	UND	1	\$ 2.400.000	\$ 1.970.880	\$ 2.400.000
3.2.17	soldadura del protector de tubos valde delantero	UND	1	\$ 48.000	\$ 39.418	\$ 48.000
3.2.18	soldadura del protector bun trasero	UND	1	\$ 144.000	\$ 118.253	\$ 144.000



3.2.19	arreglo del eje central de la servotransmision	UND	1	\$ 420.000	\$ 344.904	\$ 420.000
3.2.20	instalacion de swisch de servotransmicion	UND	1	\$ 300.000	\$ 246.360	\$ 300.000
3.2.21	desvarada de electricidad sistema hidraulico trasero	UND	1	\$ 300.000	\$ 246.360	\$ 300.000
3.2.22	soldadura a dos pasadores	UND	1	\$ 96.000	\$ 78.835	\$ 96.000
3.2.23	bajada de radiadores para soldadura	UND	1	\$ 420.000	\$ 344.904	\$ 420.000
3.2.24	soldadura al bastidor de valde delantero	UND	1	\$ 420.000	\$ 344.904	\$ 420.000
3.2.25	instalacion de retenedores eje delantero	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000
3.2.26	bajada de rueda trasera para cambio rodamientos	UND	1	\$ 336.000	\$ 275.923	\$ 336.000
3.2.27	soldadura y reforzada del valde trasero	UND	1	\$ 540.000	\$ 443.448	\$ 540.000
3.2.28	soldadura de pasador del estabilizador	UND	1	\$ 48.000	\$ 39.418	\$ 48.000
3.2.29	bajada y limpieza del banco de valvulas de servitransmicion	UND	1	\$ 480.000	\$ 394.176	\$ 480.000
3.2.30	instalacion de correas	UND	1	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 120.000
3.2.31	instalacion de calzas	UND	1	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 120.000
3.2.32	soldadura base a los dientes del valde trasero	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000
3.2.33	arreglo del arnes de la servotransmicion	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000
		TOTAL		TOTAL		\$10.978.000



1	Volqueta OCB 069	14.895.200
2	Volqueta OEO 023	21.474.600
3	Retroexcavadora CASE	\$ 27.805.200
4	Volqueta OWY 018	\$ 22.331.200
5	Vibrocompactador CASE	\$ 11.449.000
6	Motoniveladora	\$ 25.044.800
	TOTAL	\$ 123.000.000

Son: CIENTO VEINTIRES MILLONES NOVENTA DE PESOS MCTE (\$ 123.000.000.00) TERCERA.- VALOR DEL CONTRATO Y FORMA DE PAGO. El valor total del presente contrato es la suma CIENTO VEINTIRES MILLONES NOVENTA DE PESOS MCTE (\$ 123.000.000.00) El municipio cancelará el valor total de la siguiente forma: El 50% como anticipo y 50% como liquidación previa presentación del informe de Interventoría con sus debidos soportes CUARTA.- PLAZO DE EJECUCIÓN. El plazo Fuente: Alcaldía Municipal de Tibaná – secretaria de planeación, <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=19-11-9059216>

Como se puede observar los datos el contrato tuvo un costo de \$123.000.000, los valores mostrados corresponden a los de la Retroexcavadora CASE 580 Super N.

1.5. PAGO DE NOMINA DE OPERADORES

Los valores del pago de cada uno de los operarios permitirán llegar al valor exacto de costo que causa la maquinaria municipal, para de allí sacar la rentabilidad que esta misma produce, los valores mostrados corresponden a los datos de un mes pago que se genera mensualmente. Como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Pago de nómina para operadores.

Nombre de operario	Cargo	Sueldo
Jorge Eliecer Cruz	Operador de retroexcavadora	\$1.810.014
Hernán Díaz	Operador de Motoniveladora	\$1.822.998
John Éiber Henao	Operador de vibro compactador	\$1.345.000
José Cabeza Rubio	Operador de tractor	\$1.350.000
Rafael Humberto Gordillo	Operador de volqueta	\$1.207.774
José Norberto Pulido	Operador de volqueta	\$1.207.774
Alirio Fandiño	Operador de volqueta	\$1.207.774

Fuente: Administración municipal de Tibaná



1.6. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto se enfocó en la evaluación técnica y económica aplicada a la maquinaria amarilla con que cuenta la alcaldía municipal de Tibaná, se comenzó con un estudio detallado del estado actual de cada una de las maquinas.

Por otra parte, la realización de un monitoreo del ambiente de trabajo, para tener una mayor idea de las condiciones al que la maquinaria se enfrenta diariamente, lo cual permite tener una visión más clara de los riesgos potenciales y situaciones de riesgo por las que pueden afectar a los equipos. Lo anterior, podría brindar una orientación para mejoras o prevenciones, que se pueden tomar para evitar fallas, paradas o accidentes.

Los costos que incurre la administración, es un problema, ya que reduce recursos monetarios que pueden suplir diferentes necesidades municipales, por lo que la falta de un modelo de mantenimiento planificado es un obstáculo para la reducción de los mismos. Por lo que una mejor manera de administrar el mantenimiento podría disminuir los costos y aumentar la disponibilidad.

1.7. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede disminuir costos de mantenimiento, aumento de la disponibilidad de equipos y operación de maquinaria amarilla, volquetas y vehículos auto motores, del municipio de Tibaná, basándose en la estandarización de procesos y registros?



2. JUSTIFICACION

El desarrollo de la pasantía se enfocó en la el análisis de costos para mantenimiento de los diferentes equipos, para de esta manera tomar medidas que permitan disminuir los montos monetarios. Así como un mayor aprovechamiento de los tiempos de trabajo de obra de la maquinaria amarilla, volquetas, vehículos (parque automotor en general).

La administración municipal al decidir implementar un modelo de mantenimiento sistemático, deberá integrar personal con conocimientos en el manejo de mantenimiento, lo cual con revisión de datos y un estudio de valoración de los diferentes equipos puede brindar un modelo con mayor eficacia que aumente la disponibilidad de la maquinaria evitando pérdidas de tiempo y monetarias por paradas en la producción.

Por otra parte, el mal manejo de los gastos, al no estar estandarizados, así como la gestión documental actual, no permite la fácil evaluación de rentabilidad de trabajo de estos equipos. Un mayor manejo de información permitirá proyectar los costos generados por esta maquinaria a la administración municipal y compararlos con el valor comercial de alquiler, para toma de decisiones.

Basándose en un estudio minucioso de los registros del dinero destinado a la manutención de la maquinaria municipal en general, se puede concluir que no posee un modelo de mantenimiento que permita la reducción de tiempos muertos. El mantenimiento que se había venido utilizando resulto ser solo correctivo, por lo que una de las prioridades del desarrollo de la pasantía, fue la generación de un sistema de mantenimiento que permitiera a partir del mantenimiento de mejora y preventivo aumentar la disponibilidad.

La ingeniería mecánica, en uno de sus amplios campos maneja conceptos de mantenimiento; con los conocimientos que este campo otorga se puede realizar una mejor administración y ejecución en cuanto al mantenimiento, enfocándose en el aumento de disponibilidad, manejo de presupuesto y planeación.

La mejora en cuanto a la implementación de un sistema de mantenimiento, que sea de implementación sencilla y a su vez permita el alcance de objetivos es la metodología AMEF (Análisis del Modo y Efecto del Fallo). Teniendo en cuenta que las condiciones de trabajo de los diferentes equipos es específica el análisis de fallas es distinto y varía dependiendo la máquina.

El enriquecimiento de conocimiento en el ámbito profesional fue provechoso, en cuanto a la planeación y gestión de presupuesto para mantenimiento, así mismo, se investigaron diferentes sistemas de mantenimiento y su adecuada selección, basándose en las necesidades de la maquinaria, para lograr una menor inversión en reparaciones y disminuir los tiempos muertos de las máquinas, para que el trabajo y aporte de cada una de ellas fuese sea el más eficaz, siendo como mejor opción un sistema AMEF.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la necesidad de un cargo enfocado al mantenimiento de la maquinaria municipal basándose en una evaluación técnica-económica de la operación y mantenimiento que se realiza al parque automotor de la alcaldía del municipio de Tibaná-Boyacá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1. Determinar costos de mantenimiento y operación de la maquinaria municipal, a través de la implementación de formatos que permitan el diligenciamiento de procedimientos y costos.

3.2.2. Realizar un estudio económico basándose en beneficio-costos por los que es sometido el presupuesto municipal al llevar obras públicas con la maquinaria que este mismo posee, esto basando en el análisis de costos y cotizaciones.

3.2.3. Proponer una metodología de mantenimiento enfocado al mantenimiento preventivo por medio de la selección adecuada de un modelo eficaz para las condiciones de trabajo, donde permita la asignación de cargos para el desarrollo del modelo de mantenimiento.



4. MARCO TEORICO

4.1. NORMATIVIDAD

4.1.1. Proceso de mantenimiento de maquinaria basado en ISO 9001⁸

Cuando el jefe o los operarios de Almacén observen un fallo o problema en el equipo o la máquina, se avisa al Responsable de Mantenimiento para que proceda a gestionar su reparación.

Las averías o labores de mantenimiento, en caso de ser resueltas con medios propios se anotan en la ficha de mantenimiento de la máquina, indicando las horas de paro, los materiales utilizados y su coste. En el caso de que se contrate la reparación, se anota en la ficha del equipo la descripción de la tarea, la referencia del parte de trabajo, albarán o factura de la reparación y las horas de paro de la máquina.

Al menos una vez al año, el Responsable de Mantenimiento estudia el mantenimiento realizado durante el ejercicio anterior y propone acciones de mejora para el periodo siguiente.

Todas las labores de reparación y mantenimiento han de quedar registradas en el formato "Historial de Revisiones/Reparaciones", siendo responsabilidad del Responsable de Mantenimiento que esto se lleve a cabo, bien por él, o bien por el personal responsable del equipo o máquina si es el caso.

El Responsable de Mantenimiento dispone de la siguiente documentación para gestionar el mantenimiento de equipos y máquinas:

- Plano de situación de Equipos y Máquinas
- Listado de Equipos y Máquinas bajo Mantenimiento
- Plan de Mantenimiento de Equipos y Máquinas
- Ficha Técnica de Equipos y Máquinas
- Historial de Revisiones y Reparaciones
- MDP-Gestión de Incidencias

4.1.2. Aporte ISO 55000 al área de mantenimiento⁹ El siguiente modelo fue tomado de la empresa de cementos ARGOS donde justifican el porque es importante tener una política y estrategia de mantenimiento basado en

⁸ Proceso de mantenimiento maquinaria y equipos basado en ISO 9001, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS, 2003, EMPRE S.A., p. 2-4. [Documento electrónico]

⁹ Aporte ISO 55000 al área de mantenimiento, Ejercicio práctico de aporte desde el área de mantenimiento, Comité de gobierno de mantenimiento Cementos Argos, [Documento electrónico]



estándares de calidad de activos. En la figura 1 se contemplan los requerimientos para la ejecución de un plan de mantenimiento AMEF.

Figura 1. Mantenimiento estandarizado en norma ISO 55000.



Fuente: Aporte ISO 55000 al área de mantenimiento, Ejercicio práctico de aporte desde el área de mantenimiento, Comité de gobierno de mantenimiento Cementos Argos

Política de mantenimiento

Garantizar una operación confiable y sostenible de los activos físicos mantenibles, maximizando su rendimiento y optimizando los costos a lo largo de su ciclo de vida, mediante la implementación de las mejores prácticas de mantenimiento en la industria.

Sinergias entre áreas => Excelencia organizacional
Mejores prácticas=> Confiabilidad e integridad del activo
Identificar, prevenir y mitigar => Gestión de riesgos
Desarrollo del talento humano => Gestión del recurso
Promover innovación => Mejoramiento continuo

4.1.3. Metodología para elaborar un plan de mantenimiento según norma ISO 55001:2014¹⁰ La metodología de gestión de un plan de mantenimiento ha sido establecida bajo las normas ISO 55001:2014 Sistemas de gestión de activos

¹⁰CASTILLO, Robert. Metodología para elaborar un plan de mantenimiento bajo un enfoque estratégico, para aumentar el valor de los activos según las normas ISO 55001:2014, Trujillo (Perú), p. 1-5., [Documento electrónico]



físicos, para permitir a las organizaciones mantener y generar valor en sus activos. Esta metodología de gestión se desarrolla en 10 etapas con una adecuada estructura y sinergia, estas son:

- Etapa 01: Establecer la Metodología, Procedimiento y Documentación para elaborar el Plan de Mantenimiento.
- Etapa 02: Revisar el contexto estratégico de la empresa.
- Etapa 03: Diagnosticar y analizar el rol de los activos en las operaciones, para producir los productos o servicio de la organización.
- Etapa 04: Establecer el enfoque de mejora continua para la gestión del mantenimiento.
- Etapa 05: Establecer el marco de gestión estratégica para la gestión del mantenimiento.
- Etapa 06. Establecer la planificación y control para la gestión operativa del mantenimiento en la organización basado en el desempeño, riesgo y costos de ciclo de vida.
- Etapa 07: Elaborar el plan de mantenimiento con la integración de las etapas 2 al 6.
- Etapa 08: Verificación y Validación del plan de mantenimiento bajo un procedimiento comparaciones paradas y escala de Likert.
- Etapa 09: Revisiones del Plan de Mantenimiento.
- Etapa 10. Acciones Correctivas y Mejora del Plan de Mantenimiento.

4.1.4. ISO 31000 para subprocesos de mantenimiento¹¹ Para establecer la gestión de riesgo, se tomó como referencia el numeral 5 de la norma ISO 31000:2009 donde se proponen los siguientes lineamientos:

- Comunicación y consulta
- Establecimiento del contexto
- Valoración de riesgo
 - Identificación de riesgo
 - Análisis del riesgo
 - Evaluación del riesgo
- Tratamiento del riesgo
- Monitoreo y revisión

4.1.5. Resolución 0001068 del 23 de abril de 2015¹² Se contemplan las condiciones para el transporte de maquinaria agrícola, industrial y de construcción autopropulsado, estipuladas en el capítulo VI artículo 29. Los

¹¹URIBE, Juan. Propuesta metodologica para la aplicación de la norma ISO 31000:2009 en el sistema de gestion de calidad para la universidad Libre sede el Bosque popular para el proceso de servicios generales en el subproceso de mantenimiento, 2012, Bogota (Colombia), p. 38., [Documento electrónico]

¹² Resolución 0001068, Capítulo VI, Artículo 29, del 23 de abril de 2015, Ministerio de transporte. [Documento electrónico]



equipos que se movilicen por sus propios medios por las vías terrestres de uso público y privadas abiertas al público deberán realizarse cumpliendo con las condiciones que la resolución establece.

4.1.6. Resolución 4100 de 2004 Establece las dimensiones aplicadas se encuentran en el Artículo 7¹³ dimensiones y Artículo 8¹⁴ pesos brutos vehicular para los diferentes vehículos de carga pesada para el transporte de maquinaria amarilla.

4.1.7. Estatuto tributario nacional Artículo 137 limitación a la deducción por depreciación¹⁵ Parágrafo 1. El gobierno nacional reglamentará las tasas máximas de depreciación, las cuales oscilarán entre el 2.22% y el 33%. En ausencia de dicho reglamento, se aplicarán las siguientes tasas anuales, sobre la base para calcular la depreciación: Ver Tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de depreciación de bienes

CONCEPTO DE BIENES A DEPRECIAR	TASA DE DEPRECIACION FISCAL ANUAL
Flota y equipo de transporte terrestre	10%
Maquinaria y equipos	10%

Estatuto tributario nacional, art 137, parágrafo 1.

Para el caso solo ha sido citado y nombrado los requerimientos del proyecto.

4.1.8. COSTO DE COMPRA MAQUINARIA MUNICIPAL El costo de compra aunque la adquisición fue realizada años atrás en diferentes periodos, es de vital importancia tenerlo claro debido a que este valor de compra permitirá proyectar la devaluación que afecta a los diferentes equipos desde su fecha de compra. Para el caso los precios de inversión fueron: Ver Tabla 6.

¹³ Resolución 004100, Artículo 7, 26 de diciembre de 2004, Ministerio de transporte., [Documento electrónico]

¹⁴ Resolución 004100, Artículo 8, 26 de diciembre de 2004, Ministerio de transporte., [Documento electrónico]

¹⁵ Estatuto tributario nacional, art 137, parágrafo 1.



Tabla 6. Valor de inversión para compra de maquinaria municipal en concesionario.

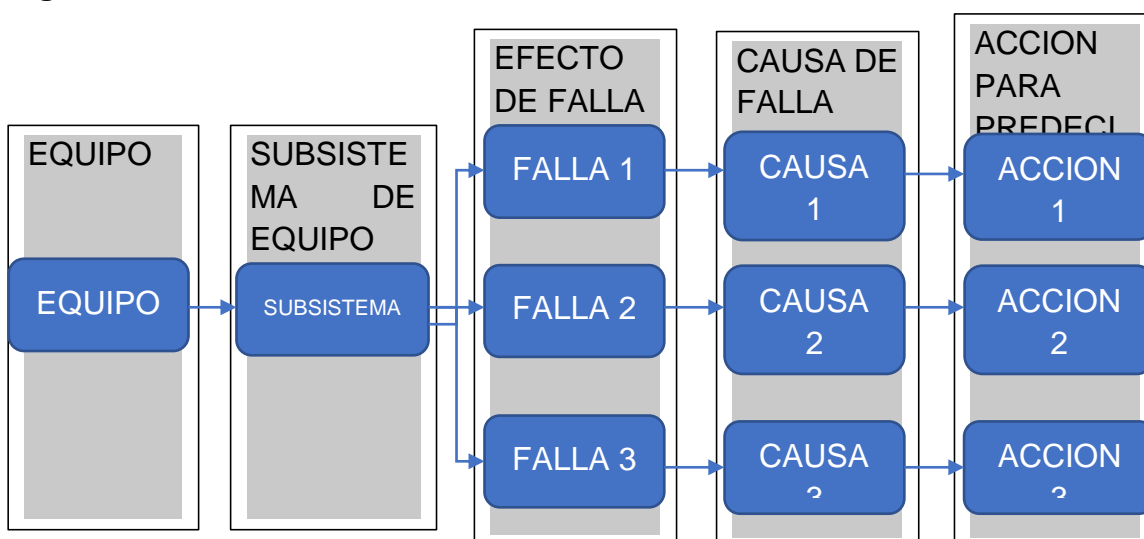
EQUIPO	PRECIO DE COMPRA
Motoniveladora CASE 845	\$568.000.000
Retroexcavadora CASE 580 super N	\$287.000.000
Vibro compactador CASE	\$240.000.000
Volqueta INTERNATIONAL 4300	\$158.000.000
Volqueta INTERNATIONAL 4300	\$158.000.000
Volqueta KENWORTH T370	\$189.000.000
Tractor FERGUSON 291	\$110.000.000

Fuente: Secretaría de planeación y secretaria de cultura y turismo

Los datos acá mostrados fueron suministrados por la Secretaría de planeación y la secretaria de cultura y turismo, debido a que una de las Volquetas International 4300 es modelo 94 y la administración no suministro la información que confirme el valor de la compra se asumió el mismo valor del equipo de igual referencia, la diferencia es que al equipo modelo 1994 de placas OEO 023, se le aplicara la depreciación desde ese año hasta el año actual.

4.1.9. Estándares para ejecución de modelo AMEF Para llevar a cabo la Implementación del modelo AMEF es necesario la ejecución de ciertos estándares de requerimiento para alcanzar los objetivos del mismo. Los estándares se encuentran en la Figura 2 y Figura 3, de igual manera los rangos para evaluación de ítems están en Tabla 7 y Tabla 8.

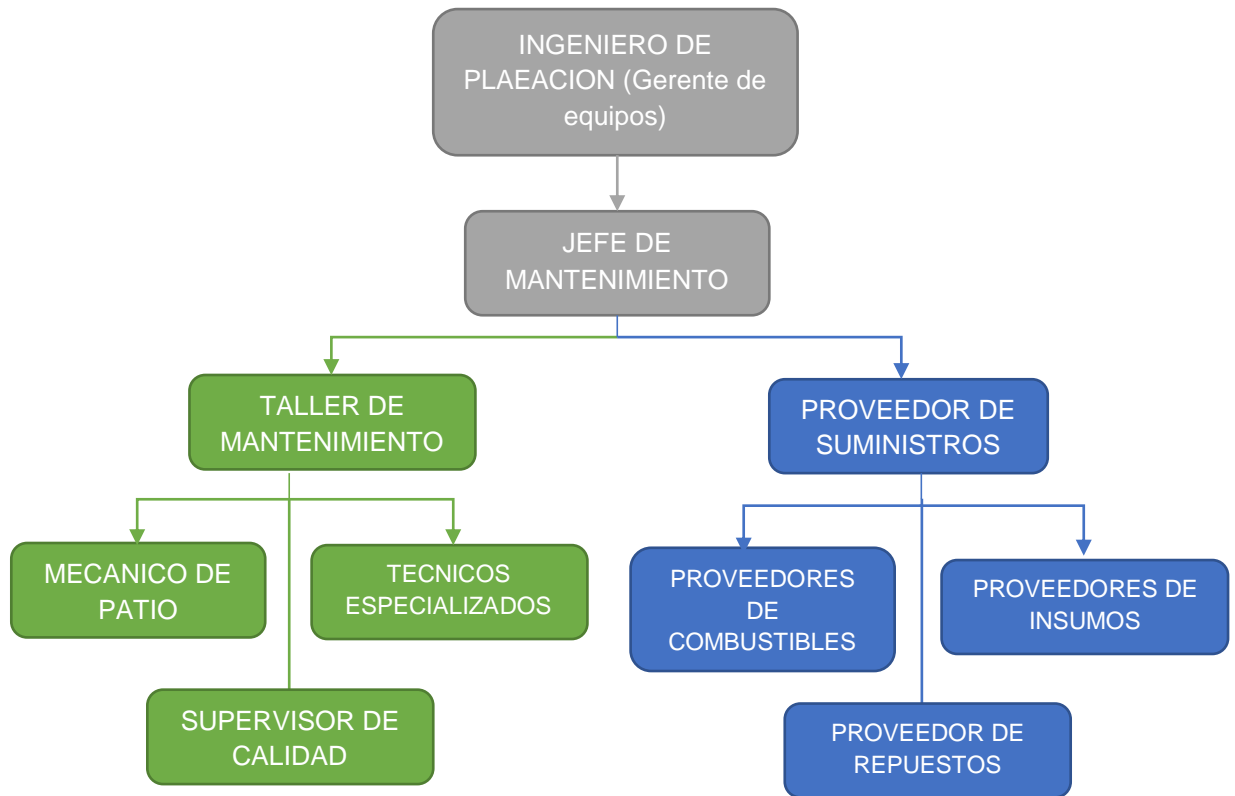
Figura 2. Modelo de identificación de fallas basado en modelo AMEF.



Fuente: MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA CON LA METODOLOGIA AMEF, Barrientos Gabriela



Figura 3. Jerarquización de cargos para manejo de mantenimiento.



Fuente: Autor y MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA CON LA METODOLOGIA AMEF, Barrientos Gabriela

Tabla 7. Fundamentos de categorización para asignación de criticidad a equipos.

NIVEL	CARACTERISITICAS
CRITICOS	Son los equipos los cuales con sus varadas o con su bajo rendimiento afectan la producción de toda la maquinaria en general, la cual trae costos o efectos de gran impacto monetario.
IMPORTANTES	Son los equipos que con sus varadas o bajo rendimiento afectan la producción de la maquinaria en general, pero las gastos o efectos monetarios son asumibles.
INTRASCENDENTE	Son los equipos que con sus varadas o bajo rendimiento no afectan en proporciones de costos por falta de horas de producción la maquinaria en general.

Fuente: Autor y MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA CON LA METODOLOGIA AMEF, Barrientos Gabriela



Tabla 8. Rango de ítems para calificación de falla.

RANGO DE SEVERIDAD		
EFEECTO	RANGO	CRITERIO
Ninguno	1	Sin efecto
Poco	2	Poco efecto en la producción de la maquina
Moderado	3	Baja moderadamente el efecto de producción de maquina
Significativo	4	Parada de maquina por periodo corto tiempo para reparación
Extremo	5	Para de maquina por largo periodo de tiempo para reparación
RANGO DE OCURRENCIA		
EFEECTO	RANGO	CRITERIO
Muy poco	1	Muy poca probabilidad de falla
Poco	2	Falla derivada a mal operación
Moderado	3	Falla asociada con desgaste
Alta	4	Falla con alta frecuencia
Muy alta	5	Falla inevitable
RANGO DE DETECCION		
EFEECTO	RANGO	CRITERIO
Muy Detectable	1	Detectado en revisión diaria
Detectable	2	Detección en revisión especifica
Moderada detección	3	Detección en trabajo de obra, pero antes de la falla
Poco visible	4	Detección en trabajo de obra
No visible	5	No detectable hasta que ocurra la falla

Fuente: Autor y MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA CON LA METODOLOGIA AMEF, Barrientos Gabriela

A partir de estas figuras y tablas se determinarán indicadores y se establecerán rangos para cada uno de los procedimientos o requerimientos del modelo AMEF.

4.2. MANTENIMIENTO

Antes de enfocarse en el sistema de mantenimiento, es favorable tener una idea más clara de lo que es el mantenimiento en sí, por mantenimiento se entiende todo tipo de labor que al llevarse a cabo permite conservar cualquier equipo en estado óptimo de operación, estas operaciones pueden incluir, inspecciones, reparaciones, cambios, mejoras, reinstalación y reconstrucciones; cualquier conjunto de estas operaciones puede u operación en particular puede considerarse mantenimiento.

“Una manera más simplificada de entenderla es que se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento”¹⁶.

4.2.1. Mantenimiento preventivo La finalidad del mantenimiento preventivo es: “Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen

¹⁶ SANZOL, Lorenzo. ¿Qué es el mantenimiento industrial?, IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN, 2010, Pamplona (España), p. 8., [Documento electrónico]



fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.”¹⁷

- “El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades: Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.”¹⁸

4.2.2. Mantenimiento predictivo “El mantenimiento predictivo es una técnica de mantenimiento consistente en ‘predecir’ el estado de un equipo basándose una variable física o química. La temperatura, la vibración, el aspecto físico, la composición química de un fluido o el comportamiento ante un estímulo externo pueden ser utilizados para diagnosticar un equipo predecir cuándo fallará y anticiparse al fallo interviniendo en él, antes de que lo haga.”¹⁹

Básicamente el mantenimiento predictivo se puede llevar acabo realizando una inspección o estudio de las condiciones de trabajo de la maquinaria, profundizando especificaciones de cada máquina en particular.

4.2.3. Mantenimiento para maquinaria amarilla La maquinaria pesada o maquinaria amarilla son equipos de alta potencia que requieren cuidados específicos para conservar su buen estado y extender su vida útil. Cuando estos equipos han cumplido cierto tiempo se deben realizar mantenimientos que además de reparar las posibles fallas, previenen algunas futuras, de modo que no afectan los procesos para los cuales son fabricadas, entre los mantenimientos de maquinaria pesada encontramos los preventivos, los predictivos y los correctivos. Todos los equipos o máquinas en general requieren de un mantenimiento que se debe ejecutar de acuerdo con las rutinas establecidas en el manual.

Permanentemente el responsable de mantenimiento analiza el mantenimiento ejercido y busca acciones de mejora (búsqueda de proveedores de repuestos o combustibles, minimizar el uso de mantenimientos correctivos, variación en la

¹⁷ ¿Qué es mantenimiento preventivo?, Mantenimiento planificado, SIMA, p. 2., [Documento electrónico]

¹⁸ Definición, Mantenimiento preventivo., [Documento electrónico]

¹⁹ Mantenimiento predictivo, Curso Técnico general de mantenimiento predictivo, RENOVETEC., [Documento electrónico]



frecuencia de mantenimiento para los equipos, propuestas de formación y mejoras en la maquina).

Siempre es necesario llevar un registro adecuado en fichas de mantenimiento de cada máquina, indicando las horas de paro, materiales utilizadas y su costo.²⁰

4.2.4. Mantenibilidad Capacidad de retener o de devolver a un estado de operación cuando sea requerido bajo unas condiciones de uso y mantenimiento. (Otra definición, es dada por (Department of Defense. United States of América, 2005), la cual dice que “es la capacidad de un ítem para ser reparado o restaurado a una condición específica cuando el mantenimiento es desempeñado por personal que tenga los niveles de habilidades específicas, usando procedimientos prescritos y recursos, según el nivel de mantenimiento y de reparación”).²¹

4.2.5. Disponibilidad Capacidad de estar en un estado para funcionar cuando sea solicitado. Otra definición es la dada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América que lo especifica como una medida en la cual el ítem está en un estado operable y puede estar comprometido en el inicio de un uso específico, para el momento en que el servicio sea necesitado o llamado en un punto desconocido en el tiempo (aleatorio). La disponibilidad es percibida por el usuario y es una función de que tan frecuente las fallas ocurren y que tanto el mantenimiento correctivo es requerido; que tan frecuente el mantenimiento preventivo es desempeñado, y como las fallas indicadas pueden ser aisladas y reparadas rápidamente; como las tareas de mantenimiento pueden ser ejecutadas y como los largos períodos de retardos en apoyos logísticos contribuyen a los tiempos de inactividad (Department of Defense. United States of América, 2005). La disponibilidad se divide en inherente (dada en el proceso de fabricación y conocida como la “teórica” y operacional “del mundo real”, y sostenida en el proceso de mantenimiento.²²

4.2.6. Confiabilidad Capacidad de funcionar cuando sea solicitado, sin fallas, por un intervalo de tiempo dado, y bajo condiciones de operación dadas de antemano. (Otra definición algo más elaborada la define como la probabilidad de un ítem para desempeñar la función requerida o solicitada bajo condiciones establecidas por un período específico de tiempo).²³

²⁰ Tipos de mantenimiento para maquinaria pesada, All machines., [Documento electrónico]

²¹ Mantenibilidad, Mantenibilidad de un sistema, resumen UNAL, Medellín (Colombia) 2014, [Documento electrónico]

²² Disponibilidad, Disponibilidad de un sistema, resumen UNAL, Medellín (Colombia) 2014, [Documento electrónico]

²³ Confiabilidad, Confiabilidad de un sistema, resumen UNAL, Medellín (Colombia) 2014, [Documento electrónico]



4.2.7. Fiabilidad Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

4.2.8. Costo de mantenimiento De acuerdo con Rafael Argel y Héctor Olaya²⁴ el mantenimiento como elemento indispensable en la conformación de cualquier proceso productivo, genera un costo que es reflejado directamente en el costo de producción del producto. Es por ello que la racionalización objetiva de los mismos permitirá ubicar a una empresa dentro de un marco. A través de la historia el costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que se invierte en él con anticipación, pero se evitan pérdidas imprevistas, que resultan siendo aún mayores que los costos de mantenimiento preventivo. A continuación, se describen algunos costos asociados al mantenimiento:

- Mano de Obra: Utilizada en el equipo de trabajo y en la ejecución del plan de mantenimiento. Toda mano de obra debe estar asegurada, como lo dispone la ley.
- Maquinaria o Equipos: Bienes y actividades empleadas en forma directa en la ejecución del plan de mantenimiento.
- Materiales: Incluye las partes, equipos, lubricantes, herramientas, repuestos, etc.
- Tiempo de Indisponibilidad Operacional: Periodo inactivo de producción mientras se realiza el trabajo de mantenimiento al equipo.
- Gastos Generales: Servicios, logística, talleres, capacitación etc.
- Costos indirectos: Equipos suplementarios para garantizar la ejecución de mantenimiento.

La falta de mantenimiento o un mal mantenimiento genera pérdidas, algunas de ellas son:

- Incremento de la Inversión: Debido al incorrecto mantenimiento de los equipos su vida útil se reduce y por ende el retorno de su inversión se extiende.
- Pérdidas de Calidad: Ocurren cuando el equipo no tiene un mantenimiento adecuado. Cuando se cambia el esquema de mantenimiento de un equipo, deben evaluarse los cambios de la calidad que esa modificación significara.
- Costos de Capital: Con un mal mantenimiento se presentarán más fallas intempestivas que ocasionarán sobrecostos en el sistema productivo.

²⁴ ANGEL, Rafael y OLAYA, Héctor. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA AGROANGEL, 2014, Pereira (Colombia), p. 23-25., [Documento electrónico]

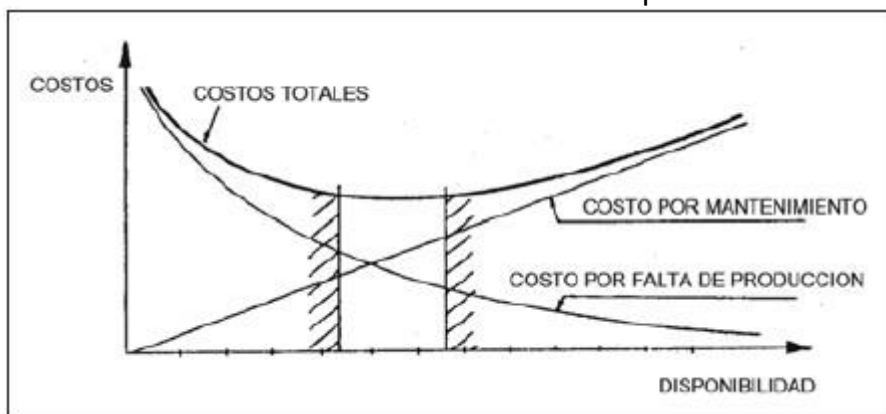


- Pérdidas de Energía: Un equipo mal mantenido puede llegar a consumir más energía que el mismo equipo con un adecuado mantenimiento.
- Ambiente Laboral: Generar un espacio agradable de trabajo es importante para obtener un buen desempeño laboral.

Dentro de las funciones básicas del mantenimiento se encuentra la limpieza y el cuidado de los equipos. Estos factores influyen en la producción.

4.2.9. Curva de costo de mantenimiento vs costo de parada por falla De acuerdo a la Figura 4 se puede apreciar de una manera más clara el beneficio de inversión en cuanto a mantenimiento preventivo para los costos o gastos no solo por mantenimiento correctivo sino a su vez disminución en producción por paradas.

Figura 4. Curva de costo de mantenimiento vs costo parada de falla



Fuente: Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera Adolfo Crespo, Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.

4.3. METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO AMEF

El Análisis del modo y efectos de las fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Identificar, definir, priorizar y eliminar fallas conocidas y/o potenciales de un sistema, diseño o proceso de manufactura, antes de que lleguen al cliente.
- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema



- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial
- Analizar la confiabilidad del sistema
- Documentar el proceso

El AMEF puede estar enfocado a tres tipos de aplicaciones específicamente, como son:

- El AMEF de Concepto tiene como alcance plasmar la percepción del sistema, subsistema o componente.
- El AMEF de Diseño se usa para analizar un producto al nivel de sistema o subsistema, antes de que se libere para la producción.
- El AMEF de Proceso es utilizado para analizar las etapas en la fabricación, montaje y los planes de control resultantes.

En el 2000, la actualización del AMEF incorpora aplicaciones para el Medio Ambiente, Maquinaria, Software y de Atributos. Los cuales, no serán profundizados en el presente trabajo.

Sin embargo, este método es comúnmente utilizado para evaluar diseño de productos y diseño de procesos y ambos son básicamente idénticos en su construcción.

“Cómo podría fallar este proceso de producción para operar efectivamente o para fabricar productos que conscientemente cumplan con los requerimientos de ingeniería”.²⁵

²⁵ MORFIN, David. ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS POTENCIALES APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2005, (México), [Documento electrónico]



5. METODOLOGIA

5.1. TIPO DE ESTUDIO

La metodología del proyecto realizado es de acción y descriptiva, se consideró de acción debido se ejecutará una corrección llevando a cabo un cambio en cuanto a la metodología de manejo del mantenimiento, así como la estandarización de la información para que se facilite del manejo de la misma. Por otra parte, de manera descriptiva se ejecutó en todos los formatos requeridos para la estandarización de toda la documentación de la maquinaria amarilla que posee el municipio, esto con el fin de llevar a cabo un mayor control del registro que concierne al mantenimiento de la maquinaria.

La investigación y revisión de datos históricos de la administración que fueron la base del proyecto para tener una referencia clara de los requerimientos, igualmente se revisó cada uno de los trabajos o tareas que ejecutan las diferentes maquinas los cuales son clave para determinar posibles eventos críticos de falla y llevara a una elección de un sistema de mantenimiento adecuado.

Para el desarrollo del proyecto se necesitó llevar a cabo las siguientes fases:

5.1.1. Fase 1:

- Inspección del estado actual de la maquinaria que posee el municipio para tener una idea más clara de los procedimientos con los que se debe empezar y así misma la proyección de las acciones pertinentes para el desarrollo del mantenimiento.
- Revisión de datos históricos en cuanto a los insumos y repuestos que fueron requeridos para el mantenimiento de la maquinaria en el año 2018 así como su costo.
- Análisis de base de datos o registro de acciones de mantenimiento realizado el cual fue el punto de partida para determinar el mantenimiento que puede llegar a ser requerido.
- Se analizaron posibles cambios de mejora para operación de obra de la maquinaria que permita mayor aprovechamiento del tiempo de trabajo.

5.1.2. Fase 2:

- Verificación de la calidad de los repuestos e insumos para garantizar que sean los requeridos para la marca y referencia de cada máquina en particular y de esta manera determinar cuál posee las características en cuanto a alta calidad y precios bajos.



- De acuerdo a necesidades y requerimientos dirección mecanismo de mantenimiento de mejora basado en “análisis de modo y efecto de falla” con el que se plantea cambiar la metodología de mantenimiento, de tal manera que esta permitiera tener claras las fallas potenciales de cada máquina en particular en base a el trabajo que realiza cada una de ellas y minimice tiempo muerto por paradas.
- Diseño y ejecución de formatos que permitieron la estandarización documentación (Formato de control de trabajo de obra, Formato de control de consumo de combustible, Formato de trabajo de mantenimiento y formato de control de repuestos) que estos a su vez den como resultado las hojas de vida individuales de la maquinaria.
- Para una percepción de los valores comerciales es necesario llevar a cabo la cotización de prestación de servicios de alquiler de maquinaria con base en la maquinaria que posee el municipio.

5.1.3. Fase 3:

- Ejecución de análisis de los resultados económicos (millones de pesos) de acuerdo al trabajo proyectado en horas, ejecutado por la maquinaria municipal, permitiendo la comparación con gastos de alquiler de las mismas maquinas a un ente externo. Lo anterior permite la evaluación del margen de ahorro que genera la posesión de estos equipos para la administración municipal.
- Teniendo en cuenta los estudios económicos previamente realizados y una clasificación de los gastos directos (análisis de gastos por mantenimiento y operación, pago de nómina, seguro todo riesgo) se llevará a cabo la ejecución del margen de ahorro para alquiler de equipos generada a partir del trabajo de obra medido en horas de trabajo.
- De acuerdo con el modelo de mantenimiento se debe realizar una evaluación de necesidad de generación de cargo para la gestión y control de mantenimiento de la maquinaria municipal.
- Generación de informes mensuales de la producción obtenida a partir del trabajo de la maquinaria a partir de los formatos diligenciados, así como los gastos que se han generado por mantenimiento.

La proyección que se plantea permitirá llevar un control más riguroso de los costos de mantenibilidad y tiempo muerto por fallas no previstas, además el modelo AMEF permitirá la identificación y establecimiento de posibles fallas de los diferentes equipos. Basándose en la investigación de elementos de falla común de las diferentes máquinas se tomarán medidas de mejora continua maximizar la disponibilidad, así como la eficiencia de la maquinaria en general.

5.2. METODO

El proyecto desarrollado es de variables cuantitativas puesto que todos sus indicadores son medibles en cantidades monetarias y numéricas.



6. RESULTADOS

A continuación, se ven plasmados los resultados basándose en los objetivos específicos.

6.1. DETERMINAR COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA MUNICIPAL

La determinación de los costos de mantenimiento para el periodo 2019 debe basarse en necesidades reales buscando mitigar al máximo la inversión monetaria por parte de la administración, de manera minuciosa se plantean los trabajos y repuestos necesarios basándose en lo requerido para el año 2018.

Este objetivo específico plantea dar solución al título del proyecto “ESTUDIO DE REDUCCION DE COSTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y OPERACION DE PARQUE AUTOMOTOR DEL MUNICIPIO DE TIBANA BOYACA”, ya que desarrolla la investigación histórica para plantear los gastos necesarios para el año 2019 que pretende reducir la inversión en el mantenimiento.

Como se muestra en las Tablas 2 y Tabla 3 se logra disminuir los costos de mantenimiento basándose en solo los procedimientos y repuestos necesarios para la retroexcavadora CASE 580 super N.

6.1.1. Registro de costos por mantenimiento y repuestos El estudio realizado demuestra que no existe una base de datos que proporcione facilidad de manejo de información y al tiempo permita llevar de manera más eficaz los gastos necesarios para la manutención de la maquinaria municipal en cuanto a todo lo requerido por parte de mantenimiento.

Con la generación de un formato en Excel, Ver Tabla 9, se facilitará llevar el control de repuestos y de trabajos de mantenimientos realizados para cada máquina, la creación de hojas de vida facilitará la visualización de la información, así como la rendición de cuentas requeridas. Ver Anexo F.

La estandarización de estos datos permitirá tener una proyección del presupuesto actualizado en cuanto al monto total utilizado en tiempo real para garantizar que el valor pactado en la licitación cubra las necesidades pertinentes durante todo el periodo 2019.

Las hojas de vida de cada equipo es un ítem importante para la gestión de un modelo AMEF ya que a su vez facilita el manejo de los recursos de dinero destinados y usados para mantenimiento. Los valores requeridos para mantenimiento se encuentran de la Tabla 9 a la Tabla 15, donde están especificadas las operaciones de mantenimiento para cada equipo y a su vez los repuestos necesarios para el mismo.



Tabla 9. Control de mano de obra para mantenimiento y repuestos Retroexcavadora.

		ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO			MAQUINA:	RETRO EXCAVADORA
					MARCA:	CASE
					SERIAL:	JJGN59SRLCC569541
					MODELO:	2012
FECHA	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	HORAS MUERTAS	Precio de trabajo	
10-feb.-19	Soldar pasadores y bujes de balde delantero	URGENTE	PREVENTIVO		\$ 420.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
11-feb.-19	cambio de aceite y filtros	URGENTE	PREVENTIVO	1,5	\$ 90.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
12-feb.-19	cambio de correa aire acondicionado	URGENTE	PREVENTIVO	0,75	\$ 120.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
12-feb.-19	soldadura de tubo hidráulico	URGENTE	PREVENTIVO	0,75	\$ 90.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
16-feb.-19	3 limpiezas de switch de cambios	URGENTE	PREVENTIVO		\$ 380.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
20-feb.-19	Cambio de o 'ring en banco de válvulas trasero	URGENTE	PREVENTIVO	0,75	\$ 50.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
27-feb.-19	Arreglo del sistema eléctrico de marchas	URGENTE	PREVENTIVO	4	\$ 390.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
14-mar.-19	soldadura de speed de transmisión	URGENTE	PREVENTIVO	16	\$ 507.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
14-mar.-19	Bajada de housing trasero y de la transmisión desarme de eje y frenos	URGENTE	PREVENTIVO	17	\$ 2.200.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
14-mar.-19	Aumento de diámetro en 8 acoples de eje	URGENTE	PREVENTIVO	24	\$ 240.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
14-mar.-19	Cambio de eje de bomba hidráulica, instalación de la bomba	URGENTE	PREVENTIVO	3	\$ 850.000	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
14-mar.-19		URGENTE	PREVENTIVO	8	\$ 380.000	



	Soldadura y reconstrucción de carcasa bomba hidráulica	PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
19-mar.-19	Cambio de bomba hidráulica	URGENTE	PREVENTIVO	8	\$ 450.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
21-mar.-19	limpieza de mangueras, cilindros hidráulicos y depósito de sistema hidráulico	URGENTE	PREVENTIVO	0,5	\$ 1.550.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
22-mar.-19	Instalación y cambio de 3 filtros hidráulicos	URGENTE	PREVENTIVO		\$ 120.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20-abr.-19	Cambio de filtros parcial (combustible y aire)	URGENTE	PREVENTIVO		\$ 90.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20-abr.-19	Arreglo de carcasa de filtros de aire	URGENTE	PREVENTIVO	2,75	\$ 120.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
23-abr.-19	Construcción de soporte protector de cardan	URGENTE	PREVENTIVO	3,75	\$ 220.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
24-abr.-19	Bajada de radiadores para limpieza	URGENTE	PREVENTIVO	3	\$ 140.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
24-abr.-19	Arreglo de termostato	URGENTE	PREVENTIVO	4	\$ 180.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
25-abr.-19	arreglo de eje central bomba y Servo	URGENTE	PREVENTIVO	3,5	\$ 240.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
25-abr.-19	Soldadura de soporte de bomba hidráulica	URGENTE	PREVENTIVO	1	\$ 120.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
1-may.-19	Instalación de 3 mangueras hidráulicas de alta presión	URGENTE	PREVENTIVO	2	\$ 150.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
3-may.-19	Ajuste de válvulas de motor	URGENTE	PREVENTIVO	1,5	\$ 350.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
4-may.-16		URGENTE	PREVENTIVO	0,75	\$ 300.000



	Instalación de empaquetadura de gato hidráulico	PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
6-may.-19	Encamisada de viga con tubo petrolero	URGENTE	PREVENTIVO		\$ 1.000.000
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
17-may.-19	instalación de juego de discos de parqueo	URGENTE	PREVENTIVO		
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	2	\$ 1.500.000
17-may.-19	Instalación de 5 sellos del freno de parqueo	URGENTE	PREVENTIVO		
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	1	\$ 900.000
23-may.-19	Arreglo de alentador	URGENTE	PREVENTIVO		
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	4	\$ 390.000
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS				113,5	
TOTAL, DE PRECIO				\$ 13.537.000,00	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	CASE		
RETRO EXCAVADORA		MODELO	2012		
DIA	REPUESTO	CANTIDAD	MARCA	PRECIO	
11-feb.-19	Aceite motor 15W-40	20*1/4	AXELA	\$ 480.000,00	
11-feb.-19	filtro de aceite motor	1	4PK	\$ 120.000,00	
12-feb.-19	Correa aire acondicionado	1	4PK	\$ 132.000,00	
20-feb.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	2	Terpel	\$ 104.000,00	
22-feb.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	3	Terpel	\$ 156.000,00	
27-feb.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	1	Terpel	\$ 52.000,00	
04-mar.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	1	Terpel	\$ 20.000,00	
11-mar.-19	Retenedores de bomba hidráulico	2	Terpel	\$ 624.000,00	
13-mar.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	15	Terpel	\$ 780.000,00	
13-mar.-19	Valvulina Maxter 90	6	Terpel	\$ 312.000,00	
13-mar.-19	Aceite15W-40	3	Terpel	\$ 240.000,00	
14-mar.-19	Retenedor servo transmisión	1		\$ 273.000,00	
14-mar.-19	eje bomba hidráulica	1		\$ 970.000,00	
14-mar.-19	Valvulina Maxter 90	6	Terpel	\$ 312.000,00	
14-mar.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	4	Terpel	\$ 208.000,00	
21-mar.-19	Manguera de bomba hidráulica y manguera de filtro hidráulico	2		\$ 360.000,00	



21-mar.-19	Manguera para cilindro hidráulico de giro	2		\$ 360.000,00
21-mar.-19	Filtro hidráulico	2	CNH	\$ 576.000,00
21-mar.-19	Tornillos 7/8*12	8		\$ 43.200,00
27-mar.-19	Bomba hidráulica	1	CNH	\$ 11.700.000,00
27-mar.-19	Filtro hidráulico	1	DURAMAX	\$ 288.000,00
11-abr.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	6	Terpel	\$ 312.000,00
20-abr.-19	Filtro de combustible	3	CNH	\$ 414.000,00
20-abr.-19	Filtros de aire primario y secundario	2	DONALTSON	\$ 342.000,00
21-abr.-19	Balinera del eje de la servo-transmisión	1	KOYO	\$ 240.000,00
22-abr.-19	O'ring de la manguera de succión y Abrazadera de la manguera de succión	1		\$ 40.000,00
01-may.-19	Valvulina Maxter 90	1	Terpel	\$ 52.000,00
01-may.-19	3 mangueras hidráulicas balde trasero	3	PSL	\$ 1.170.000,00
04-may.-19	Empaquetadura para cilindro hidráulico de gato estabilizador	1	CNH	\$ 845.000,00
07-may.-19	Valvulina Maxter 90	2	Terpel	\$ 104.000,00
07-may.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	3	Terpel	\$ 156.000,00
10-may.-19	Tubo 6" x 1,40 * 7/8 petrolero para encamisado de viga			\$ 800.000,00
17-may.-19	Juego de discos para freno de parqueo	1	CNH	\$ 4.290.000,00
17-may.-19	Sellos de freno de parqueo	5	CNH	\$ 728.000,00
23-may.-19	Baterías 30H	2	International	\$ 1.612.000,00
24-may.-19	Hidráulico	1	Terpel	\$ 52.000,00
TOTAL, DE PRECIOS				\$ 29.267.200,00

Fuente: Autor

Esta tabla da a conocer el formato que se implementó y se programó en Excel con el fin de manejar los costos tanto de mano de obra como de repuesto lo cual facilita la percepción de la información, la anterior tabla muestra el formato que se implementó para observar los valores de la Motoniveladora dirigirse al Anexo T y para visualizar la información de los diferentes equipos dirigirse a las carpetas del CD Mantenimiento y Repuestos. Los resúmenes de cada equipo se encuentran de la Tabla 10 a Tabla 15.



Tabla 10. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Motoniveladora.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA:	MOTONIVELADORA	
		MARCA:	CASE	
		SERIAL:	HBZN0845TEAF04507	
		MODELO:	2014	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			42	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 7.096.000	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	CASE	
MOTONIVELADORA		MODELO	2014	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 17.905.200	

Fuente: Autor

Tabla 11. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Vibro compactador.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA:	VIBROCOMPACTADOR	
		MARCA:	CASE	
		SERIAL:	DDDSV208NENTA2323	
		MODELO:	2014	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			7,75	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 1.380.000	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	Case	
Vibro compactador		MODELO	2014	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 6.045.500	

Fuente: Autor

Tabla 12. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OWY.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA:	VOLQUETA	
		MARCA:	KENWORTH	
		SERIAL:	3BKHHZ8X7EF718726	
		MODELO:	2013	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			216,25	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 8.114.000	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	KENWORTH	
VOLQUETA		MODELO	2014	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 17.494.800	

Fuente: Autor



Tabla 13. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OCB.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA:	VOLQUETA	
		MARCA:	INTERNATIONAL	
		SERIAL:	3HAMMAARCL092112	
		MODELO:	2012	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			60,25	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 2.674.000,00	
MAQUINA	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	International	
VOLQUETA		MODELO	2012	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 3.757.500	

Fuente: Autor

Tabla 14. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Volqueta OEO.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA	VOLQUETA	
		MARCA	INTERNATIONAL	
		SERIAL		
		MODELO	1994	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			36,75	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 3.535.000,00	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	Internacional	
VOLQUETA		MODELO	1994	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 5.928.300	

Fuente: Autor

Tabla 15. Resumen de control de mano de obra y repuestos de Tractor.

	ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO	MAQUINA:	TRACTOR	
		MARCA:	MASSEY FERGUSON	
		SERIAL:		
		MODELO:	2018	
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS			8	
TOTAL, DE PRECIO			\$ 695.000,00	
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS	MARCA	FERGUSON	
TRACTOR		MODELO	2018	
TOTAL, DE PRECIOS			\$ 987.637,00	

Fuente: Autor

La correcta diligencia de estas hojas de vida generara una base de datos que al igual que en medio magnético se encuentra en planillas que se diligencian en conjunto con el mecánico que realiza los trabajos. Teniendo en cuenta los




trabajos pactados en el contrato se fijan los precios para las diferentes acciones de mantenimiento. Ver Anexo F a Anexo Q. Los arreglos que no se encuentran suscritos en dicho contrato igualmente se pagan con un 30% adicional.

6.1.2. Control de consumo de combustible El consumo de combustible es un eje fundamental para determinar los costos de operación de la maquinaria y poder determinar exactamente la producción medida en horas teniendo en cuenta los gastos que se tienen a diario para el trabajo de la maquinaria.

Por lo cual fue necesario generar un formato en Excel que permitiera visualizar diariamente el consumo de maquinaria, de esta manera se puede llevar de manera más organizada el flujo de salida de dinero destinado al consumo de combustible. Como se muestra en la Tabla 16 los datos de consumo por equipos y Tabla 17 los valores que corresponde total mensual del consumo de combustible.

Tabla 16. Matriz de consumo de combustible por equipo.

				
NOMBRE DE EQUIPO	FEBRERO	ABRIL	MAYO	UNIDAD DE MEDIDA
VOLQUETA OEO 023	348	215	355	GL
VOLQUETA OCB 069	385	310	360	GL
VOLQUETA OWY 018	265	195	270	GL
MOTONIVELADORA	390	325	315	GL
RETROEXCAVADORA	290	218	423	GL
VIBROCOMPACTADOR	242	115	215	GL
TRACTOR	0	176	221	GL
OTROS DIESEL	174	210	64	GL
OTROS GASOLINA	94	74	121	GL
NOMBRE DE EQUIPO	VALOR CONSUMO FEBRERO	VALOR CONSUMO ABRIL	VALOR CONSUMO MAYO	TOTAL, DE CONSUMO POR EQUIPO
VOLQUETA OEO 023	\$ 3.305.304	\$ 2.042.070	\$ 3.371.790	\$ 15.149.310
VOLQUETA OCB 069	\$ 3.656.730	\$ 2.944.380	\$ 3.419.280	\$ 16.630.998
VOLQUETA OWY 018	\$ 2.516.970	\$ 1.852.110	\$ 2.564.460	\$ 8.595.690
MOTONIVELADORA	\$ 3.704.220	\$ 3.086.850	\$ 2.991.870	\$ 15.814.170
RETROEXCAVADORA	\$ 2.754.420	\$ 2.070.564	\$ 4.017.654	\$ 11.806.014
VIBROCOMPACTADOR	\$ 2.298.516	\$ 1.092.270	\$ 2.042.070	\$ 7.550.910
TRACTOR	\$ 0	\$ 1.671.648	\$ 2.099.058	\$ 5.024.442
OTROS DIESEL	\$ 1.654.492	\$ 1.994.580	\$ 607.872	\$ 8.555.602
OTROS GASOLINA	\$ 941.880	\$ 741.480	\$ 1.212.992	\$ 4.063.682



MES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
PRECIO POR GALON DIESEL	\$9.498	\$9.498	\$9.498	\$9.498
PRECIO POR GALON GASOLINA	\$10.020	\$10.020	\$10.020	\$10.020

Fuente: Autor

Tabla 17. Matriz de consumo de combustible total mensual.

CONSUMO TOTAL POR MES			
FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
\$ 18.236.160	\$ 12.850.794	\$ 14.759.892,0	\$ 20.506.182,0

Fuente: Autor

Este programa para el control de combustible permite relacionar el consumo por máquina. De igual manera se puede tener una percepción real de los gastos generados para la operación de obra de las diferentes maquinas, permitiendo obtener datos más reales acerca de la rentabilidad que generan estos equipos. Ver anexo AD Y Anexo AE.

6.1.3. Determinar valores pago de nómina para operarios maquinaria amarilla La operación de la diferente maquinaria requiere de personal especializado que con conocimientos específicos contribuya con el buen manejo de los equipos ya que un buen manejo de los equipos disminuirá el riesgo de padecer fallas. Para visualizar datos Ver Anexo C.

El pago de esta nomina determina la inversión del presupuesto municipal para la operación de la maquinaria municipal.

6.1.4. Valores totales de inversión para mantenibilidad de máquinas Una vez ya determinados los valores de inversión en general es necesario sintetizar los diferentes costos en valores más concretos, para de esta manera organizar la información del monto de pago de manutención de la maquinaria mensualmente.

Para ello se generó un formato en Excel el cual facilita el manejo del presupuesto, teniendo en cuenta el consumo de combustible, repuestos e insumos que han sido necesarios, mano de obra para mantenimiento y pago de nómina. Lo cual se encuentra registrado en la Tabla 18.



Tabla 18. Matriz de cuantificación de costos de mantenibilidad mensuales.

GASTOS TOTALES POR MES					
MAQUINA	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
Motoniveladora	\$ 19.258.618	\$ 8.221.678	\$ 9.097.648	\$ 9.012.368	\$ 45.590.312
Retroexcavadora	\$ 7.148.434	\$ 32.111.660	\$ 5.228.578	\$ 20.226.668	\$ 64.715.340
Vibro compactador	\$ 8.558.516	\$ 3.602.584	\$ 3.820.270	\$ 4.232.570	\$ 20.213.940
Volqueta OWY 018	\$ 6.991.744	\$ 6.511.774	\$ 18.590.684	\$ 9.978.234	\$ 42.072.436
Volqueta OCB 069	\$ 5.782.504	\$ 7.823.772	\$ 6.009.154	\$ 8.251.554	\$ 27.866.984
Volqueta OEO 023	\$ 7.183.478	\$ 3.780.224	\$ 4.790.844	\$ 9.033.290	\$ 24.787.836
Tractor	\$ 0	\$ 2.603.736	\$ 4.016.440	\$ 4.136.903	\$ 10.757.079
Total, por mes	\$ 54.923.294	\$ 64.655.428	\$ 51.553.618	\$ 64.871.587	
Total, maquinaria general	\$ 236.003.927				\$ 236.003.927

Fuente: Autor

Como se pueden notar existen valores de gastos que se encuentran por encima de un rango normal de los otros meses, así como los costos de mantenibilidad de la motoniveladora en el mes de febrero, ya que se generó un incremento a los gastos normales de mantenimiento debido a la compra de un piñón para la tornamesa, además de arreglo para cilindros hidráulicos de dirección y sus émbolos.

Por otro lado, los valores para la retroexcavadora para el mes de marzo tienden a ser mayores este mes debido a daños en bomba hidráulica y sistema hidráulico en general lo cual generó gran inversión para reparaciones.

El incremento del mes de abril que se tiene en el equipo volqueta OWY 018, es causado por reparación general a motor lo cual hace que este mes salga del promedio que se tiene en este equipo para cada uno de los meses.

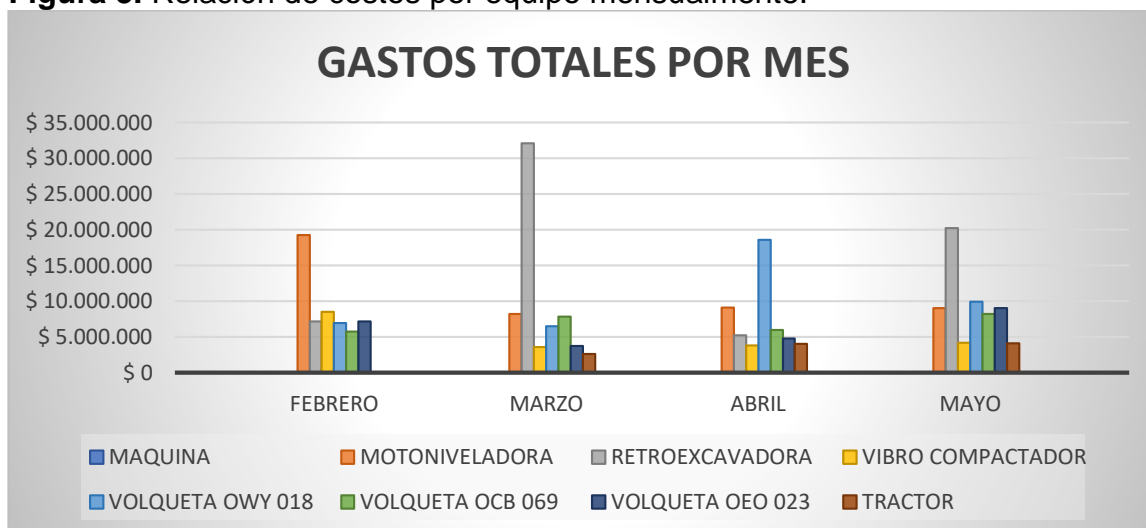
El mes de mayo se tuvo un aumento en la inversión normal de mantenimiento mensual, por parte de la retroexcavadora esta vez por arreglos a sistema de freno de parqueo, compra de repuestos y cambio de piezas en sistema hidráulico.

Los valores mostrados representan todo el dinero requerido para el funcionamiento óptimo de la maquinaria municipal mensualmente, lo que indica el valor total de puesta en marcha de la maquinaria por cada mes dependiendo de las fallas o requerimientos de mantenimiento necesarios.

Se pueden observar de una manera más sencilla en la Figura 5 el paralelo de inversión de mantenibilidad para cada equipo mensualmente.



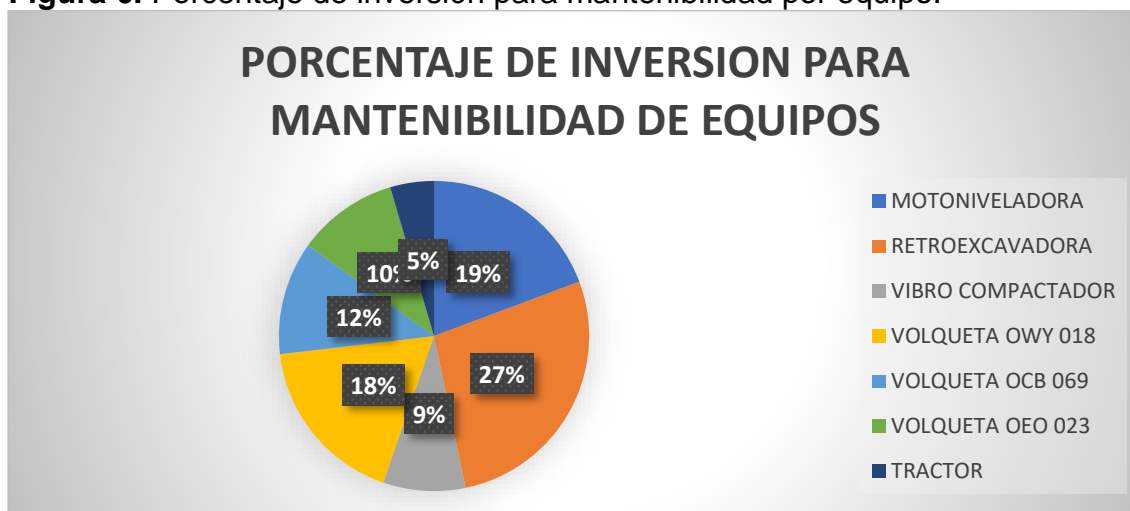
Figura 5. Relación de costos por equipo mensualmente.



Fuente: Autor

La grafica muestra visualmente que la mayor inversión para mantenibilidad fue destinada para la retroexcavadora en el 50% de los cuatro meses, por otra parte, se observa que la motoniveladora y la volqueta OWY presentan altas inversiones en dos meses diferentes. Los datos de inversión individual para la mantenibilidad de cada equipo medido en porcentaje pueden verse en la Figura 6.

Figura 6. Porcentaje de inversión para mantenibilidad por equipo.



Fuente: Autor

El equipo que más inversión requiere para su mantenibilidad en la línea de maquinaria de carga es la Volqueta OWY, no tiene gastos similares frente a los otros dos equipos de categoría similar (Volqueta OEO y volqueta OCB) por lo que resulta costosa la posesión de este equipo frente a los otros que prestan el mismo servicio.



Por otra parte, el mayor porcentaje para mantenibilidad es la retroexcavadora debido a que este equipo presenta demasiadas fallas lo cual hace que el costo aumente.

6.1.5. Planeación cronológica de operación Las obras que se realicen con los equipos deben ser planeadas cronológicamente de manera que cada semana se designen trabajos en veredas aledañas. De manera que el desplazamiento de los equipos solo no sea necesario diariamente, sino que semanalmente se dedique la operación de equipos en una sola zona determinada.

De esta forma se ejecutaron las labores como se muestra en Anexo R y Anexo S diligenciado por operarios el cual muestra que los trabajos son realizados semanalmente en una sola zona.

6.2. EJECUCION DE ESTUDIO ECONÓMICO BASÁNDOSE EN BENEFICIO-COSTO POR LOS QUE ES SOMETIDO EL PRESUPUESTO MUNICIPAL AL LLEVAR OBRAS PÚBLICAS CON LA MAQUINARIA QUE LA ADMINISTRACION MISMA POSEE

La ejecución de este ítem permitirá determinar la relación beneficio-costo basándose en la productividad que se ve reflejada millones de pesos producida por el trabajo en obra. Realizando un paralelo con la cotización realizada donde están los valores comerciales de alquiler para las diferentes maquinas.

De esta manera se podrá obtener una idea más clara de la producción o margen de ahorro obtenido al evitar el alquiler de equipos, que genera la maquinaria municipal a la administración municipal, para así evaluar la rentabilidad de posesión de esta maquinaria o si por el contrario no resulta beneficioso para el municipio la adquisición de estos equipos y resultaría menos costoso el alquiler de la misma.

6.2.1. Realización de cotización de servicios de alquiler de maquinaria La cotización del alquiler de maquinaria permite realizar una valoración comercial de la producción o ahorro que se genera a partir de la posesión de los equipos evitando el alquiler de los mismos generada por los diferentes equipos en operación.

De acuerdo con la siguiente tabla de cotización será posible calcular la producción o ahorro de alquiler generado por cada máquina individualmente para al final tener un margen económico más conciso de los valores representados en millones de pesos que esta maquinaria le produce al municipio. Ver anexo D y Anexo E.



Debido a que los valores cotizados entre una y otra cotización tienen un margen de diferencia mínimo se decide promediar los valores de ambas, de esta manera se obtendrá el valor con el que se trabajaran los diferentes equipos.

Los valores de hora laboral del tractor no se encuentran dentro de la maquinaria amarilla, lo que llevo a realizar la cotización en el entorno municipal donde hay diferentes tractores y se encontró con que el valor por hora del tractor es de \$60.000.

Debido a que el pago en la administración debe realizarse con un porcentaje extra, esto por los descuentos que realiza la misma administración para el pago, de manera que con la información suministrada por el Ing. Rubén gil (secretario de planeación) se decide adicionar un valor del 25% justificado en, 19% descuentos que realiza la entidad para el pago. Los valores por alquiler resultarían ser Ver Tabla 19.

Tabla 19. Costo de pago de alquiler

MAQUINA	VALOR POR HORA	MAS 19%
MOTONIVELADORA	\$ 145.000	\$ 172.550
RETROEXCAVADORA	\$ 80.000	\$ 95.200
VIBRO COMPACTADOR	\$ 85.000	\$ 101.150
VOLQUETA OWY 018	\$ 50.000	\$ 59.500
VOLQUETA OCB 069	\$ 50.000	\$ 59.500
VOLQUETA OEO 023	\$ 50.000	\$ 59.500
TRACTOR	\$ 60.000	\$ 71.400

Fuente: Autor

6.2.2. Proyección de costos que genera el alquiler de maquinaria por mes

Teniendo en cuenta los valores cotizados de alquiler de maquinaria se plantean los costos que equivaldría alquilar los diferentes equipos para un mes teniendo en cuenta que la maquinaria municipal, para esto se basa en las horas laboradas mensualmente por cada equipo, de los cuales los operarios diligenciaron formatos de trabajo de obra con el fin de tener un informe de las horas laboradas por equipo, Ver Anexo U AL Anexo Z. Como se muestra en la Tabla 20.



Tabla 20. Horas laboradas mensualmente.

MAQUINA	HORAS FEBRERO	HORAS MARZO	HORAS ABRIL	HORAS MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	161	147	168	166	641
RETROEXCAVADORA	143	38	111	179	471
VIBRO COMPACTADOR	148	144	144	139	576
VOLQUETA OWY 018	125	0	114	128	367
VOLQUETA OCB 069	177	85	155	186	602
VOLQUETA OEO 023	157	83	101	169	509
TRACTOR	0	139	142	159	441
TOTAL, MAQUINARIA GENERAL	3607				

Fuente: Autor

A partir de las horas laboradas se genera una matriz que cuantifique el valor por hora de cada equipo en su valor comercial, para de esta manera obtener el valor que generaría el alquiler de los equipos. Plasmado en la Tabla 21.

Tabla 21. Valores de alquiler, proyectado con horas realmente trabajados

MAQUINA	VALOR POR HORA	VALOR FEBRERO	VALOR MARZO	VALOR ABRIL	VALOR MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	\$172.550	\$27.768.472	\$25.344.144	\$28.929.733	\$28.627.771	\$110.670.119
RETROEXCAVADORA	\$95.200	\$13.566.000	\$3.631.880	\$10.550.064	\$17.064.600	\$44.812.544
VIBRO COMPACTADOR	\$101.150	\$15.018.752	\$14.599.991	\$14.614.152	\$14.049.735	\$58.282.630
VOLQUETA OWY 018	\$59.500	\$7.432.740	\$0	\$6.796.090	\$7.630.875	\$21.859.705
VOLQUETA OCB 069	\$59.500	\$10.530.905	\$5.066.425	\$9.195.130	\$11.039.630	\$35.832.090
VOLQUETA OEO 023	\$59.500	\$9.320.675	\$4.908.750	\$5.992.840	\$10.055.500	\$30.277.765
TRACTOR	\$71.400	\$0	\$9.948.162	\$10.173.072	\$11.339.748	\$31.460.982
TOTAL, GENERAL		\$ 333.195.835				

Fuente: Autor

El valor que acarrearía el alquiler de los equipos es de \$333.195.835 por los cuatro meses de desarrollo del estudio, en la tabla 21 se muestran los valores mensuales de alquiler proyectado a base de los tiempos de trabajo que realizan los equipos, lo cual hay que comparar con la mantenibilidad para generar conclusiones de resultados.


6.2.3. Trazar producción generadas por la maquinaria municipal a partir de los valores de cotización Basándose en la cotización de alquiler de maquinaria se fijarán los valores de producción de dinero que genera el llevar a cabo obras en el municipio de Tibaná con la maquinaria que posee la administración.



La importancia de determinar lo que se llamara producción o ahorro de alquiler que se genera a partir de la maquinaria municipal permitirá observar un margen de diferencia entre el costo de mantenibilidad y el costo de alquiler que podría llegar a generarse. Estos valores se obtuvieron a partir de los formatos diseñados de trabajo en obra, donde el operario registra la hora de inicio de labor y la final, Ver anexo U al Anexo z, que permite basar el trabajo de maquinaria en horas lo cual se proyecta con los valores comerciales de los diferentes equipos.

Para llegar al resultado numérico fue necesario generar un formato en Excel el cual programado permita observar los valores. La matriz generada se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Matriz de control para trabajo mensual.

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO								
MES:	FEBRERO		DIA DE INICIO:	Viernes 1		DIA DE FINALIZACION:	Jueves 28	
NOMBRE OPERARIO:		Jorge cruz		VEHICULO:	Retroexcavadora	SERIAL	JJGN59SRLCC569541	
DIA INICIO	DIA FINAL	MES	AÑO	TIEMPO DE TRABAJO HORAS	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO		
1	8	2	2019	33,5	Explotar y cargar	Se cargó recebo en: Suta arriba		
11	16	2	2019	45	Abrir zanja, cargue de material, Cargar piedra y abrir entrada	Se abrió zanja en: Plaza de ferias. Se cargó material en: Plaza de ferias Se cargó piedra para: Tapar poceta Se abrió entrada en: Ruche		
18	22	2	2019	33	Cargo de recebo y material de rio	Se cargó recebo en: Plaza de ferias nueva y Suta arriba Se cargó material de rio: En rio		
25	28	2	2019	31	Cargo de recebo, material de rio y limpieza de lote	Se cargó recebo en: Suta arriba Se cargó material de rio: En rio Juana Ruiz Limpieza de lote en: lote Néstor Naizaque		
TOTAL, DE HORAS TRABAJADAS POR MES				142,5				
COSTO DE RENTA DE MAQUINARIA POR HORA				\$ 90.000,00				
PRODUCCION O AHORRO MENSUAL				\$ 12.825.000,00				

Fuente: Autor



El anterior formato es solo un ejemplo de los que se generaron para cada uno de los equipos mes a mes, lo cual muestra un número de horas semanales, teniendo en cuenta que el registro de trabajo de obra que diligencian los operarios donde se contiene datos diarios. Ver anexo U a Anexo Z.

A partir de estos formatos se pudo proyectar la producción o ahorro de inversión por alquiler de la maquinaria general, basada en los precios de alquiler comerciales de las dos cotizaciones promediados, de esta manera se obtuvo el precio por hora equipo, pero en esta producción no se le suma el 19% de descuentos de pago, ya que es la producción de la maquinaria que posee la administración municipal, a partir de datos comerciales. Valores proyectados véase Tabla 23.

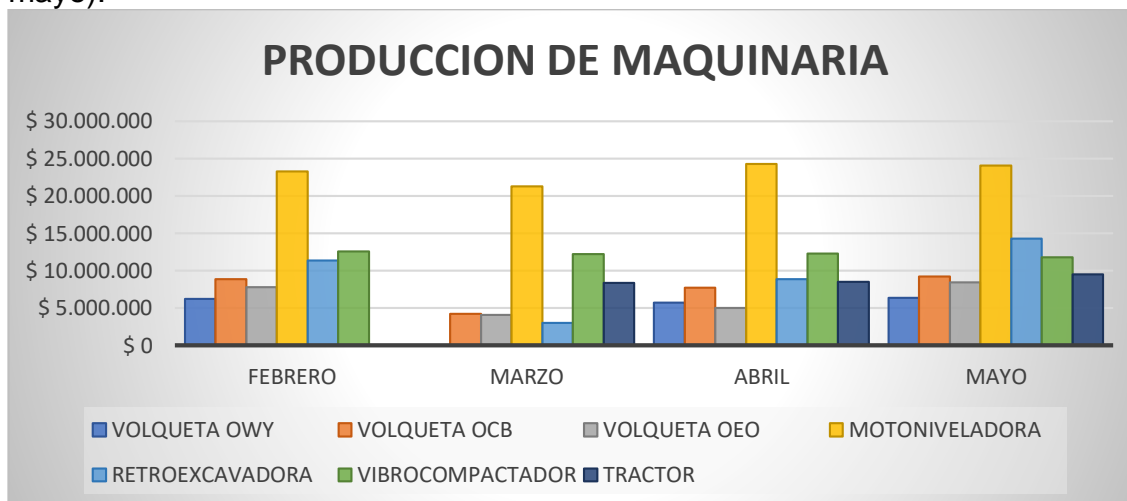
Tabla 23. Producción de equipos

PRODUCCION DE MAQUINARIA BASADO EN HORAS DE TRABAJO REALES							
MES	VOLQUETA OWY	VOLQUETA OCB	VOLQUETA OEO	MOTO-NIVELADORA	RETRO-EXCAVADORA	VIBRO COMPACTADOR	TRACTOR
FEBRERO	\$6.246.000	\$8.849.500	\$7.832.500	\$23.334.850	\$11.400.000	\$ 12.620.800	\$ 0
MARZO	\$0	\$4.257.500	\$4.125.000	\$21.297.600	\$3.052.000	\$ 12.268.900	\$ 8.359.800
ABRIL	\$5.711.000	\$7.727.000	\$5.036.000	\$24.310.700	\$8.865.600	\$ 12.280.800	\$ 8.548.800
MAYO	\$6.412.500	\$9.277.000	\$8.450.000	\$24.056.950	\$14.340.000	\$ 11.806.500	\$ 9.529.200
PRODUCCION DE EQUIPOS	\$18.369.500	\$30.111.000	\$25.443.500	\$93.000.100	\$ 37.657.600	\$ 48.977.000	\$ 26.437.800
PRODUCCION TOTAL	\$ 279.996.500						

De esta manera se obtuvo la producción por equipo mes a mes, que permitió visualizar gráficamente la comparación de producción de acuerdo a horas laboradas de cada máquina. Véase Figura 7 donde se muestra la producción por equipo generada a partir de las horas laboradas mensualmente.



Figura 7. Relación de producción de equipo por mes (febrero, marzo, abril y mayo).



Fuente: Autor

La grafica da a conocer fácilmente que la mayor producción o ahorro de alquiler es generada por motoniveladora ya que es el equipo de mayor costo de alquiler y de igual manera su tiempo de producción es el más alto por bajas paradas por fallas.

6.2.4. Determinar intervalos de tiempo de parada de producción por varada de equipos y tiempos muertos por mantenimiento De acuerdo con los formatos diligenciados para los procedimientos de mantenimiento, Ver anexo R al Anexo S, se pudieron obtener datos equivalentes a las horas de parada de producción por mantenimiento a los diferentes equipos. Estos valores se encuentran dentro del lapso de 8 horas laborales que corresponden a un día de trabajo, teniendo en cuenta esto las horas de tiempo muerto se encuentran trazadas dentro de estas horas laborales. Como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Horas muertas por mantenimiento mes a mes y total para cada equipo.

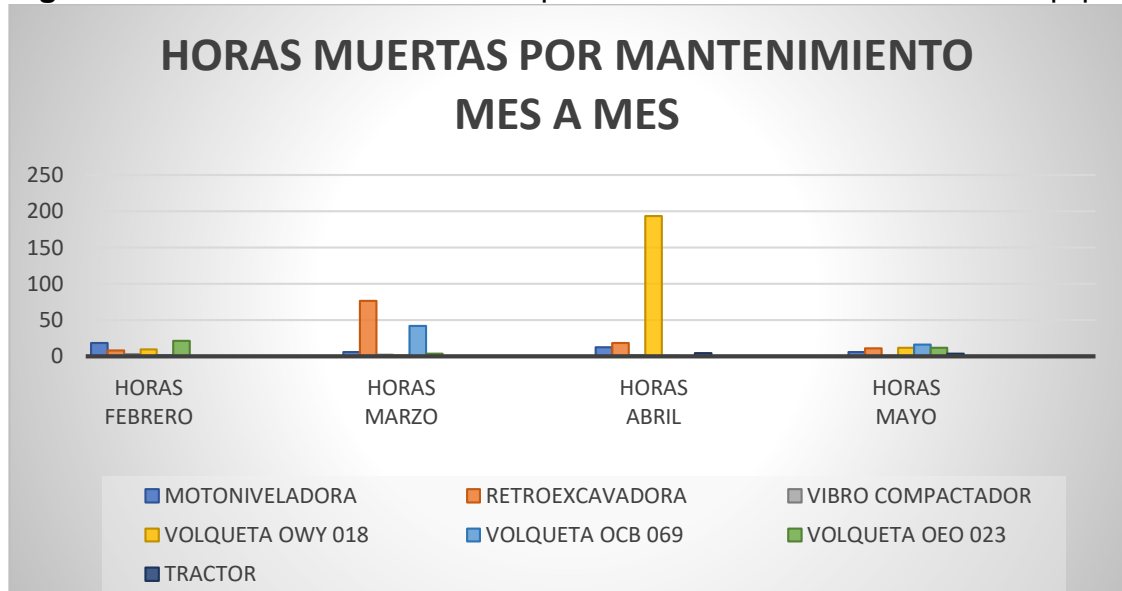
MAQUINA	HORAS FEBRERO	HORAS MARZO	HORAS ABRIL	HORAS MAYO	TOTAL, DE HORAS MUERTAS POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	18	6	12	6	42
RETROEXCAVADORA	8	77	18	11	114
VIBRO COMPACTADOR	3	2	2	1	8
VOLQUETA OWY 018	10	2	194	12	217
VOLQUETA OCB 069	2	42	1	16	60
VOLQUETA OEO 023	22	3	0	12	37
TRACTOR	0	0	4	4	8

Fuente: Autor



Con la tabla anterior se pudieron generar graficas de comparación para cada uno de los equipos los cuales muestran la relación de horas muertas por cada uno de ellos, esto con el fin de obtener el dato exacto de cual equipo genero mayor costo debido a salida de operación. Datos encontrados en la Figura 8.

Figura 8. Relación de horas muertas por mantenimiento mensuales de equipos.



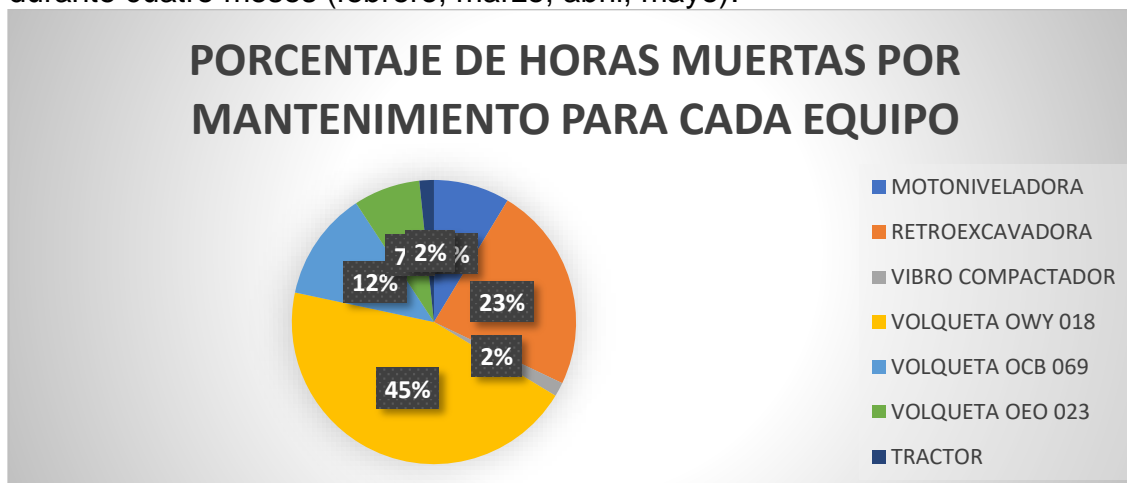
Fuente: Autor

Gráficamente se puede demostrar que el equipo que más permaneció fuera de obra fue la Volqueta OWY significan el mayor porcentaje, seguido por la retroexcavadora.

De igual manera se generó una gráfica porcentual para percibir cual equipo fue el que menos producción tuvo en los cuatro meses que duro la pasantía. Véase Figura 9.



Figura 9. Relación porcentual de horas muertas por mantenimiento para equipos durante cuatro meses (febrero, marzo, abril, mayo).



Fuente: Autor

Como se pudo observar el equipo que mayor falta de producción presento fue la volqueta OWY ya que tuvo una falla de motor lo que género que su reparación fuera prolongada por las diferentes gestiones requeridas para hacer llegar los fondos, de igual manera se observa una baja producción para la retroexcavadora la cual tuvo un daño en la bomba hidráulica.

6.2.4.1. Costo por parada o tiempo muerto debido a mantenimiento De acuerdo con los datos de las horas muertas Que se encuentran en la Tabla 24 y la cotización realizada del alquiler, Véase Anexo D y Anexo E para determinar valores de alquiler comerciales promediados sin sumar 19% ya que las paradas son de equipos propios, de los equipos se puede proyectar los costos equivalentes que acarrea la parada de producción de cada equipo. Véase Tabla 25.

Tabla 25. Costo que acarrea para la producción de un equipo por mantenimiento.

MAQUINA	VALOR POR HORA	VALOR FEBRERO	VALOR MARZO	VALOR ABRIL	VALOR MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	\$ 172.550	\$ 3.105.900	\$ 992.163	\$ 2.113.738	\$ 1.035.300	\$ 7.247.100
RETROEXCAVADORA	\$ 95.200	\$ 737.800	\$ 7.282.800	\$ 1.713.600	\$ 1.071.000	\$ 10.805.200
VIBRO COMPACTADOR	\$ 101.150	\$ 303.450	\$ 227.588	\$ 151.725	\$ 101.150	\$ 783.913
VOLQUETA OWY 018	\$ 59.500	\$ 580.125	\$ 89.250	\$	\$ 699.125	\$ 12.881.750
VOLQUETA OCB 069	\$ 59.500	\$ 104.125	\$ 2.469.250	\$ 59.500	\$ 952.000	\$ 3.584.875
VOLQUETA OEO 023	\$ 59.500	\$ 1.279.250	\$ 193.375	\$ 0	\$ 714.000	\$ 2.186.625
TRACTOR	\$ 71.400	\$ 0	\$ 0	\$ 303.450	\$ 267.750	\$ 571.200

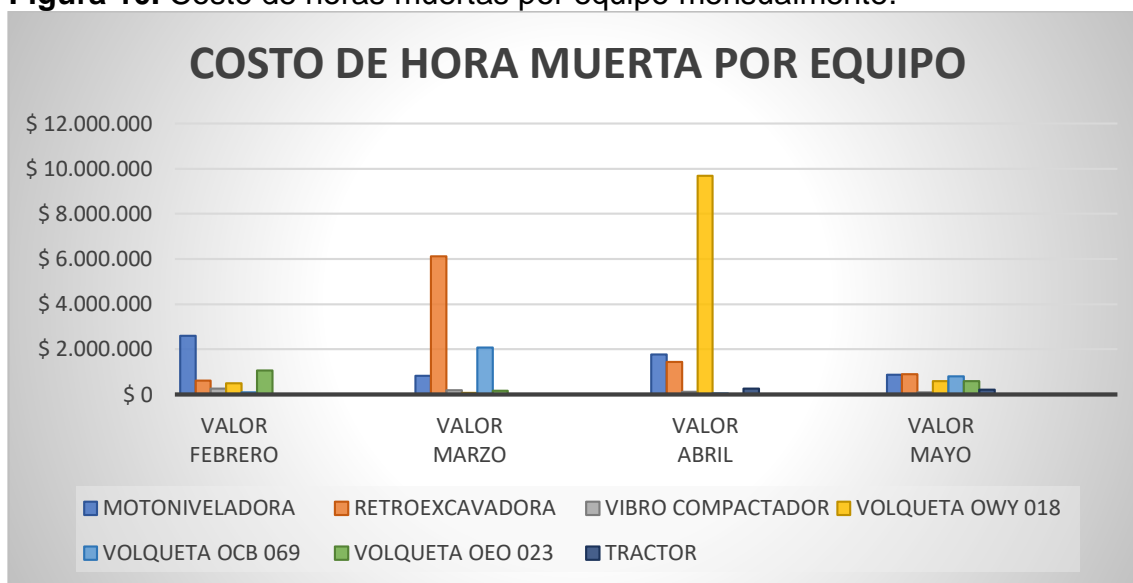


TOTAL, GENERAL	\$ 38.060.663
----------------	---------------

Fuente: Autor

Con los valores obtenidos mensualmente a partir de la parada de los equipos se puede generar graficas que entreguen la información de manera visual y faciliten su entendimiento. Véase Figura 10.

Figura 10. Costo de horas muertas por equipo mensualmente.



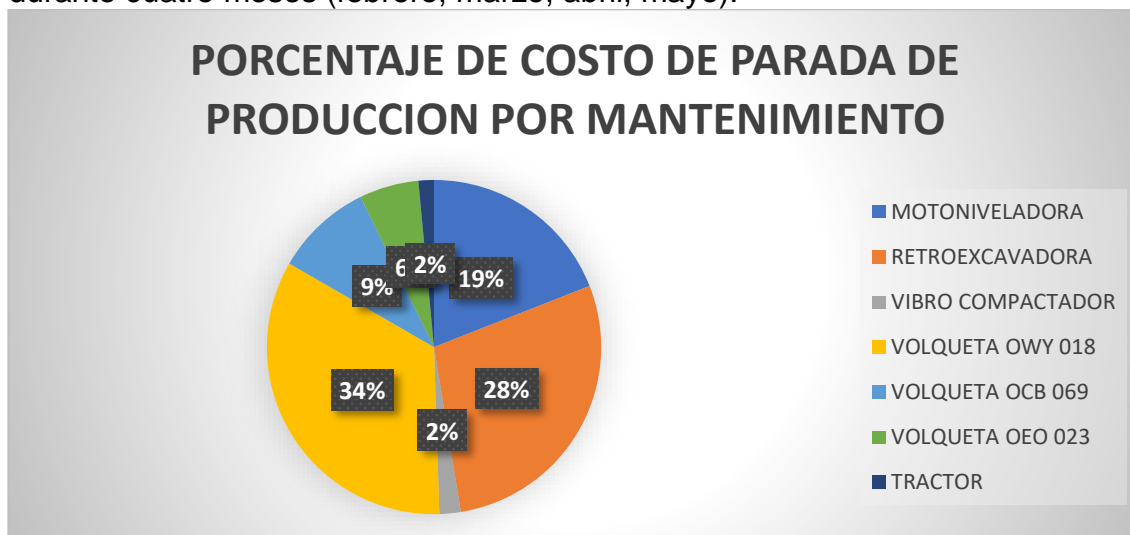
Fuente: Autor

La grafica muestra que al igual que en las horas muertas por mantenimiento el valor que se deja de producir a partir de la parada del equipo volqueta OWY es el más alto de todos, seguido por la retroexcavadora.

Partiendo de los valores de costo muerto se calcula el porcentaje de falta de producción. Se muestra en Figura 11.



Figura 11. Porcentaje de costo que acarreó las horas muertas por equipo durante cuatro meses (febrero, marzo, abril, mayo).



Fuente: Autor

Como se puede observar el porcentaje de valor que se deja de producir a partir de la parada de la retroexcavadora aumenta frente al tiempo muerto, esto debido a que la hora de alquiler de la retroexcavadora resulta ser más alto que el de la Volqueta OWY que aun muestra ser el equipo con mayor pérdida de producción.

6.2.5. Relación costos La relación de los costos permite proyectar la producción final de la maquinaria, la cual permitirá una percepción de cuan favorable resulta la posesión de estos equipos. Lo que resulta ser importante ya que permite determinar el beneficio de adquisición de maquinaria puesto que podría generar menor porcentaje de gastos el alquiler de los equipos.

6.2.5.1. Relación costos de alquiler-costos de mantenibilidad Esta relación permitió observar de manera más didáctica los gastos o costos generados por cada uno de los ítems (Alquiler y mantenibilidad), con el fin de determinar la justificación u obtener una visión de cuan favorable es la adquisición de maquinaria existente en el municipio de Tibaná.

Los valores tomados para este paralelo fueron el costo proyectado para el alquiler de la maquinaria por cada uno de los meses, los costos de mantenimiento y repuestos de igual manera la producción generada a partir de las horas trabajadas semanalmente para cada mes a un precio de alquiler comercialmente asequible. Véase Tabla 26 y Figura 12.

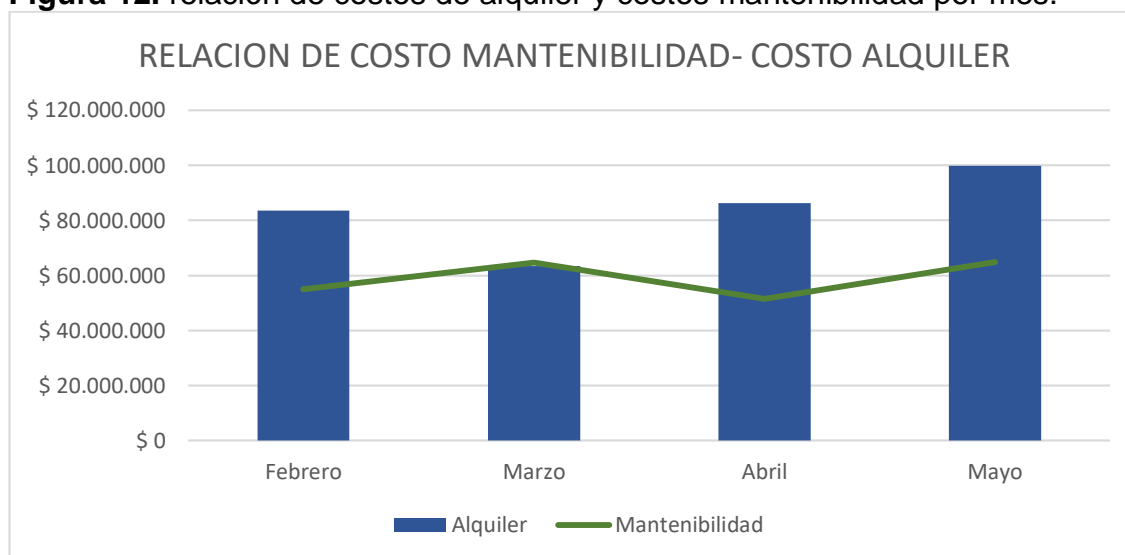


Tabla 26. relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por mes.

Ítem	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alquiler	\$ 83.637.544	\$ 63.499.352	\$ 86.251.081	\$ 99.807.859
Mantenibilidad	\$ 54.923.294	\$ 64.655.428	\$ 51.553.618	\$ 64.871.587

Fuente: Autor

Figura 12. relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por mes.



Fuente: Autor

Los valores se muestran en columnas corresponden al costo de alquiler y la línea verde muestra el costo de mantenibilidad. Como se puede observar del 100% de los meses se tiene un 75% de los cuales la mantenibilidad está por debajo del costo de alquiler, el 25% restante demuestra que hubo incremento en los gastos por mantenimiento y pocas horas trabajadas.

Para los 4 meses (febrero, marzo, abril y mayo) que fue el tiempo de duración de la pasantía donde se desarrolló el estudio se proyectaron los valores totales de los ítems ya nombrados (alquiler y mantenibilidad). Como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Relación de costos de alquiler y costos mantenibilidad por 4 meses.

Ítem	VALORES
Alquiler	\$ 333.195.835
Mantenibilidad	\$ 236.003.927
DIFERENCIA DE COSTOS	\$ 97.191.908

Fuente: Autor

Para los dos casos (proyección mes a mes y proyección total a cuatro meses) las gráfica de barras indica que los costos de alquiler son mayores a la mantenibilidad, el análisis ha demostrado favorabilidad para la posesión de



equipos, pero habrá que comparar con la depreciación de los equipos y un análisis de VPN para dar conclusiones finales.

6.2.5.2. Relación de consumo de combustible por equipo mensualmente-horas laboradas Teniendo en cuenta el consumo mensual por equipo y de igual manera las horas laboradas por cada uno de ellos, se genera el consumo de combustible por hora laborada de la siguiente manera véase Tabla 28.

Tabla 28. Costo consumo por mes y horas laboradas por mes

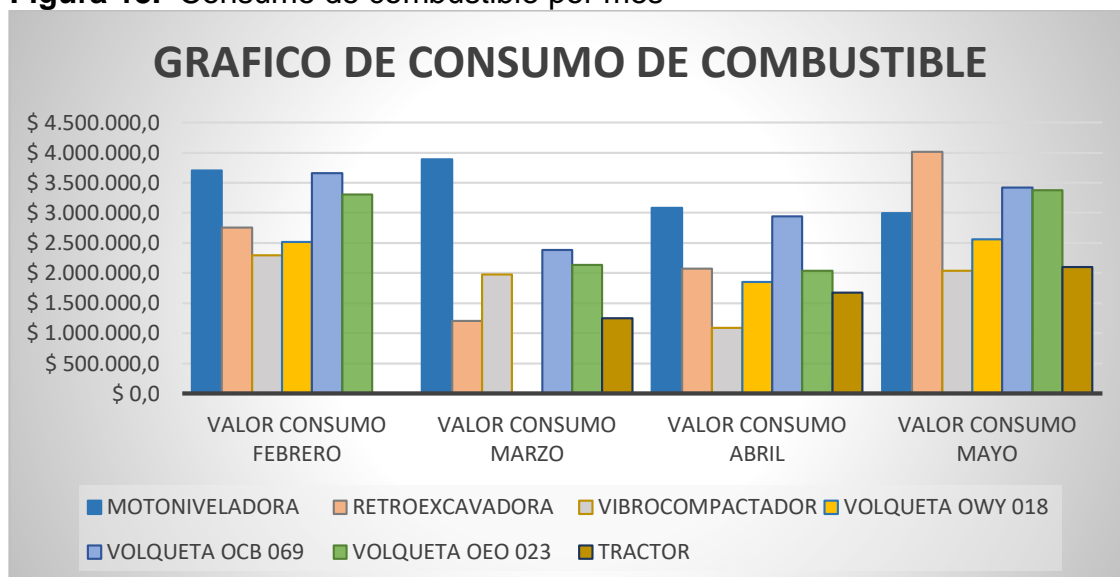
NOMBRE DE EQUIPO	VALOR CONSUMO FEBRERO	VALOR CONSUMO MARZO	VALOR CONSUMO ABRIL	VALOR CONSUMO MAYO
VOLQUETA OEO 023	\$ 3.305.304	\$ 2.137.050	\$ 2.042.070	\$ 3.371.790
VOLQUETA OCB 069	\$ 3.656.730	\$ 2.383.998	\$ 2.944.380	\$ 3.419.280
VOLQUETA OWY 018	\$ 2.516.970	\$ 0	\$ 1.852.110	\$ 2.564.460
MOTONIVELADORA	\$ 3.704.220	\$ 3.894.180	\$ 3.086.850	\$ 2.991.870
RETROEXCAVADORA	\$ 2.754.420	\$ 1.206.246	\$ 2.070.564	\$ 4.017.654
VIBROCOMPACTADOR	\$ 2.298.516	\$ 1.975.584	\$ 1.092.270	\$ 2.042.070
TRACTOR	\$ 0	\$ 1.253.736	\$ 1.671.648	\$ 2.099.058
MAQUINA	HORAS FEBRERO	HORAS MARZO	HORAS ABRIL	HORAS MAYO
MOTONIVELADORA	161	147	168	166
RETROEXCAVADORA	143	38	111	179
VIBRO COMPACTADOR	148	144	144	139
VOLQUETA OWY 018	125	0	114	128
VOLQUETA OCB 069	177	85	155	186
VOLQUETA OEO 023	157	83	101	169
TRACTOR	0	139	142	159

Fuente: Autor

Como se muestra, se pueden relacionar visualmente los valores del consumo en millones de pesos para la operación de las maquinas respecto al valor de horas trabajadas mensualmente. Para una mejor interpretación véase Figura 13.



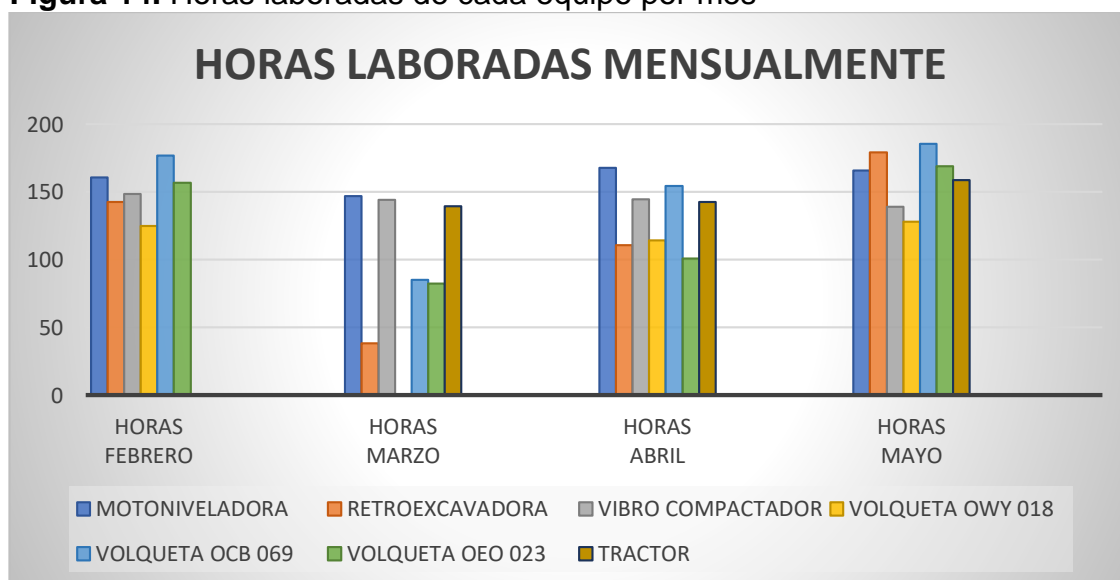
Figura 13. Consumo de combustible por mes



Fuente: Autor

El manejo del combustible debe llevarse de manera rigurosa puesto que el consumo debe estar directamente relacionado con las horas de trabajo. Por lo que un alto consumo equivaldría a un alto grado de horas de trabajo que se tendrá que relacionar con Tabla 20. Para análisis véase Figura 14.

Figura 14. Horas laboradas de cada equipo por mes



Fuente: Autor

Al relacionar los datos de la Grafica 13 y Grafica 14 se muestran que tienen un comportamiento similar en cuanto al consumo y las horas laboradas ambas medidas en un tiempo mensual. De esta manera se puede hacer el paralelo de



consumo-producción y se puede entrelazar el consumo ya que el reporte de horas trabajadas para un mayor control.

Teniendo en cuenta el valor del consumo y las horas laboradas, se puede proyectar el consumo-hora de cada equipo y dividiéndolo en el costo por galón se puede de igual manera proyectar el consumo por galones. Datos en Tabla 29.

Tabla 29. Costo consumo/hora laborada

MAQUINA	CONSUMO HORA FEBRERO	CONSUMO HORA MARZO	CONSUMO HORA ABRIL	CONSUMO HORA MAYO	VALOR COMBUSTIBLE /HORA
MOTONIVELADORA	\$ 23.017	\$ 26.512	\$ 18.411	\$ 18.033	\$ 21.493
RETROEXCAVADORA	\$ 19.329	\$ 31.618	\$ 18.684	\$ 22.413	\$ 23.011
VIBRO COMPACTADOR	\$ 15.480	\$ 13.687	\$ 7.560	\$ 14.701	\$ 12.857
VOLQUETA OWY 018	\$ 20.148	0	\$ 16.215	\$ 19.995	\$ 18.786
VOLQUETA OCB 069	\$ 20.660	\$ 27.997	\$ 19.052	\$ 18.428	\$ 21.534
VOLQUETA OEO 023	\$ 21.099	\$ 25.903	\$ 20.274	\$ 19.951	\$ 21.807
TRACTOR	0	\$ 8.998	\$ 11.732	\$ 13.216	\$ 11.315
MAQUINA	CONSUMO HORA FEBRERO GALONES	CONSUMO HORA MARZO GALONES	CONSUMO HORA ABRIL GALONES	CONSUMO HORA MAYO GALONES	PROMEDIO DE GALNES COMBUSTIBLE /HORA
MOTONIVELADORA	2,4	2,8	1,9	1,9	2,3
RETROEXCAVADORA	2,0	3,3	2,0	2,4	2,4
VIBRO COMPACTADOR	1,6	1,4	0,8	1,5	1,4
VOLQUETA OWY 018	2,1	0,0	1,7	2,1	2,0
VOLQUETA OCB 069	2,2	2,9	2,0	1,9	2,3
VOLQUETA OEO 023	2,2	2,7	2,1	2,1	2,3
TRACTOR	0,0	0,9	1,2	1,4	1,2

Fuente: Autor

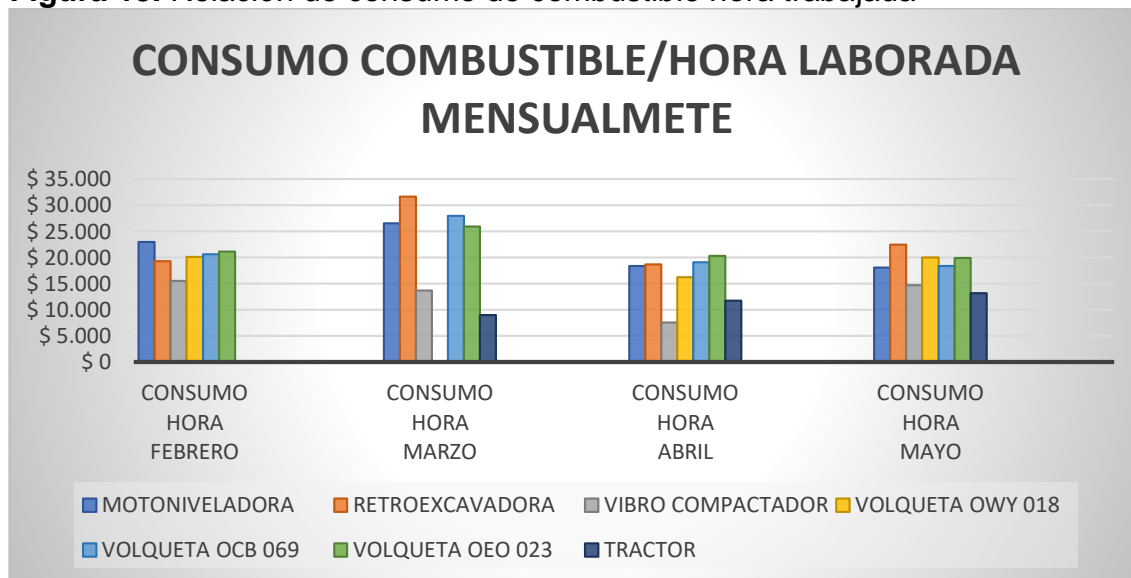
Como se puede observar relacionando la Gráfica 15 y Grafica 16 a mayores horas de trabajo el consumo de combustible aumenta, lo cual es un comportamiento normal ya que podrían presentarse consumos altos a bajas horas de trabajo. Se obtuvo el valor de los galones dividiendo el costo de consumo valor hora por mes, sobre el valor por galón ver Anexo AJ.

Por otra parte, se puede observar un comportamiento que dispara un mayor consumo de combustible por parte de algunos equipos, esto es consecuente a la varada de la Volqueta OWY 018, ya que para suplir la producción que este equipo deja de generar los equipos de misma utilidad (Volqueta OCB 069 y Volqueta OEO 023) tienen que aumentar su producción en obra. Po otra parte



los quipos Motoniveladora y Retroexcavadora tienen un aumento de consumo debido al trabajo que aumento de trabajo de obra que se incrementa este mes. La relación de consumo combustible hora de todos los equipos pueden relacionarse de mejor manera viendo Figura 15.

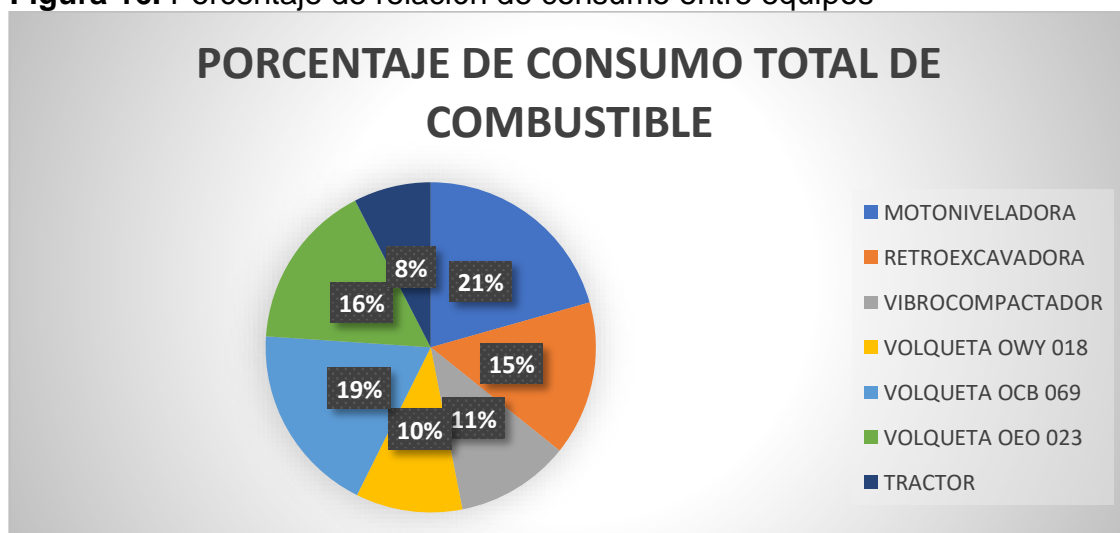
Figura 15. Relación de consumo de combustible hora trabajada



Fuente: Autor

Para una mayor ilustración de los porcentajes de costo de consumo-hora véase Figura 16.

Figura 16. Porcentaje de relación de consumo entre equipos

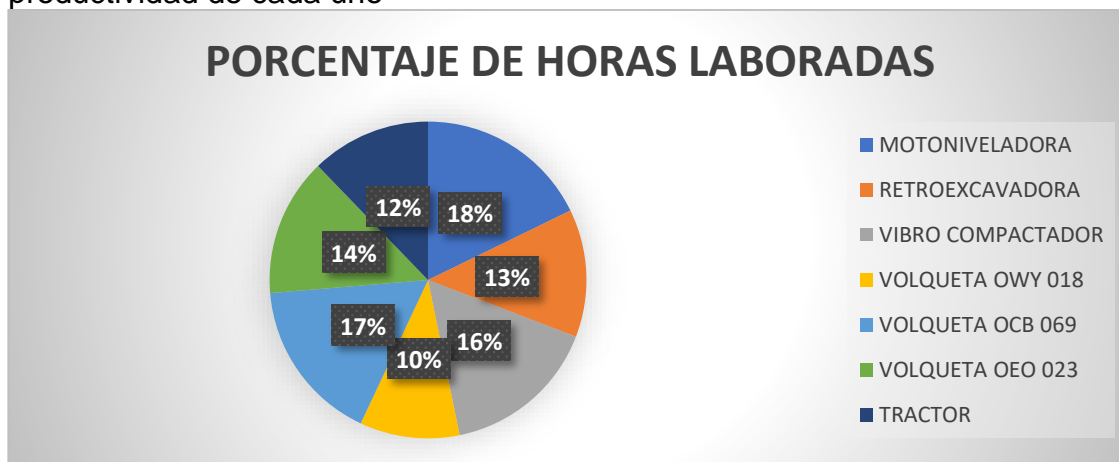


Fuente: Autor



En la gráfica de torta se puede hacer un comparativo porcentual del consumo de cada equipo, lo cual se puede poner en paralelo con las horas trabajadas de cada equipo cuya grafica se encuentra de igual manera para facilitar aún más la percepción de los datos. Para obtener una relación más detallada del consumo-hora laborada obsérvese Figura 17.

Figura 17. Porcentaje de horas laboradas de cada equipo para medir productividad de cada uno



Fuente: Autor

Una vez generadas las dos graficas porcentuales se puede observar que el consumo si es equivalente al valor de las horas trabajadas, por lo que no hay anomalías en el reporte de los operarios respecto al combustible solicitado por los mismos para realizar distintas labores asignadas.

6.2.6. Estado de resultados El estado de resultado muestra datos mas concretos y los datos finales que se obtuvieron a través del estudio realizado, de esta manera se obtienen las relaciones de costos y producción o margen de ahorro en cuanto al alquiler de equipos.

6.2.6.1. Costo de mantenibilidad para optima operación de cada equipo Los resultados de análisis de los anteriores estudios y datos obtenidos, permitieron dar a conocer los valores de ahorro de pago de alquiler o producción generada a partir de las obras realizadas por la maquinaria municipal.

Se comenzó por el análisis del costo por hora que acarrea la puesta en marcha de cada equipo, basándose en el costo total monetario que requirió cada equipo mensualmente para su funcionamiento óptimo (Pago de nómina, consumo de combustible, costo de mantenimiento y repuestos, etc.), de manera que se tomó el valor total mensualmente. Véase Tabla 30.



Tabla 30. Costo de puesta en marcha de operación por equipo mes a mes.

GASTOS TOTALES POR MES					
MAQUINA	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	\$ 19.258.618	\$ 8.221.678	\$ 9.097.648	\$ 9.012.368	\$ 45.590.312
RETROEXCAVADORA	\$ 7.148.434	\$ 32.111.660	\$ 5.228.578	\$ 20.226.668	\$ 64.715.340
VIBRO COMPACTADOR	\$ 8.558.516	\$ 3.602.584	\$ 3.820.270	\$ 4.232.570	\$ 20.213.940
VOLQUETA OWY 018	\$ 6.991.744	\$ 6.511.774	\$ 18.590.684	\$ 9.978.234	\$ 42.072.436
VOLQUETA OCB 069	\$ 5.782.504	\$ 7.823.772	\$ 6.009.154	\$ 8.251.554	\$ 27.866.984
VOLQUETA OEO 023	\$ 7.183.478	\$ 3.780.224	\$ 4.790.844	\$ 9.033.290	\$ 24.787.836
TRACTOR	\$ 0	\$ 2.603.736	\$ 4.016.440	\$ 4.136.903	\$ 10.757.079
TOTAL, POR MES	\$ 54.923.294	\$ 64.655.428	\$ 51.553.618	\$ 64.871.587	
TOTAL, MAQUINARIA GENERAL	\$ 236.003.927				\$ 236.003.927

Fuente: Autor

Se muestran los valores totales por equipo, los cuales serán sumados con la depreciación para no solo tener los costos de mantenibilidad, sino a su vez los gastos generales provocados por la maquinaria.

Dividiendo el valor total en el número de horas laboradas mensualmente se obtendrá el costo de operación por hora de cada equipo, de esta manera se determinará cuanto equivale en pesos la puesta en marcha para cada máquina en una hora de producción. Como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Costo de puesta en marcha de operación valorada en hora por equipo mes a mes.

COSTOS PUESTA EN MARCHA POR HORA TOTALES POR MES					
MAQUINA	COSTO POR HORA FEBRERO	COSTO POR HORA MARZO	COSTO POR HORA ABRIL	COSTO POR HORA MAYO	TOTAL, POR EQUIPO
MOTONIVELADORA	\$119.671	\$55.975	\$54.262	\$54.321	\$284.230
RETROEXCAVADORA	\$50.164	\$841.721	\$47.181	\$112.841	\$1.051.907
VIBRO COMPACTADOR	\$57.641	\$24.959	\$26.442	\$30.472	\$139.513
VOLQUETA OWY 018	\$55.970	\$6.511.774	\$162.762	\$77.803	\$6.808.309
VOLQUETA OCB 069	\$32.671	\$91.882	\$38.884	\$44.473	\$207.911
VOLQUETA OEO 023	\$45.857	\$45.821	\$47.566	\$53.451	\$192.695
TRACTOR	\$0	\$18.688	\$28.190	\$26.048	\$72.925
TOTAL, MAQUINARIA GENERAL	\$8.757.490				

Fuente: Autor

Los valores mostrados corresponden al costo que acarrea la puesta en marcha de cada equipo valorado por hora. Lo que representa que en la mayoría de los meses los valores están muy por debajo al precio por hora de la cotización de alquiler comercial.



Como se puede observar existen meses en los que el costo aumenta considerablemente respecto a los valores regíales de los otros meses, la motoniveladora el mes de febrero presenta un aumento del precio de puesta en marcha debido a que ese mes se tuvo inversión para compra de piñón de torna mesa impulsora del equipo, este repuesto tuvo un costo levado.

Respecto a los valores que no siguen el lineamiento regular en el mes de marzo, por parte de la Retroexcavadora se tiene un aumento importante en los gastos, estos generados por la compra de la bomba hidráulica del equipo y de arreglos al sistema hidráulico en general. El incremento del costo de mantenibilidad de la volqueta OCB 069 se debe a que este mes fue necesario la compra de la ecualización de la transmisión por daño en los planetarios.

El incremento en los valores normales mensuales que corresponden al mes de abril referentes a la Volqueta OWY 018 son generados por la compra del kit de reparación de motor el cual tiene un alto costo.

Los valores que aumentan irregularmente respecto al de los demás meses en el mes de mayo para la Retroexcavadora se deben a la compra del sistema de frenos de parqueo y para la volqueta OWY 018 se generan a partir de la compra y cambio en el sistema de velocidades.

Los valores en rojo representar los días en que no se tuvo trabajo de la maquina y es el costo total que genero el mantenimiento y reparación del equipo Volqueta OWY 018 para el mes de parada.

6.2.6.2. Diferencia de costos de mantenibilidad con relación a costos de alquiler de maquinaria La diferencia de estos valores monetarios permite percibir con mayor claridad el monto que el municipio se ahorra con la posesión de estos equipos. Véase tabla 32.

Tabla 32. Diferencia de costos de mantenibilidad vs costo de alquiler de equipos.

Ítem	febrero	marzo	abril	mayo	TOTAL, DE COSTOS
Alquiler	\$ 83.637.544	\$ 63.499.352	\$ 86.251.081	\$ 99.807.859	\$ 333.195.835
Mantenibilidad	\$ 54.923.294	\$ 64.655.428	\$ 51.553.618	\$ 64.871.587	\$ 236.003.927
DIFERENCIA DE COSTOS	\$ 28.714.250	-\$ 1.156.076	\$ 34.697.463	\$ 34.936.272	\$ 97.191.908

Fuente: Autor

Los resultados demuestran que en 3 de los 4 meses es menor el costo de la mantenibilidad de la maquinaria frente al alquiler de la misma. Es importante recalcar que para el mes de marzo se obtuvo un valor negativo esto debido a que, aunque hubo alto índice en el trabajo de horas, la varada de un equipo y los gastos de mantenimiento para el resto de maquinaria superan el valor proyectado para la producción.



Para obtener los datos porcentuales habrá que realizar un análisis general del alquiler mantenibilidad y diferencia de costos. Ver Tabla 33.

Tabla 33. Porcentaje de costos y diferencia de costos

Ítem	VALORES	PORCENTAJE
Alquiler	\$ 333.195.835	50%
Mantenibilidad	\$ 236.003.927	35%
DIFERENCIA DE COSTOS	\$ 97.191.908	15%

Fuente: Autor

A partir de los datos obtenidos se demuestra que los valores de la producción o ahorro generada, basada en costos comercialmente establecidos para la hora de trabajo de cada equipo, da como resultado un ahorro cerca del 15% de la inversión por mantenibilidad.

6.2.6.3. Consumo de combustible/hora trabajada El valor consumo/hora de trabajo se obtuvo a partir del promedio del consumo de 4 meses dividido en las horas laboradas por cada uno, de esta manera se muestra lo que cada equipo consume para su labor diaria consumo mostrado en pesos y equivalen a una hora de operación. Se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Valor consumo de combustible/hora.

MAQUINA	PROMEDIO DE VALOR COMBUSTIBLE/HORA
MOTONIVELADORA	\$ 21.494
RETROEXCAVADORA	\$ 23.011
VIBRO COMPACTADOR	\$ 12.857
VOLQUETA OWY 018	\$ 18.787
VOLQUETA OCB 069	\$ 21.535
VOLQUETA OEO 023	\$ 21.807
TRACTOR	\$ 11.316

Fuente: Autor

6.2.6.4. Análisis VPN Reflejará la proyección del valor actual de los equipos desde el momento de su compra directa al concesionario hasta el periodo actual. De esta manera se podrá determinar el costo anual que pierde el equipo debido a su desvalorización o depreciación en el mercado comercial de maquinaria amarilla.



6.2.6.4.1. Depreciación de equipos

La depreciación permitirá tener una percepción de mayor amplitud para determinar los costos que genera la maquinaria, de esta manera se podrá concluir de una manera más crítica la posesión de dichos equipos por parte de la administración municipal.

La depreciación puede determinarse de dos maneras diferentes, las cuales son:

- Depreciación lineal: esta depreciación es formulada y se puede obtener teniendo los valores de compra y proyección de vida útil de los diferentes equipos.

$$\frac{\text{VALOR DE COMPRA DEL EQUIPO}}{\text{VIDA UTIL}} = \text{DEPRECIACION ANUAL}$$

- Depreciación estatutaria: Esta la determina el gobierno a partir de los estatutos para el caso ver Tabla 5.

Para el caso utilizaremos la depreciación estatutaria debido a que son los lineamientos que establece el gobierno para calcular la depreciación de los equipos. Aun con más razón debe ser aplicada esta depreciación estatutaria por ser maquinaria perteneciente a una administración municipal. Para observar los valores de depreciación ver Tabla 35.

Tabla 35. Valor de depreciación anual y valor actual de cada equipo

EQUIPO	VALOR DE COMPRA	PORCENTAJE DEPRECIACION	VALOR DE DEPRECIACION PRIMER AÑO	VALOR ACTUAL DEL EQUIPO
MOTONIVELADORA CASE 845 MOD 2014	\$ 568.000.000	10%	\$ 56.800.000	\$ 368.064.000
RETROEXCAVADORA CASE 580 SUPER N MOD 2012	\$ 287.000.000	10%	\$ 28.700.000	\$ 152.523.567
VIBRO COMPACTADOR CASE MOD 2014	\$ 240.000.000	10%	\$ 24.000.000	\$ 157.464.000
VOLQUETA INTERNATIONAL 4300 MOD 2012	\$ 158.000.000	10%	\$ 15.800.000	\$ 103.663.800
VOLQUETA INTERNATIONAL 4300 MOD 1994	\$ 158.000.000	10%	\$ 15.800.000	\$ 36.145.332
VOLQUETA KENWORTH T 370 MOD 2014	\$ 189.995.000	10%	\$ 18.999.500	\$ 124.655.720
TRACTOR FERGUSON 291 MOD 2018	\$ 110.000.000	10%	\$ 11.000.000	\$ 110.000.000

Fuente: Autor



Los valores mostrados en la tabla anterior corresponden a la depreciación anual de cada equipo, para maquinaria y vehículos de carga terrestre que es del 10%, para toda clase de maquinaria requerida en el proyecto el porcentaje será evaluado anualmente distinto, debido a que el porcentaje se resta al valor anual que adquiere cada equipo debido a su depreciación. Para mayor información ver CD Carpeta Maquinaria municipal>Relación de costos>Relación general.

Debido a que la administración municipal no brindo información del valor de compra del equipo Volqueta International 4300 Mod 1994 y a la devaluación que tiene el peso colombiano en el transcurso del tiempo y respecto al dólar, se tomó el mismo valor de compra de Volqueta International 4300 Mod 2012 pero se le aplico la depreciación en el periodo de tiempo requerido.

La administración anualmente debe hacer un ahorro de acuerdo a la depreciación, esto con el objetivo principal que cuando el equipo cumpla su periodo de vida útil, se tenga un ahorro programado que permitirá la reinversión de compra de los mismas maquinas.

Cada equipo tiene un valor de depreciación distinto, esto corresponde a su valor de compra y como este va cambiando en el transcurso del tiempo anualmente, debido a su desvalorización en el mercado.

6.2.6.5. Relación de costos generales vs producción de equipos Como el desarrollo de la pasantía fue de 4 meses se calculó la depreciación que corresponde a dicho periodo de tiempo, el cual es de 3.3333%, esto servirá para la proyección de costos que se tiene en los equipos y dará como resultado un valor más aproximado a las salidas de dinero por parte de mantenibilidad general de la maquinaria. Ver Tabla 36 para valores de depreciación en 4 meses.



Tabla 36. Valores de depreciación de cuatro meses

EQUIPO	VALOR DE EQUIPO AÑO 2018	PORCENTAJE DEPRECIACION	VALOR DE DEPRECIACION EN 4 MESES
MOTONIVELADORA CASE 845 MOD 2014	\$ 368.064.000	3%	\$ 12.268.799
RETROEXCAVADORA CASE 580 SUPER N MOD 2012	\$ 152.523.567	3%	\$ 5.084.118
VIBRO COMPACTADOR CASE MOD 2014	\$ 157.464.000	3%	\$ 5.248.799
VOLQUETA INTERNATIONAL 4300 MOD 2012	\$ 103.663.800	3%	\$ 3.455.460
VOLQUETA INTERNATIONAL 4300 MOD 1994	\$ 36.145.332	3%	\$ 1.204.844
VOLQUETA KENWORTH T 370 MOD 2014	\$ 124.655.720	3%	\$ 4.155.190
TRACTOR FERGUSON 291 MOD 2018	\$ 110.000.000	3%	\$ 3.666.666

Fuente: Autor

Los valores mostrados en la tabla anterior se sumaron al valor total de mantenibilidad de cada equipo generado en 4 meses, tomando el valor del equipo menos la depreciación hasta el año 2018, debido a que solo se evaluarán los 4 meses del año 2019 en los que se desarrolló la pasantía para la depreciación del último año mencionado y se relacionó con el valor de alquiler de cada máquina, como se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Relación de costos de mantenibilidad general vs producción generada por equipos

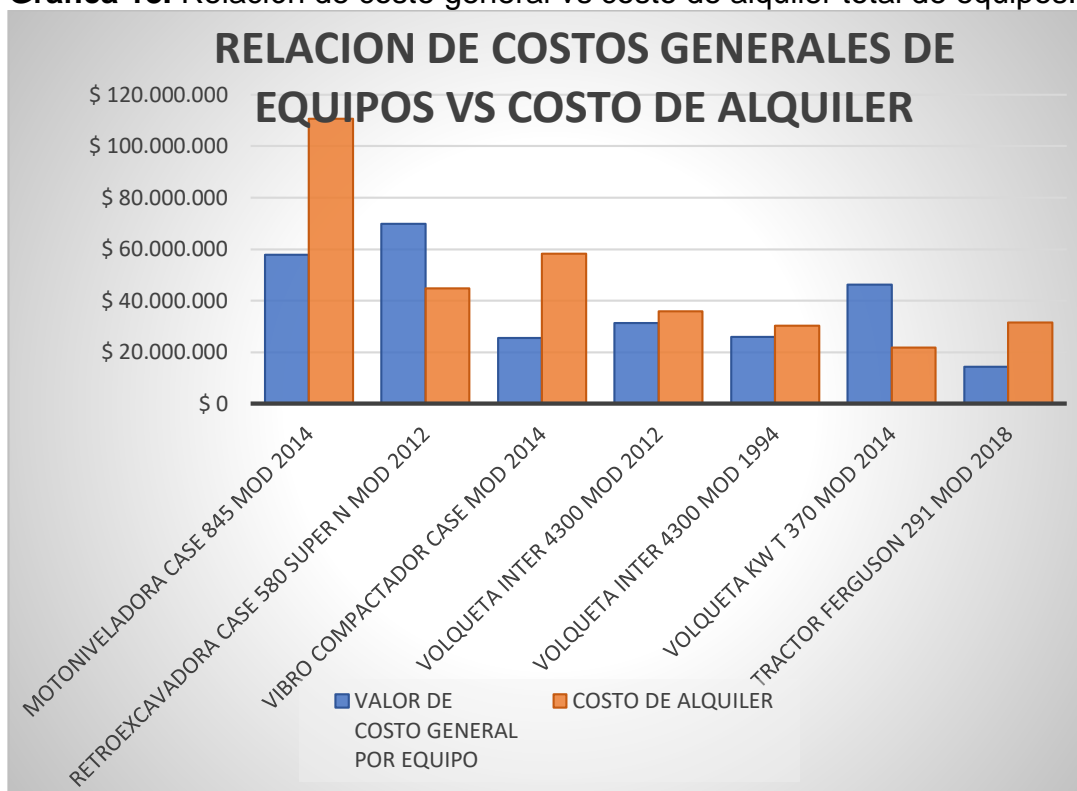
EQUIPO	VALOR DE COSTO GENERAL POR EQUIPO	COSTO DE ALQUILER
MOTONIVELADORA CASE 845 MOD 2014	\$ 57.859.111	\$ 110.670.119
RETROEXCAVADORA CASE 580 SUPER N MOD 2012	\$ 69.799.458	\$ 44.812.544
VIBRO COMPACTADOR CASE MOD 2014	\$ 25.462.739	\$ 58.282.630
VOLQUETA INTER 4300 MOD 2012	\$ 31.322.444	\$ 35.832.090
VOLQUETA INTER 4300 MOD 1994	\$ 25.992.680	\$ 30.277.765
VOLQUETA KW T 370 MOD 2014	\$ 46.227.626	\$ 21.859.705
TRACTOR FERGUSON 291 MOD 2018	\$ 14.423.745	\$ 31.460.982
Total	\$ 271.087.804	\$ 333.195.835

Fuente: Autor

Como se puede observar algunos valores de costos generales, superan la producción generada por cada equipo. Para tener un visualizar los datos ver Figura 18.



Grafica 18. Relación de costo general vs costo de alquiler total de equipos.



La grafica anterior muestra que la mayoría de equipos presentan un costo menor por parte de mantenibilidad (mantenimiento, repuestos, operadores, depreciación, etc.) respecto al valor de alquiler de maquinaria, a excepción de la Retroexcavadora la cual el valor de mantenibilidad está por encima del precio de alquiler proyectado, esto debido a su baja productividad y alto índice de fallas, el costo que acarrea el mantenimiento y repuestos significó que este equipo superara su valor de alquiler. De acuerdo a lo anterior un mejor planeamiento basado en modalidad preventiva podría reducir estos gastos por fallas y aumentar su disponibilidad.

Por otra parte, la volqueta OWY presenta una tendencia similar en donde su valor de mantenibilidad está por encima del valor de alquiler, de igual manera el mantenimiento puede llegar a ser la base para que los costos requeridos para el equipo se reduzcan.

Para tener una percepción general de los costos de la maquinaria total, Ver Tabla 38.



Tabla 38. Totales de relación costo general por equipo y producción de equipos

	VALOR DE COSTO GENERAL POR EQUIPO	COSTO DE ALQUILER
Total	\$ 271.087.804	\$ 333.195.835

Fuente: Autor

Los valores mostrados tienen un valor de \$ 62.108.031 en cuanto a la diferencia o margen de ahorro, correspondiente al 9% de ahorro a los costos generales. Lo cual indica que a pesar de ser una diferencia mínima la posesión de equipos es la mejor opción. Con un mejor planeamiento del mantenimiento se puede aumentar este porcentaje de ahorro, ya que se pueden prever fallas que suceden por negligencia de los encargados del mantenimiento.

6.3. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO

Se comenzó por la verificación del estado de la maquinaria, para determinar las necesidades de mantenimiento, continuando con la revisión de los modelos de mantenimiento para determinar cuál por sus características y sistemas se adecuase más para los equipos municipales se determinó que debido a la intensidad y tipo de trabajo el modelo de mantenimiento que más se adapta por su eficacia y procedimientos es el modelo AMEF (Análisis del Modo y Efecto Falla). Esto basándose en un análisis del modelo que se pueda implementar en el menor tiempo posible, debido a que algunos modelos como el ECM o TPM llevan periodos de prueba los cuales suelen ser largos.

Por esto se opta por la implementación de la metodología AMEF ya que es sencilla en sus procedimientos además de que en los datos indagados se informa que la metodología ya nombrada es óptima para las líneas de producción.

El Análisis del Modo y Efecto falla permite identificar fallas en los equipos y sistemas en particular, de igual manera clasificar para la evaluación de cada uno de los efectos y causas, para de esta manera evitar su ocurrencia. Básicamente el modelo de mantenimiento tiene sus principios en mantenimiento predictivo y preventivo.

6.3.1. Diagnóstico de mantenimiento para la maquinaria en el municipio de

Tibaná-Boyacá El mantenimiento que se realiza en la maquinaria municipal de Tibaná, se basa en acciones correctivas, siendo así pocas predictivas y preventivas. Los equipos, no tienen un estudio de las condiciones críticas de trabajo que afecta a cada máquina en particular ya que no se puede evaluar de la misma manera las posibles fallas en una retroexcavadora que en una volqueta.

Debido a esto no se tiene un plan de acción o contingencia a fallas que se puedan pronosticar para cada uno de los equipos, que puedan ser evitados con acciones



de mejora, preventivas o predictivas basándose en manuales, condiciones y bases de datos.

6.3.2. Planeación de ejecución para modelo análisis modo y efecto falla (AMEF) La administración municipal posee diversos equipos los cuales poseen características y enfoques de trabajo en obra diferentes, por esto no se tiene un pronóstico que determine las posibles fallas que pueden presentarse en cada máquina en particular.

Al realizar el análisis de implementación del modelo AMEF se deben tener resultados los esperados como:

- Determinar y entender el funcionamiento de cada máquina en particular, de igual manera realizar análisis de las actividades que realiza cada equipo.
- Detectar posibles fallas para los distintos equipos y a partir de ellas desarrollar acciones que mitiguen varadas
- Elaboración de un modelo de mantenimiento que garantice mejorar disponibilidad
- Identificar los insumos requeridos para mantenimiento preventivo

A partir de la identificación de las diferentes fallas en cada uno de los equipos se podrán tomar medidas o acciones que mitiguen estas fallas, la metodología AMEF posee una estructura básica. Como se observa en la Figura 3.

6.3.3. Determinación del método de análisis Para determinar un modelo que mejore primero hay que comenzar por ordenar la información y tener un manejo más controlado de la misma, en el siguiente cuadro se muestran las acciones para mejorar la presentación de la información. Véase Tabla 39.



Tabla 39. Modelo de manejo de información para modelo AMEF.

Datos	Herramienta técnica	resultado
<ul style="list-style-type: none">• Identificación de fallas para cada equipo• Uso de equipo en trabajo de obra• Reportes de compra de repuestos• Reportes de mano de obra de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Formatos en Excel para manejo de costos y horas muertas por paradas	<ul style="list-style-type: none">• Gráficos comparativos• Mayor planeación de mantenimiento basándose en registros
<ul style="list-style-type: none">• Reportes de trabajo de obra por operadores• Proyección de producción generada basada en horas por trabajo de obra	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de costos vs producción realizada por trabajo de obra	<ul style="list-style-type: none">• Costo de puesta en marcha por hora para cada maquina• Gráficos comparativos
<ul style="list-style-type: none">• Reporte diario del estado de la maquinaria• Ordenes de trabajo en obra	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad de maquina	<ul style="list-style-type: none">• Valores que determinan disponibilidad y productividad

Fuente: Autor

Los ítems anteriormente mostrados muestran los formatos que se deben diligenciar para obtener un mejor manejo en cuanto a los recursos monetarios y recursos de equipos, los cuales permitirán determinar valores económicos, valores de tiempo de trabajo u horas muertas por mantenimiento.

6.3.4. Establecimiento del manejo y gerencia de maquinaria Basándose en el modelo AMEF será necesario generar un organigrama para asignar las responsabilidades requeridas para el modelo donde se espera que exista una persona encargada de la disponibilidad, mantenimiento y recursos necesarios para el manejo del sistema. Esta área creada será la encargada de mantener una eficiencia alta del funcionamiento de los equipos, de igual manera deberá velar por el buen uso y rendimiento de los recursos requeridos para la mantenibilidad de la maquinaria.

Se presenta el organigrama para mostrar la jerarquía y responsabilidades en cuanto al manejo de los recursos de los equipos. Donde se identificarán 3 colores (gris, verde y azul) donde el color gris hace referencia a los personales administrativos y de gestión, el color verde identificara los entes encargados de mantenimiento de los equipos y el color azul designara a los diferentes proveedores necesarios. Véase Figura 4.



De esta manera se tiene la jerarquización del personal necesario o implicado en la implementación de la metodología AMEF.

6.3.4.1. Funciones de personal Después de organizar la jerarquía de gerencia y manejo de mantenimiento será importante definir las funciones que cumplirá cada uno de ellos. Para el caso se identificarán 3 colores (gris, verde y azul) donde el color gris hace referencia a los personales administrativos y de gestión, el color verde identificara los entes encargados de mantenimiento de los equipos y el color azul designara a los diferentes proveedores necesarios. Como se asignan en Tabla 40.

Tabla 40. Asignación de obligaciones para personal de ejecución modelo AMEF.

CARGO	FUNCION	HERRAMIENTAS
INGENIERO DE PLANEACION	Desarrollar, evaluar, corregir, proponer y llevar a cabo proyectos de infraestructura o proyectos de diferentes áreas que generen un impacto positivo dentro del municipio, el cual a su vez tiene en su dependencia la disposición y uso de la maquinaria para obras que considere convenientes.	Documentos, contratos, licitaciones, programas de diseño y programas en desarrollados en Excel.
JEFE DE MANTENIMIENTO	Su función principal será velar por maximizar la disponibilidad, verificar los procesos de mantenimiento y asegurarse de que los recursos usados para el mantenimiento de los equipos sean utilizados de la mejor manera. De igual manera se encargará de la gestión de toda clase de suministros de repuestos y técnicos especializados pertinentes para la mantenibilidad de los equipos.	Formatos en Excel, plataformas de mantenimiento, contratos.
MECANICO DE PATIO	Los trabajos de mano de obra en cuanto a mantenimiento básico deberán ser realizados por este personaje el cual deberá contar con basto	Formatos de ordenes de trabajo, formatos de trabajos realizados, catálogos, programaciones de



	conocimiento en el área de mantenimiento de maquinaria amarilla.	costos de mano de obra en Excel y herramientas de taller.
TECNICOS ESPECIALIZADOS	Labores de mantenimiento que requieran un conocimiento más amplio en un área determinada (Sistema eléctrico, sistemas hidráulicos, motores, etc.) deberán ser realizados por personas con conocimientos especializados por lo que la contratación de este personal será solo en caso de ser necesario.	Escáner, manuales, herramientas de taller en general.
SUPERVISOR DE CALIDAD	Este cargo será ejecutado por el jefe de mantenimiento el cual verificará que los procedimientos de mantenimiento realizados a la maquinaria municipal sean los correctos y queden elaborados con estándares de alta calidad.	Formatos de supervisión, pruebas mecánicas necesarias.
PROVEEDOR DE COMBUSTIBLES	Al ser una entidad pública esta clase de contratación no se puede hacer directamente así que se realizara una licitación de proponentes para verificar propuestas y acordar contrato con el proveedor de combustible que más se acerque a las solicitudes indicadas en dicha licitación. El cual se encargará de suministrar el combustible necesario para la operación y funcionamiento de los equipos.	Formatos de autorización de entrega de combustible firmados por jefe de mantenimiento.
PROVEEDOR DE INSUMOS	Por lo general para la compra de combustibles, grasas, etc. Se realizan dentro del mismo contrato de combustible por lo que el encargado del combustible, de igual manera, deberá suministrar los insumos necesarios.	Formatos de autorización de entrega de insumos firmados por jefe de mantenimiento.
PROVEEDOR DE REPUESTOS	Se proyectarán y contrataran por adelantado las compras de repuestos básicos y los cuales su uso se sabe que llegara a ser	



	necesario, por otra parte, repuestos los cuales resultan inesperados se realizaran compras a medida de ser necesarios.	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fuente: Autor

Para la implementación del sistema de mantenimiento AMEF será necesario generar solamente el cargo de jefe de mantenimiento, el cual con la reducción de costos que generara a través de la implementación del plan de mantenimiento y verificación de calidad de procedimientos, generara dinero para el pago de su cargo el cual en esta entidad por cargo profesional corresponde a \$2.300.000 ya que el mecánico de patio es contratado por el contratista que gana la licitación, de igual manera los técnicos especializados son solamente contratados para reparaciones y actividades explícitamente necesarios. Los proveedores de insumos y repuestos, al igual que el proveedor combustible son dados por licitación abierta al público.

6.3.5. Ejecución de modelo AMEF Para dar inicio al análisis AMEF primero debe reconocerse los equipos que la administración posee lo cual facilitara identificar posibles fallas que pueda sufrir cada máquina en particular, posteriormente se debe realizar un análisis de las causas que generan la falla, los efectos que este provoca y las acciones de medida para corregir estas posibles averías. De igual manera identificar cuales equipos pueden causarnos una pérdida de producción considerable por fallas, para comenzar a actuar primero en estos equipos.

6.3.5.1. Procedimientos Los procedimientos generados son acciones con el fin de reducir o mitigar la probabilidad de fallas o riesgos que puedan presentarse en los equipos o diferentes ejecuciones de labores.

6.3.5.1.1. Revisión de equipos diaria La revisión diaria de equipos permite tener una percepción actualizada del estado actual de cada uno de ellos por lo que estas revisiones deben realizarse antes de la puesta en marcha para trabajo de obra de cada equipo. Ver anexo AG, para lo cual se obtuvo en siguiente formato. Véase tabla 41.



Tabla 41. Formato de revisión diaria para Retroexcavadora

REVISION DIARIA RETROEXCAVADORA													
SEMANA DEL		AL		MARCA		MODELO							
OPERADOR				UBICACIÓN				PROYECTO					
ITEM	CONCEPTO	LUNES		MARTES		MIERC.		JUEVES		VIERNES		SABADO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
SISTEMA ELECTRICO	Luces De trabajo delanteras (altas y bajas)												
	Luces De trabajo traseras												
	Luces Direccionales delanteros												
	Luces Direccionales traseros												
	Luces De Stop y señal trasera												
	Conexiones de sistema												
	Revisión de bornes y conexiones a batería												
	Voltaje de alternador												
CABINA	Protección antivuelco (ROPS) certificada												
	Cinturón de seguridad												
	Extintor de incendio 10 PQS												
	Asiento en buen estado (dispositivo de giro)												
	Vidrio panorámico en buen estado												
	* Indicadores (hidráulicos, refrigerantes, horómetro, corriente, aceite motor)												
	Tubo de escape (Exhosto)												
	Alarma de retroceso-Pito												
	Espejos												
	Escaleras y apoyos de acceso												
	Palancas y pedales en buen estado												
	Batería y cables												
SISTEMA HIDRAULICO	* Control de fugas hidráulicas												
	Kit ambiental												
	Estado de mandos de sistema hidráulico												
	* Gatos estabilizadores												
	Mecanismo de giro (Brazo excavador)												
	* Función Hidráulica en buen estado (mangueras)												
	* Freno de servicio												
	* Mando de estacionamiento (freno de emergencia)												
	Estado general desgarrador (balde)												
	Mandos de levante del brazo												
	* Cilindros en buen estado												
	Banco de Válvulas												



	Compartimiento del motor aseado																		
MOTOR	Ruido de motor																		
	Niveles de refrigerante																		
	Nivel de aceite																		
	Estado general de correas																		
BASTIDORES	Pines de pasadores																		
	Engrase de pasadores																		
	Estado de desgaste																		
	Estado de bigas de equipo																		
LLANTAS	En buen estado (sin cortaduras profundas y sin abultamientos)																		
	Huellas en buen estado																		
FIRMA	FIRMA OPERADOR																		
	FIRMA SUPERVISOR																		
FECHA	HALLAZGO	ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA					RESPONSABLE	FECHA											

Fuente: autor

De esta manera se llevará un registro diario del estado de los equipos y de los hallazgos encontrados. Ver Anexo AG.

6.3.5.1.2. Transporte o desplazamiento de equipos de equipos Los requerimientos para el desplazamiento y transporte de equipos tienen dos condiciones de acuerdo a:

- Desplazamiento de equipos, las normas para el desplazamiento de equipos se encuentran en el párrafo **4.1.5. Resolución 0001068 del 23 de abril de 2015.**
- Dimensiones y pesos, para revisión de los requerimientos para el transporte de maquinaria revisar el párrafo **4.1.6. Resolución 4100 de 2004**, las dimensiones aplicadas se encuentran en el Artículo 7²⁶ dimensiones y Artículo 8²⁷ pesos brutos vehicular para los diferentes vehículos de carga pesada, para el caso de la maquinaria amarilla se toman estas mismas dimensiones y pesos las cuales no deben de superarse.

Debido a que el transporte de la maquinaria a las zonas de trabajo de obra se realiza por medio de cada equipo, no se utiliza cama baja ni camiones para el

²⁶ Resolución 004100, Artículo 7, 26 de diciembre de 2004, Ministerio de transporte.

²⁷ Resolución 004100, Artículo 8, 26 de diciembre de 2004, Ministerio de transporte.




desplazamiento, el costo que este genera está relacionado con el consumo de combustible.

6.3.5.2. Fichas técnicas de maquinaria municipal El desarrollo de estas fichas técnicas permitirá conocer de manera más concreta las especificaciones de cada equipo, de igual manera facilitará la información correspondiente a las características de la maquinas. En la Tabla 42 se muestra la ficha técnica para la retroexcavadora.

6.3.5.2.1. Ficha técnica retroexcavadora

Tabla 42. Formato de ficha técnica para Retroexcavadora.

FICHA TECNICA			
MARCA:	CASE 580N	N.º DE SERIE:	JJGN59SRLCC569541
NOMBRE DE EQUIPO:	RETROEXCAVADORA	UBICACIÓN:	TALLER Y LAVADERO
MODELO:	2012	FECHA DE COMPRA:	18/10/2012
TIPO:	MAQUINARIA AMARILLA	FECHA INSTALACION:	
PAIS PROCEDENCIA:	CANADA	FABRICANTE:	CASE
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MOTOR			
MARCA:	FPT		
MODELO:	F4GE9454K*J606 con certificación Tier 3		
TIPO:	4 tiempos, turboalimentado		
POTENCIA NOMINAL:	79 hp (59 kW) a 2200 RPM		
CILINDRADA:	4.500 cm ³ (274,6 pulg ³)		
ESPECIFICACIONES SISTEMA ELECTRICO			
VOLTAJE:	12 V, tierra negativa		
ALTERNADOR:	120 A		
BATERIAS:	100 Ah, 750 A		
ESPECIFICACIONES TECNICAS TRANSMISION			
MARCA:	POWERSHUTTLE		
MODELO:	2012		
TIPO:	Powershuttle, totalmente sincronizada, 4 velocidades de avance y 4 velocidades de reversa		
MARCHAS:	4 velocidades de avance y 4 velocidades de reversa		
CONTROL:	Embrague de inversión hidráulica con control eléctrico de cambios de marcha delantera y trasera.		
ESPECIFICACIONES SISTEMA HIDRAULICO			
BOMBA HIDRAULICA:	Bomba de engranajes, montada en la salida de potencia de la transmisión (PTO)		



VALVULA CONTROL:	CONTROL DE CARGADORA: Monobloque, 2 (estándar) o 3 carreteles, con control por palanca única para los dispositivos hidráulicos de levantamiento, basculamiento y auxiliares, fluctuación positiva y retorno a la excavación. CONTROL DE RETROEXCAVADORA: Monobloque; 6 (estándar), 7 o 8 carreteles; circuitos paralelos de centro abierto con regeneración.
FLUJO NOMINAL:	108 l/min (231 bar) a 2200 RPM
<u>CAPACIDADES</u>	
MOTOR:	13,6 l (3,6 gal)
COMBUSTIBLE:	159 l (42 gal)
TRANSMISION:	19,9 l (5,3 gal)
SIS. ENFRIAMIENTO:	17,3 l (4,6 gal)
ACEITE HIDRAULICO TOT:	111,7 l (29,5 gal)
DEP. ACEITE HIDRAULICO:	53 l (14 gal)

Fuente: Autor

El conocimiento de las características de cada equipo en específico podrá facilitar el manejo de las referencias para repuestos necesarios. Ya que, al conocer las especificaciones de cada máquina, facilita el reconocimiento de insumos y repuestos para reparaciones. De esta manera como se ve en la Tabla 40 se realizaron las diferentes fichas técnicas para cada uno de los equipos, Ver anexo AB.

6.3.5.3. Hojas de vida para equipos La estandarización de los trabajos de mantenimiento y repuestos usados para cada equipo, será de gran ayuda para llevar un registro más efectivo de los procedimientos que se le realizan a cada máquina, por lo mismo es de gran importancia su correcta diligencia y determinación del tipo de arreglo o modificación que se le realiza.

Para visualización del formato que se implementó para la diligencia de las hojas de vida es necesario revisar registro de costos por mantenimiento y repuestos-retroexcavadora case 580 super N MOD. 2012 (Tabla 9), de igual manera se tendrá en cuenta para la generación de hojas de vida los registros de trabajo diario (Tabla 22) y consumo de combustible (Tabla 16), todos estos formatos hacen parte de la hoja de vida para los quipos. Debido que son diferentes formatos y son extensos las hojas de vida de los equipos de encontraran específicamente en cada uno de los análisis.

La gestión de la información facilitara su percepción además de llevar un registro más organizado de los trabajos y repuestos utilizados.

6.3.5.4. Generar formato para control de trabajo de obra Para un mayor control en cuanto al trabajo que se realiza semanalmente se generó en Excel una ficha, donde se registra el uso de la maquinaria semana a semana, el operario en una planilla en físico hace el registro de la hora de inicio de labor y



hora final diaria, de igual manera el objetivo de desplazamiento a labor y ubicación de trabajo. Lo cual permite determinar el número total de horas semanales que trabaja la maquinaria municipal. La ubicación de la ficha generada ver Tabla 16.

Esta planilla muestra el formato que se diligenció para cada equipo mensualmente de esta manera se lleva un seguimiento con mayor rigurosidad de los trabajos ejecutados. Los operarios con el diligenciamiento de planillas facilitaron el cálculo de las horas mes trabajadas. Fichas diligenciadas por operarios Ver anexo U al Anexo Z.

6.3.5.5. Jerarquización de equipos En el modelo AMEF es importante identificar la maquinaria crítica la cual se va a investigar. Para ello se debe tener en cuenta la escala de la Tabla 7.

La jerarquización permitió identificar cuales equipos son los de mayor importancia o que por sus fallas generarían un mayor impacto para la producción de la maquinaria municipal en general. Ver Tabla 43.

Tabla 43. Jerarquización de equipos de acuerdo a su importancia en la flota.

FLOTA	MARCA	MODELO	SERIE	NIVEL
Retroexcavadora	CASE	2012	580N	CRITICO
Motoniveladora	CASE	2014	845B	CRITICO
Vibro-compactador	CASE	2014	SV208	IMPORTANTES
Volqueta	KENWORTH	2013	T370	INTRASCENDENTE
Volqueta	INTERNATIONAL	2012	4600	INTRASCENDENTE
Volqueta	INTERNATIONAL	1994	4600	INTRASCENDENTE
Tractor	FERGUSON	2018	290	CRITICO

Fuente: Autor

De esta manera se organizó la jerarquización de los diferentes equipos los cuales indican impacto por varada en la producción de trabajo de obra.

6.3.5.6. Análisis de modo fallas críticas El análisis permite determinar posibles fallas que pueden ser críticas en el equipo así mismo se debe determinar sus causas, efectos y posibles soluciones disminuyan la probabilidad de que sucedan por medio de revisiones previas a las fallas.

6.3.5.6.1. Rango de ítems para identificación de riesgos Para obtener un mejor análisis se evaluaron diferentes ítems como severidad, ocurrencia y detección, para de esta manera determinar los distintos rangos que pueden evaluarse las posibles fallas. Véase Tabla 8.



Estos ítems determinarán los valores de rango para evaluar los distintos efectos de la matriz.

6.3.5.6.2. Identificación de posibles fallas La identificación de posibles fallas permite proponer soluciones que eviten llegar a estas misma o en caso de que sucedan poseer un plan de predicción o prevención a partir de las anomalías encontradas para mitigar el impacto que pueda tener en la producción de los equipos.

Para el caso se realizará la identificación de posibles fallas para la retro, ya que es uno de los equipos críticos y de este saldrán ítems para los demás equipos como lo son el motor, sistema eléctrico, sistema hidráulico, etc. Los valores que variar serían los implementos.

El siguiente formato es la muestra de cómo se maneja la metodología AMEF en cuanto a la identificación de posibles fallas, de esta manera se pueden estandarizar y hallar fallas localizadas, para así tener un mayor control en cuanto a la prevención de las mismas. Como se muestra el análisis de modo y efecto de falla en la Tabla 44.

Tabla 44. Identificación de riesgos y fallas críticas para Retroexcavadora CASE 580 super N.

EQUIPO	SISTEMA	SUBSISTEMA	SEVERIDAD	CAUSA DE FALLA	OCURRENCIA	EFFECTOS DE FALLA	DETECCION	METODO DE DETECCIÓN Y PREVENIR FALLA
EXVAVADORA CASE 580 SUPER N	MOTOR	Falla en bomba de suministro de combustible	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño o taponamiento • Daño en los elementos de la bomba 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de potencia • Emisión anormal de gases 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones hidráulicas de bomba • Realizar pruebas de presión
		Falla en inyectores	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en puntas de inyector por combustible contaminado • Elementos internos de inyector 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de potencia • Emisión anormal de gases • Sonido extraño en el motor 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Escaneo a inyectores • Montaje en bancos de prueba
		Falla en sistema de correas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste en patines guía de rodamiento • Desgaste por uso 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • El motor no enciende 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión visual del motor en funcionamiento • Tomar en cuenta horas de uso de correas en manual
		Falla en anillos de pistón	5	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de anillo por fricción • Falta de lubricación • Falta de mantenimiento • Mala operación al exceder límites de revoluciones • Inyector que quede con suministro directo 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Perdida de potencia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Escáner a motor • Destapar motor para revisión visual
		Falla en camisas de bloque	5	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de lubricación • Falta de mantenimiento 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Pérdida de potencia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Destapar motor para revisión visual

Tabla 44. Identificación de riesgos y fallas críticas para Retroexcavadora CASE 580 super N.

			<ul style="list-style-type: none"> • Mala operación al exceder límites de revoluciones • Falta de cambio de aceite y filtro • Aceite contaminado 		<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de presión de aceite 		
		Fundida de pistón con camisa	5 <ul style="list-style-type: none"> • Falta de mantenimiento • Mala operación al exceder límites de revoluciones • Falta de cambio de aceite y filtro • Aceite contaminado • Daño en inyector 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Pérdida de potencia • Pérdida de presión de aceite 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Escáner de motor • Revisión visual
		Falla en termostato	4 <ul style="list-style-type: none"> • Daño por funcionamiento • Falta de refrigerante 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Recalentamiento en periodos cortos de funcionamiento 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de temperatura en agua caliente para revisar apertura de termostato
		Daño en Mangueras o deposito	4 <ul style="list-style-type: none"> • Daño por cristalización • Daño por cortaduras 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de refrigerante • Recalentamientos 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones visuales
		Falla en sistema de válvulas	5 <ul style="list-style-type: none"> • Falta de sincronización en válvulas • Daño de válvulas 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal del motor • Perdida de potencia del motor 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Escaneado a motor • Revisión auditiva al motor
		Daño en manguera de suministro de aceite de motor	4 <ul style="list-style-type: none"> • Daño por cristalización • Daño por cortaduras 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de aceite de motor • Fundida de motor • Perdida de potencia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones visuales
		Daño en bomba de suministro	5 <ul style="list-style-type: none"> • Daño o taponamiento en filtro 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Daños en bloque de motor • Fundida del motor 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de presiones de bomba

Tabla 44. Identificación de riesgos y fallas críticas para Retroexcavadora CASE 580 super N.

				<ul style="list-style-type: none"> • Daño en los elementos de la bomba 				
		Falla en mangueras de suministro	3	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste por uso • Desgaste por presión • Desgaste por rose con distintas piezas 	5	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas en distintos puntos • Perdida de presión de sistema 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión diaria de estado de mangueras • Provisiónamiento de diferentes mangueras
	SISTEMA HIDRAULICO	Falla en bomba de carga de servo-transmisión	4	<ul style="list-style-type: none"> • Taponamiento de filtro • Daño de elementos internos 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida en potencia de servo • 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado del hidráulico • Revisión de filtro
		Daño en bomba hidráulica	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de elementos por hidráulico contaminado • Trabajo en vacío de bomba hidráulica 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en bomba hidráulica • Perdida de presión 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de hidráulico • Revisión de estado de hidráulico en filtro
		Daño en bomba hidráulica	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de elementos por hidráulico contaminado • Trabajo en vacío de bomba hidráulica 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en bomba hidráulica • Perdida de presión 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de hidráulico • Revisión de estado de hidráulico en filtro
		Daño en cilindros-pistón	4	<ul style="list-style-type: none"> • Esquirlas dentro del sistema • Bajos niveles de aceite hidráulico 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en funcionamiento de sistema • Fuga por daño en cilindros 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión preventiva de estado de botellas, cilindros y pistones
		Falla de presión hidráulica	4	<ul style="list-style-type: none"> • Taponamiento en filtro hidráulico • Contrapresión dentro del sistema • Fuga de presión 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Impedimento para cargar • Sobre carga en sistema y apagado inesperado de motor 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisión periódica del estado del hidráulico • Revisión periódica de filtro hidráulico • Revisión con manómetro
		SISTEMA TRANSMISION	Falla en sistema de marchas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en conexiones 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo de equipo en una sola marcha 	2

Tabla 44. Identificación de riesgos y fallas críticas para Retroexcavadora CASE 580 super N.

				<ul style="list-style-type: none"> • Daño en spools de marchas • Daño en switch de cambios 		<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilidad para usar demás marchas • Imposibilidad para arrancar 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones • Revisión de switch • Revisión de estado de spools
	Falla en servo-transmisión	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de sistema interno transmisor de potencia • Daño en sistema de parqueo (genera bloqueo en equipo) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de potencia • La máquina no arranca marcha 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de discos de freno de parqueo • Revisión del estado de elementos de servo 	
	Falla en speed de transmisión	5	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre esfuerzo del equipo • Desgaste en speed • Contra presión de sistema de transmisión con servo 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Parada de equipo por pérdida de movilidad • Ruptura de mangueras de sistema hidráulico por impacto de cardan 	5	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado del speed • Instalación de placa protectora 	
	Falla en sistema de bloqueo (traba) de transmisión	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en sistema de paso de presión para bloqueo • Daño en switch de accionamiento 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de dirección en equipo por funcionamiento conjunto de la transmisión 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de presión en manguera de paso para hidráulico de bloqueo 	
	SISTEMA ELECTRICO							
	Falla en alternador	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en bobinado • Daño en sistema de polea • Daño en elementos internos 	2	<ul style="list-style-type: none"> • No genera carga para baterías • Imposibilidad de encender equipo 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas con multímetro • 	
	Falla en arranque	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en conexiones • Arranque se queda pegado • Daño por quema de elementos 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilidad de encender equipo 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones • Pruebas con multímetro 	

Tabla 44. Identificación de riesgos y fallas críticas para Retroexcavadora CASE 580 super N.

		Falla en sensores	3	<ul style="list-style-type: none"> Sobre carga en sistema Daño por uso Posible suciedad que impide conexión estable 	2	<ul style="list-style-type: none"> Bloqueo de equipo Muestra de fallas en tablero 	4	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y limpieza con limpia contactos Revisión de conexiones
		Falla en Batería	3	<ul style="list-style-type: none"> Daño en bornes Descarga de batería Sobre carga del sistema 	2	<ul style="list-style-type: none"> No arranca el equipo Sonido anormal al encendido 	1	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del estado de los bornes Revisar niveles de carga
		Falla en conexiones y cableado	3	<ul style="list-style-type: none"> Cristalización de cables por altas temperaturas Daño por cortaduras 	4	<ul style="list-style-type: none"> Fallas en diferentes dispositivos eléctricos 	3	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas de corriente a través del cableado
	IMPLEMENTOS	Falla en biga de brazos de balde delantero	3	<ul style="list-style-type: none"> Sobre esfuerzo por cargas pesada Desgaste por uso 	3	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste en brazo de balde Ruptura en brazo Fisura en biga de unión de brazos de balde delantero 	1	<ul style="list-style-type: none"> Revisión diaria del estado de biga Encamisado como refuerzo con tubo petrolero
		Falla en biga brazo recolector	3	<ul style="list-style-type: none"> Sobre esfuerzo por cargas pesada Desgaste por uso 	3	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste en brazo recolector Ruptura en brazo Fisura en bigas de brazo 	1	Revisión diaria del estado de bigas
		Falla en pasadores	3	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste por uso Daño en pines asegurados Sobre esfuerzo en elementos 	2	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste en segmentos de recolección Caída y desprendimiento de elementos 	1	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del estado de pines Engrases frecuentes Revisión de pasadores

Fuente: Autor



Para revisar tabla de modelo AMEF para diferentes equipos Ver Anexo AH.

6.3.5.6.3. Capacitación de operarios Teniendo en cuenta que existen fallas potenciales que pueden llegar a ser causadas no solo por condiciones medioambientales y falta de mantenimiento, la operabilidad de equipos puede resultar ser un causante crítico para dichas fallas. Por esto la alcaldía municipal debe brindar capacitaciones de ingreso a los operarios con personal técnico y certificado que guie y oriente el manejo de las diferentes máquinas para prolongar la vida útil de las mismas.

De igual manera es necesario realizar pruebas de idoneidad para comprobar la capacidad y conocimiento de los diferentes operarios para el manejo de los diferentes equipos.

6.3.5.7. Procedimientos de mantenimiento preventivo Para efectos de mejora del mantenimiento y un aumento tanto en el margen de ahorro como en la disponibilidad de los equipos es necesario tener un cronograma de procedimientos de mantenimiento preventivo, basado en las necesidades de la tabla de modelo AMEF, que permita un cambio de insumos y repuestos requeridos para un aumento en la productividad de los equipos, de la siguiente manera, Ver Tabla 45.

Tabla 45. Mantenimiento preventivo para Retroexcavadora

MANTENIMIENTO 10 HORAS O DIARIO			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Correa de repartición	Revisión visual	Revisar
2	Radiador y sistema de aire acondicionado	Revisión visual	Revisar
3	Aceite de motor	Revisión visual	Revisar
4	Sistema cargador	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar
5	Sistema retroexcavador	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar



6	Nivel de aceite hidráulico	Revisión visual	Revisar
7	Mangueras en general	Revisión visual	Revisar
MANTENIMIENTO 50 HORAS O SEMANAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Bisagras de puertas	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar
2	Rodamientos de articulación del eje delantera	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar
3	Neumáticos	Calibrador de presión y revisión visual	Medir presión y revisión
4	Pasadores de elementos	Revisión visual y equipo para engrase	Revisión y engrase
5	Cableado en general	Revisión visual	Comprobar inexistencia de desgaste por roces, comprobar correcto enrutamiento y cristalización
6	Refrigerador de aceite	Hidro lavadora	Revisar y lavar
MANTENIMIENTO 250 HORAS O MENSUAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Mandos de accionamiento	Milímetro y equipo para engrase	Revisión de conexiones eléctricas de mando y engrase
2	Cardan delantero y trasero	Equipo para engrase	Limpiar y engrasar
3	Correa de repartición	Revisión visual y llave 5/8	Revisión de tensión y estado



4	Sistema de escape	Revisión visual y llave 7/16	Revisión de sujeción
5	Filtro de servo transmisión	Llave 5/16	Cambio de filtro de aceite hidráulico de Servo
6	Caja de marchas	Llave L ½	Revisión del nivel
7	Depósito de combustible	Revisión visual y llave 1/2	Revisión del estado del depósito y purga
8	Bornes de batería	Llave expansiva	Revisión y apriete
9	Filtros de cabina	Revisión visual	Limpieza
10	Aceite de motor	Llave 1/2, depósito y embudo	Drenado y cambio
11	Filtro y trampa de aceite de motor	Cadena para soltar filtros	Soltar, llenar filtro nuevo y cambio
12	Filtro primario y secundario de aire para toma de motor	-----	Soltar y Cambiar
13	Filtro de combustible	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar filtro nuevo y cambiar
MANTENIMIENTO 500 HORAS O TRIMESTRAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Tornillos de soporte de motor	Torquímetro	Revisar ajuste
2	Aceite de caja reductora	Varilla de nivel	Revisar nivel
3	Cilindros hidráulicos y pistones	Revisión visual	Revisar
MANTENIMIENTO 1000 HORAS O SEMESTRAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Banco de válvulas	Calibrador de válvulas, destornillador de pala y llave de ½	Revisar y calibrar válvulas
2	Aceite de transmisión	Depósito, llave ½ y embudo	Drenaje y cambio



3	Filtro de aceite de transmisión	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar nuevo y cambiar
4	Alternador	Llaves ½	Bajar y revisar en banco de pruebas, si es necesario destapar para revisión
5	Motor de arranque	Llaves ½	Bajar y revisar en banco de pruebas, si es necesario destapar para revisión
6	Filtro de aceite hidráulico	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar nuevo y cambiar
7	Radiador	Hidro lavadora	Revisión y limpieza
8	Caja reductora	Depósito, llave L de 1 in y embudo	Drenar y cambiar aceite
9	Manguera principal de brazo excavador	Llave expansiva y depósito	Soltar, almacenar derrame de aceite hidráulico y cambuí
MANTENIMIENTO 2000 HORAS O ANUAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Sistema hidráulico	Llave ½, llave L 1in y depósito	Vaciar sistema y depósito de aceite hidráulico, llenar y purgar sistema
2	Manguera hidráulica de salida de bomba hidráulica	Llave expansiva y depósito	Soltar, almacenar derrame de aceite hidráulico y cambiar
3	Sistema de frenos	Llave de ½, wiper, depósito y embudo	Revisión de discos de parqueo y cambio de aceite
4	Sistema de refrigeración	Llave de 1/2, depósito y embudo	Drenar y cambiar refrigerante
5	Bomba inyectora e inyectores	Llaves de 7/16, llaves de expansión de 2",	Revisar bomba



		pinzas y destornillador	
--	--	----------------------------	--

Fuente: Autor

La tabla mostrada anteriormente muestra la implementación del plan de mantenimiento preventivo, de esta manera fue diseñado para cada equipo para corroborar información ver Anexo A1.

Los valores que se esperan en la reducción de costos implementando estos procedimientos de mantenimiento, corresponde a los datos de reparaciones que se hubiesen podido evitar de haberse llevado a cabo acciones de mantenimiento preventivo como cambio de filtros hidráulicos, de aceite o de aire. De esta manera se hubiesen podido reducir la ocurrencia de estas fallas, como fueron:

- Fundida de motor en volqueta OWY, este daño teniendo en cuenta el diagnóstico el técnico especializado se generó debido a que el trabajo de estos equipos se desarrolla en terreno árido y con exceso de polvareda por lo cual y por falta de cambio de filtros de aire y de combustible alguna impureza entro en la cámara de combustión generando ralladura en la misma cámara y a su vez daño la punta de un inyector el cual quedo directo y genero la fundición de motor. Costo de reparación \$20.029.000.
- Daño en bomba hidráulica de retro, esto se produjo por esquirlas dentro del sistema hidráulico y alguna de estas esquirlas logro entrar en la bomba generando ralladuras en el espejo y algunos de sus pistones, los cambios reguales del aceite hidráulico y del filtro. Costo de reparación \$16.170.000.

Los datos totales equivalen a \$36.199.000 que, de implementar un plan de mantenimiento, se hubiese podido reducir un 15.33%, que corresponde al valor anteriormente mostrado, de los gastos generales de mantenimiento que se realizaron en el periodo de la pasantía. De implementarse procedimientos periódicos podrían evitar fallas de este tipo.

Todos los procedimientos de mantenimiento preventivo se encuentran en el plan anterior de esta manera, los cambios de filtros y aceites tendrán mayor frecuencia.

6.3.6. Planeación de operación logística Debido a que el trabajo se realiza semanalmente a diario en diferentes veredas, se planteó realizar trabajos semanales en veredas de la misma zona, de manera que los equipos no tuvieran que movilizarse diariamente hasta el garaje en el pueblo, sino que se consiguieran



centros en las diferentes veredas donde se puedan guardar los equipos ya que en promedio el transporte diario equivale a 1 hora de ida y 1 hora de regreso. Las cuales pueden evitarse de dejar las maquinas en las diferentes veredas. Margen de ahorro semanal y mensual ver Tabla 46.

Tabla 46. Margen de ahorro semanal y mensual por planeación de operación.

MAQUINA	PROMEDIO DE VALOR COMBUSTIBLE/HORA GALONES	SEMANAL GALONES	SEMANAL COSTO	MENSUAL GALONES	MENSUAL COSTO
MOTONIVELADORA	2,3	9	\$ 85.975	36	\$ 343.899
RETROEXCAVADORA	2,4	10	\$ 92.045	39	\$ 368.182
VIBRO COMPACTADOR	1,4	5	\$ 51.429	22	\$ 205.716
VOLQUETA OWY 018	2,0	8	\$ 75.146	32	\$ 300.585
VOLQUETA OCB 069	2,3	9	\$ 86.140	36	\$ 344.559
VOLQUETA OEO 023	2,3	9	\$ 87.230	37	\$ 348.919
TRACTOR	1,2	5	\$ 45.263	19	\$ 181.053
TOTAL		55	\$ 523.228	220	\$ 2.092.912

Fuente: Autor

Los valores mostrados corresponden al margen de ahorro estimado que se podría generar, evitando la movilización a los equipos diariamente, de manera en que se tomaron los valores promedio de consumo para la proyección, lo cual resulta un costo estimado de \$2.092.912 para margen de ahorro de desarrollarse esta propuesta.



7. CONCLUSIONES

El estudio económico demuestra que los gastos totales de la maquinaria en general no superan el costo de alquiler que se proyecta a partir de las horas trabajadas. Por lo que, aunque los equipos anualmente pierden valor comercial son de gran utilidad para las obras que en el municipio se desarrollan, debido a que se tiene entera disponibilidad de los equipos sin recurrir a contratistas.

Aunque los costos de mantenibilidad total de la maquinaria en general están por debajo del costo de alquiler un 9%, se puede apreciar en el análisis de VPN que los costos de mantenibilidad de dos equipos, Volqueta OWY y Retroexcavadora CASE, superan el valor de alquiler, esto debido a los altos costos de inversión por reparación y su baja producción por varadas. De acuerdo a lo anterior debe hacerse un enfoque en el mantenimiento preventivo requerido siguiendo los procedimientos periódicos para aumentar la disponibilidad de equipos y reducir costos por mano de obra de mantenimiento y repuestos.

Al ser implementados los procedimientos de mantenimiento se tendrá que realizar un estudio económico nuevamente en un periodo de un año, el cual determinara si los costos de los equipos Retroexcavadora CASE y Volqueta OWY fueron reducidos y no superan el precio de alquiler, de no ser así y el valor de mantenibilidad supera al de alquiler, la mejor opción sería alquilar los servicios de estos equipos.

La estandarización de procesos a partir de formatos implementados para seguir el modelo AMEF, permiten facilidad del manejo de costos, procesos de mantenimiento, repuestos, tiempos muertos y producción, así mismo facilitan la comprensión de la información, plasmando los datos en las diferentes planillas, de igual manera el operador trabaja de la mano con el jefe de máquinas para llevar a cabo un control riguroso de los procedimientos, fallas y trabajo de los equipos que permiten la proyección de costos y producción.

La generación de un cargo de Jefe de máquinas ayudaría a mejorar la disponibilidad y disminuir las paradas por falla, planeando cronológicamente los procedimientos de mantenimiento, que permitan mitigar los riesgos de algunas fallas, de esta manera y teniendo en cuenta que los costos no son simplemente la inversión para mantenibilidad sino a su vez la baja producción por varada de los equipos, el dinero que pagaría dicho cargo se generaría a partir de su mismo trabajo (disminuir fallas y aumento de disponibilidad).

La relación de consumo combustible/hora nos permite visualizar la tendencia de consumo y que existen diferencias en los consumos de diferentes meses. (Para un valor más exacto habría que por medio de estudios técnicos y tecnológicos determinar la eficiencia de los diferentes equipos y poder proyectar el consumo promedio de diseño.)



La mejora en la metodología de mantenimiento podría dar como resultado una disminución en costos, ya que se puede evidenciar que una de las mayores pérdidas monetarias significa la parada de los equipos por varadas y a su vez mejoraría el rendimiento de la maquinaria en general.

Se debe brindar capacitaciones a operarios que orienten el buen manejo de los equipos, esto por parte de personal capacitado para dictar dichas capacitaciones.

La posesión de equipos después de un análisis de costos con valores estimados, resulta ser la mejor opción para la administración municipal ya que genera menos costos de los que acarrearía el alquiler de maquinaria.

La universidad Santo Tomas Seccional Tunja brinda conocimientos fundamentales en su curso de mantenimiento la cual es una electiva, la cual resulta ser una de las mayores aplicaciones de la ingeniería mecánica.

BIBLIOGRAFIA



- ANGEL, Rafael y OLAYA, Héctor. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA AGROANGEL, 2014, Pereira (Colombia), p. 23-25., [Documento electrónico]
- ALCALDIA MUNICIPAL, BASE DE DATOS DE MANTENIMIENTO.
- BARRIENTOS, Gabriela. MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA CON LA METODOLOGIA AMEF, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima (Perú), 2017. [Documento electrónico]
- BASABE, Fabián y BEJARANO, Manuela. ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO SOBRE LA CADENA DE VALOR A PARTIR DEL DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA CANTERA SALITRE BLANCO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A., PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá (Colombia), 2009, [Documento electrónico]
- CASTILLO, Robert. Metodología para elaborar un plan de mantenimiento bajo un enfoque estratégico, para aumentar el valor de los activos según las normas ISO 55001:2014, Trujillo (Perú). [Documento electrónico]
- Comité de gobierno de mantenimiento Cementos Argos. Aporte ISO 55000 al área de mantenimiento, Ejercicio práctico de aporte desde el área de mantenimiento, [Documento electrónico]
- COY, Sergio. Modelo de gestión de mantenimiento basado en costos para plantas del sector plástico, Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 2016. [Documento electrónico]
- EMPRE S.A. Proceso de mantenimiento maquinaria y equipos basado en ISO 9001, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS, 2003, [Documento electrónico].
- GONZALES, Jorge. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C., Chiclayo (Perú), 2016. [Documento electrónico]
- HERNANDEZ, Guillermo y SANCHEZ, Diana. MODELO FINANCIERO DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE COMPRA O ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA PARA EL DESARROLLO DE OBRAS CIVILES, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia), 2015. [Documento electrónico]
- MARTÍNEZ, Cesar. IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE MANUFACTURA PARA JUGUETES. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. (México), 2004. [Documento electrónico]
- Ministerio de transporte. Resolución 0001068, Capítulo VI, Artículo 29, del 23 de abril de 2015, [Documento electrónico]
- Ministerio de transporte. Resolución 004100, Artículo 7, 26 de diciembre de 2004, [Documento electrónico]
- Ministerio de transporte. Resolución 004100, Artículo 8, 26 de diciembre de 2004, [Documento electrónico]
- MONTALBAN, Edith, ARENAS, Erika, TALAVERA, Marianela y MAGAÑA, Rocío. Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla



Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz, Universidad Tecnológica de Querétaro, México. [Documento electrónico]

- MORFIN, David. ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS POTENCIALES APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2005, (México)., [Documento electrónico]
- RENOVETEC. Mantenimiento predictivo, Curso Técnico general de mantenimiento predictivo, [Documento electrónico]
- REYES, Gonzalo. ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO DE LA RENTA Y ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, Tecamachalco (México), 2017. [Documento electrónico]
- SANZOL, Lorenzo. ¿Qué es el mantenimiento industrial?, IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN, 2010, Pamplona (España), p. 8., [Documento electrónico]
- URIBE, Juan. Propuesta metodologica para la aplicación de la norma ISO 31000:2009 en el sistema de gestion de calidad para la universidad Libre sede el Bosque popular para el proceso de servicios generales en el subproceso de mantenimiento, 2012, Bogota (Colombia). [Documento electrónico]

ANEXOS



ANEXO A. Contrato de licitación para mantenimiento año 2018

	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>	GESTION ADMINISTRATIVA	
		R-GD-TRD-2	Versión: 01
		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
		Páginas: 1 de 15	Código: 110.19.01
SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		CONTRATO MC- 009-2018	

OBJETO	MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2018
VALOR	: \$ 150.095.000.0
PLAZO DE EJECUCIÓN	: 7 meses
LUGAR Y FECHA DE SUSCRIPCIÓN	Tibana, 18 de Mayo de 2018
CONTRATISTA	: JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO

Entre los suscritos a saber LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ mayor de edad, vecino de Tibana, identificado con la Cédula de Ciudadanía No 74.339.112 expedida en Tibana, obrando como representante legal del Municipio de Tibana (Boyacá), en su calidad de alcalde debidamente, quien en adelante para efectos del presente contrato se denominará el MUNICIPIO por una parte y por la otra AUTO LAVADO DONDE RISAS NIT 74339038-5 Rep legal JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía No. 74.339.038 de Tibana domiciliado en la calle 1 carrera 2, celular número 31 14888737, quien en adelante se denominará el CONTRATISTA, hemos acordado celebrar el presente contrato que se registrá por las siguientes cláusulas: previa las siguientes consideraciones: 1)- Que el Municipio de Tibana Boyacá, realizo procedo de menor cuantía N° 009-2018. 2)- Que agotado el procedimiento contractual respectivo al proceso se presentó JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO.3) Que según acta de evaluación, la propuesta es viable, jurídicamente, financieramente y económicamente viable para el Municipio. 4)Que Según resolución 135 de fecha 03 de Mayo de 2018 se abrió el proceso y se adjudicó mediante resolución N° 146 del 18 de Mayo de 2018 expedida por el Alcalde Municipal de Tibana.3)- Que el Tesorero Municipal de Presupuesto de esta entidad, expidió certificado de disponibilidad presupuestal; garantizando los recursos para cumplir con el pago de este contrato. Y el cual se registrá por las siguientes cláusulas: PRIMERA.- OBJETO. El CONTRATISTA se compromete para con el MUNICIPIO, a ejecutar mediante el proceso de valores unitarios **MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2018**. Conforme a los términos de referencia del proceso de menor cuantía N° mc-009/2018, propuesta que fue seleccionada por el Municipio de Tibana. Según acta de calificación. SEGUNDA.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTA: EL CONTRATISTA, se obliga para con el MUNICIPIO a cumplir con el objeto contractual que se establece en el presente contrato, realizando las siguientes actividades:

1	MANTENIMIENTO DE VOLQUETA OCB 069	CANT	UNITARIO	TOTAL
---	-----------------------------------	------	----------	-------

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo :	Secretaria de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123 794762 <i>"Trabajamos por el Tibana que queremos"</i> alcaldia@tibana-boyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
			Páginas: 2 de 15	Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 009-2018				

1.1	REPUESTOS				
1.1.1	Bombillo de unidad delantera	und	1	60.000	60.000
1.1.2	Cuartos de aceite de motor	cuarto	46	21.000	966.000
1.1.3	Filtro de aire primario	und	5	165.000	825.000
1.1.4	Filtro de aire secundario	und	5	152.000	760.000
1.1.5	Filtro de aceite de motor	und	5	125.000	625.000
1.1.6	Filtro de combustible	und	5	124.000	620.000
1.1.7	Filtro de trampa de agua	und	5	112.000	560.000
1.1.8	Boquilla del turbo	und	1	130.000	130.000
1.1.9	Soportes traseros de muelles	und	4	390.000	1.560.000
1.1.10	topes de auxiliar	und	4	140.000	560.000
1.1.11	juegos de frenos traseros	und	4	390.000	1.560.000
1.1.12	rodajas de freno	und	4	30.000	120.000
1.1.13	diafragma de freno tipo 30	und	2	65.000	130.000
1.1.14	retenedor trasero	und	1	140.000	140.000
1.1.15	libras de grasa de rodamiento	und	2	35.000	70.000
1.1.16	Hojas de resorte principales traseras	und	12	390.000	4.680.000
1.1.17	Hojas de resorte Delanteras	und	2	560.000	1.120.000
1.1.18	Cambio de zapatas del sistema de frenos delantero	und	4	300.000	1.200.000
1.1.19	Bajada de radiador para soldadura	und	1	350.000	350.000
1.1.20	Sumisito caja de la direccion	und	1	750.000	750.000
				TOTAL	16.786.000
1.2	MANO DE OBRA				
1.2.1	Soldadura de sobrechasis	gl	1	250.000	250.000
1.2.2	Volteo de llantas traseras	gl	4	20.000	80.000
1.2.3	Engrasadas	gl	6	30.000	180.000
1.2.4	Lavadas	gl	5	45.000	225.000

	Proyecto	Reviso	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo :	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>Trabajamos por el Tibana que queremos</i> alcaldia@tibanaboyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>	GESTION ADMINISTRATIVA	
		R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA	Fecha de aprobación : 18/12/2014	
CONTRATO MC- 009-2018			

2.2.5	Despinchadas	gl	10	25.000	250.000
2.2.6	Soldaduras de soporte	gl	1	90.000	90.000
2.2.7	Engrasadas	gl	6	30.000	180.000
2.2.8	Soldadura hausen	gl	2	350.000	700.000
2.2.9	Bajada de muelle traderos	gl	6	75.000	450.000
2.2.11	Arreglo de alternador	gl	1	395.000	395.000
2.2.12	Lavadas	gl	4	45.000	180.000
2.2.13	Soldadura de chasis	gl	1	350.000	350.000
2.2.14	Bajada de ruedas traderas	gl	2	75.000	150.000
2.2.15	Arreglo de arranque	gl	1	320.000	320.000
2.2.16	Bajadas de muelle delantero	gl	4	75.000	300.000
2.2.17	Instalacion de candados traderos	gl	1	100.000	100.000
2.2.18	Instalacion del automatico	gl	1	90.000	90.000
2.2.19	Cambio de aceite motor	gl	5	90.000	450.000
2.2.20	Baja de ruedas cambio albestos	gl	4	70.000	280.000
				TOTAL	5.545.000
3	MANTENIMIENTO DE RETRO CASE 590			UNITARIO	TOTAL
3.1	REPUESTOS				
3.1.1	Selenoide de los cambios	und	3	500.000	1.500.000
3.1.2	dientes calsasvalde trasero	und	4	90.000	360.000
3.1.3	Suministro de repuestos, empaques, rodamientos servotransmision	und	1	6.000.000	6.000.000
3.1.4	filtro de la serbotransmision	und	2	175.000	350.000
3.1.5	Cuartos de aceite motor 15w40	und	110	21.000	2.310.000
3.1.6	Filtro de aceite motor	und	5	120.000	600.000
3.1.7	Filtro de aire primario	und	5	194.000	970.000
3.1.8	Filtrode aire secundario	und	5	148.000	740.000
3.1.9	Filtro de combustible	und	5	138.000	690.000
3.1.10	Filtro de trampa de combustible	und	5	95.000	475.000
3.1.11	Filtro separador racor	und	3	40.000	120.000

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacia Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>Trabajamos por el Tibana que queremos</i> alcaldia@tibana-boyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibaná</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
		Páginas: 11 de 15		Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 009-2018				

6.2.2	arreglo de las escaleras de ascenso	gl	1	190.000	190.000
6.2.3	arreglo base ripper trasero	gl	1	165.000	165.000
6.2.4	Montajes de llantas	gl	8	90.000	720.000
6.2.5	lavadas	gl	3	45.000	135.000
6.2.6	Cambio de aceite motor	gl	5	90.000	450.000
6.2.7	arreglo de ripper delantero	gl	1	190.000	190.000
6.2.8	despinchada	gl	4	90.000	360.000
6.2.9	Arreglo de botellas de direccion, incluye cambio embolo	gl	4	345.000	1.380.000
6.2.10	Cambio de cuchillas	gl	4	300.000	1.200.000
6.2.11	Arreglo botella rippertracero	gl	1	950.000	950.000
6.2.12	Ajuste de la cuchilla y tornamesa	gl	1	350.000	350.000
6.2.13	Cambio filtros de aire	gl	2	50.000	100.000
6.2.14	Montaje de motor hidraulico de la tornamesa	gl	1	750.000	750.000
				TOTAL	7.075.000
RESUMEN GENERAL					
	Volqueta OEO 023				23.541.000
	Volqueta oOCB 069				22.971.000
	Volqueta OWY 018				23.480.000
	Motoniveladora				27.754.000
	Vibrocompactador CASE				8.455.000
	Retroexcavadora CASE				43.894.000
	TOTAL				150.095.000

Son: CIENTO CINCUENTA MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL PESOS MCTE (\$ 150.095.000.00) TERCERA.- VALOR DEL CONTRATO Y FORMA DE PAGO. El valor total del presente contrato es la suma CIENTO CINCUENTA MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL PESOS MCTE (\$ 150.095.000.00).El municipio cancelará el valor total de la siguiente forma: El 50% como anticipo y 50% como liquidación previa presentación del informe de Interventoría con sus debidos soportes

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIA Z
Cargo :	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123 794762 <i>Trabajamos por el Tibaná que queremos*</i> alcaldia@tibaná-boyacá.gov.co Código Postal: 153260			

Fuente: Alcaldía de Tibaná- secretaria de planeación



ANEXO B. Contrato de licitación para mantenimiento año 2019

	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>	GESTION ADMINISTRATIVA	
		R-GD-TRD-2	Versión: 01
SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
		Páginas: 1 de 28	Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 002-2019			

OBJETO **MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2019**

VALOR : \$ 123.000.000.00

PLAZO DE EJECUCIÓN : 9 meses

LUGAR Y FECHA DE SUSCRIPCIÓN Tibana, 15 de Marzo de 2019

CONTRATISTA : JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO

Entre los suscritos a saber LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ mayor de edad, vecino de Tibana, identificado con la Cédula de Ciudadanía No 74.339.112 expedida en Tibana, obrando como representante legal del Municipio de Tibana (Boyacá), en su calidad de alcalde debidamente, quien en adelante para efectos del presente contrato se denominará el MUNICIPIO por una parte y por la otra AUTO LAVADO DONDE RISAS NIT 74339038-5 Rep legal JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía No. 74.339.038 de Tibana domiciliado en la calle 1 carrera 2, celular número 3114888737, quien en adelante se denominará el CONTRATISTA, hemos acordado celebrar el presente contrato que se regirá por las siguientes cláusulas: previa las siguientes consideraciones: 1)- Que el Municipio de Tibana Boyacá, realizo proceso de menor cuantía N° 002-2019. 2)- Que agotado el procedimiento contractual respectivo al proceso se presentó JOSE ISAIAS AREVALO SARMIENTO.3) Que según acta de evaluación, la propuesta es viable, jurídicamente, financieramente y económicamente viable para el Municipio. 4) Que Según resolución 052 de fecha 14 de Marzo de 2019 se abrió el proceso y se adjudicó mediante resolución N° 074 del 14 de Marzo de 2019 expedida por el Alcalde Municipal de Tibana.3)- Que el Tesorero Municipal de Presupuesto de esta entidad, expidió certificado de disponibilidad presupuestal; garantizando los recursos para cumplir con el pago de este contrato. Y el cual se regirá por las siguientes cláusulas: PRIMERA.- OBJETO. El CONTRATISTA se compromete para con el MUNICIPIO, a ejecutar mediante el proceso de valores unitarios. **MANTENIMIENTO Y REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE TIBANA 2019**. Conforme a los términos de referencia del proceso de menor cuantía N° mc-002/2019, propuesta que fue seleccionada por el Municipio de Tibana. Según acta de calificación. SEGUNDA.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTA: EL CONTRATISTA, se obliga para con el MUNICIPIO a cumplir con el objeto contractual que se establece en el presente contrato, realizando las siguientes actividades:

	Proyecto	Reviso	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			

Palacio Municipal Cra. 5 N° 6-17 Telefax 7338191 cel. 3123794762
"Trabajamos por el Tibanó y su desarrollo"
alcaldia@tibana-boyaca.gov.co
 Código Postal: 153260



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
			Páginas: 2 de 28 Código: 110.19.01	
CONTRATO MC- 002-2019				

1 MANTENIMIENTO DE VOLQUETA OCB 069						
1,1	REPUESTOS	UND	CANT	VLR/UNIT	Val/Unt	VLR/TOTAL
1.1.1	Cuartos de aceite de motor	UND	46	\$ 21.000	\$ 17.245	\$ 966.000
1.1.2	Filtro de aire primario	UND	4	\$ 165.000	\$ 135.498	\$ 660.000
1.1.3	Filtro de aire secundario	UND	4	\$ 152.000	\$ 124.822	\$ 608.000
1.1.4	Filtro de aceite de motor	UND	3	\$ 125.000	\$ 102.650	\$ 375.000
1.1.5	Filtro de combustible	UND	5	\$ 124.000	\$ 101.829	\$ 620.000
1.1.6	Filtro de trampa de agua	UND	3	\$ 112.000	\$ 91.974	\$ 336.000
1.1.7	Soportes traseros de muelles	UND	4	\$ 250.000	\$ 205.300	\$ 1.000.000
1.1.8	topes de auxiliar	UND	1	\$ 140.000	\$ 114.968	\$ 140.000
1.1.9	juegos de frenos traseros	UND	1	\$ 390.000	\$ 320.268	\$ 390.000
1.1.10	diafragma de freno tipo 30	UND	1	\$ 65.000	\$ 53.378	\$ 65.000
1.1.11	retenedor trasero	UND	1	\$ 140.000	\$ 114.968	\$ 140.000
1.1.12	libras de grasa de rodamiento	UND	1	\$ 35.000	\$ 28.742	\$ 35.000
1.1.13	Hojas de resorte principales traseras	UND	6	\$ 390.000	\$ 320.268	\$ 2.340.000
1.1.14	Hojas de resorte Delanteras	UND	1	\$ 560.000	\$ 459.872	\$ 560.000
1.1.15	Cambio de zapatas del sistema de frenos delantero	UND	1	\$ 300.000	\$ 246.360	\$ 300.000

	Proyecto	Reviso	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>"Trabajamos por el Tibanó y su desarrollo"</i> alcaldia@tibana-boyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	República de Colombia Departamento de Boyacá Municipio de Tibana		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA			Fecha de aprobación : 18/12/2014	
			Páginas: 4 de 28	Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 002-2019				

1,2	MANO DE OBRA	CANT	CANT	VLR/UNIT		VLR/TOTAL
1.2.3	Engrasadas	UND	6	\$ 30.000	\$ 24.636	\$ 180.000
1.2.4	Lavadas	UND	5	\$ 45.000	\$ 36.954	\$ 225.000
1.2.7	Despinchadas	UND	8	\$ 25.000	\$ 20.530	\$ 200.000
1.2.11	Cambio de aceite motor	UND	3	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 270.000
1.2.21	instalacion manguera del compresor	UND	1	\$ 48.000	\$ 39.418	\$ 48.000
1.2.22	arreglo de caja de direccion	UND	1	\$ 300.000	\$ 246.360	\$ 300.000
1.2.23	corregir fuga de aceite en tapa frontal de motor	UND	1	\$ 420.000	\$ 344.904	\$ 420.000
1.2.24	instalacion de manguera	UND	1	\$ 24.000	\$ 19.709	\$ 24.000
1.2.25	bajadas de muelle	UND	5	\$ 60.000	\$ 49.272	\$ 300.000
1.2.26	instalacion del termostato	UND	1	\$ 36.000	\$ 29.563	\$ 36.000
1.2.27	instalacion de la pera de temperatura	UND	1	\$ 36.000	\$ 29.563	\$ 36.000
1.2.28	instalacion de candados de freno	UND	3	\$ 24.000	\$ 19.709	\$ 72.000
1.2.29	arreglo de farolas	UND	2	\$ 300.000	\$ 246.360	\$ 600.000
1.2.30	bases de soporte trasero	UND	4	\$ 36.000	\$ 29.563	\$ 144.000
1.2.31	arreglo del sistema de luces	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			

Palacio Municipal Cra. 5 N° 6-17. Telefax 7338191 cel. 3123794762
"Trabajamos por el Tibana que queremos"
alcaldia@tibana-boyaca.gov.co
 Código Postal: 153260



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
		Páginas: 10 de 28		Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 002-2019				

2.2.10	Lavadas	UND	4	\$ 45.000	\$ 36.954	\$ 180.000
2.2.11	Cambio de aceite motor	UND	5	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 450.000
2.2.12	Obra de mano para bajada e instalacion de bomba e inyectores de combustible	UND	1	\$ 1.500.000	\$ 1.231.800	\$ 1.500.000
		TOTAL	TOTAL			\$ 4.705.000
3	MANTENIMIENTO DE RETRO CASE 590					
3,1	REPUESTOS	CANT	CANT	VLR/UNIT		VLR/TOTAL
3.1.1	Selenoide de los cambios	UND	2	\$ 500.000	\$ 410.600	\$ 1.000.000
3.1.2	dientes calsasvalde trasero	UND	6	\$ 90.000	\$ 73.908	\$ 540.000
3.1.3	filtro de la serbotransmision	UND	1	\$ 175.000	\$ 143.710	\$ 175.000
3.1.4	Filtro de aceite motor	UND	3	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 360.000
3.1.5	Filtro de aire primario	UND	5	\$ 194.000	\$ 159.313	\$ 970.000
3.1.6	Filtrode aire secundario	UND	5	\$ 148.000	\$ 121.538	\$ 740.000
3.1.7	Filtro de combustible	UND	5	\$ 138.000	\$ 113.326	\$ 690.000
3.1.8	Filtro de trampa de combustible	UND	5	\$ 95.000	\$ 78.014	\$ 475.000
3.1.9	Filtro separador racor	UND	3	\$ 40.000	\$ 32.848	\$ 120.000
3.1.10	Empaquetaduras botellas de giro	UND	2	\$ 380.000	\$ 312.056	\$ 760.000

	Proyecto	Reviso	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeacion e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>"Trabajamos por el Tibana que queremos"</i> alcaldia@tibana-boyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibaná</i>		GESTION ADMINISTRATIVA	
			R-GD-TRD-2	Versión: 01
			Fecha de aprobación : 18/12/2014	
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Páginas: 24 de 28	Código: 110.19.01
CONTRATO MC- 002-2019				

6.2.13	ajuste de tornamesa	UND	1	\$ 216.000	\$ 177.379	\$ 216.000
6.2.14	soldadura de la botella de articulacion	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000
6.2.15	instalacion de pasador	UND	1	\$ 120.000	\$ 98.544	\$ 120.000
6.2.16	arreglo del sistema de luces	UND	1	\$ 60.000	\$ 49.272	\$ 60.000
6.2.17	ajuste de cuchilla	UND	1	\$ 180.000	\$ 147.816	\$ 180.000
6.2.18	instalacion de tapete	UND	1	\$ 24.000	\$ 19.709	\$ 24.000
6.2.19	revison de piñon de tornamesa	UND	1	\$ 30.200	\$ 24.800	\$ 30.200
6.2.20	revison de tandares traseros	UND	1	\$ 60.000	\$ 49.272	\$ 60.000
		TOTAL	TOTAL			4.665.200

RESUMEN GENERAL ACTUALIZADO		
1	Volqueta OCB 069	14.895.200
2	Volqueta OEO 023	21.474.600
3	Retroexcavadora CASE	\$ 27.805.200
4	Volqueta OWY 018	\$ 22.331.200
5	Vibrocompactador CASE	\$ 11.449.000

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeación e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>Trabajamos por el Tibaná que queremos*</i> alcaldia@tibanaboyaca.gov.co Código Postal: 153260			

Fuente: Alcaldía de Tibaná-Secretaria de planeación
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=19-11-9059216>

ANEXO C. Planilla de pago de nómina municipal

TOTAL ADMINISTRACION CENTRAL			26,435,003		26,435,001	421,190	26,856,191	1,057,300		1,057,300	38,800	4,143,311	65,900	6,362,611	20,493,580	
JORGE ELIECER	4,275,578	CONDUCTOR MECANICO	1,810,014	30	1,810,014	0	1,810,014	72,400.00	PORV	72,400.00	MEDID	0	0	144,800	1,665,214	
JO HERNAN	1,077,146,417	OPERADOR DE MAQUINARIA	1,822,998	30	1,822,998	0	1,822,998	72,900.00	COLP	72,900.00	COMP	0	275,682	21,400	442,882	1,380,116
O	74,339,084	CONDUCTOR	1,207,774	30	1,207,774	60,170	1,267,944	48,300.00	PORV	48,300.00	MEDID	0	230,224	0	326,824	941,120
BRIGUEZ RAFAEL H.	4,276,280	CONDUCTOR	1,207,774	30	1,207,774	60,170	1,267,944	48,300.00	COLP	48,300.00	MEDID	0	107,132	203,732	1,064,212	
ZAMON JOSE NORBERTO	1,054,800,916	CONDUCTOR	1,207,774	30	1,207,774	60,170	1,267,944	48,300.00	PORV	48,300.00	NUEV	0	230,027	0	326,627	941,317
TOTAL OPERARIOS MANTENIMIENTO VIAL			7,256,335		7,256,335	180,510	7,436,844	290,200	0	290,200	0	0	735,933	128,532	1,444,865	5,991,979
LUIS ANTONIO	4,276,941	AUX. SERVICIOS GENERALES	921,254	30	921,254	60,170	981,424	34,700	PROT	34,700	NUEV	0	0	0	69,400	912,024
TOTAL OPERARIOS MANTENIMIENTO PARQUE PRINCIPAL			921,254		921,254	60,170	981,424	34,700	0	34,700	0	0	0	0	69,400	912,024
IREZ AURA LUCIA	1,049,608,510	INSPECTOR DE POLICIA	2,157,848	30	2,157,848	0	2,157,848	86,300	PORV	86,300	SANTI	0	121,231	0	293,931	1,863,917
DINA MARCELA	24,163,017	AUXILIAR ADMINISTRATIVO	1,280,975	30	1,280,975	60,170	1,341,145	51,200	COLP	51,200	NUEV	0	382,520	113,471	598,391	742,754
TOTAL JUSTICIA			3,438,823		3,438,823	60,170	3,498,993	137,500	0	137,500	0	0	503,851	113,471	892,322	2,606,671
CABALLERO DIANA MARIA	33,379,664	COMISARIA DE FAMILIA	2,608,771	30	2,608,771	0	2,608,771	104,300	COLP	104,300	MEDID	0	0	0	208,600	2,400,171
ERO LINA	1,030,534,038	TECNICO ADMINISTRATIVO	1,292,140	30	1,292,140	60,170	1,352,310	51,700	PROT	51,700	NUEV	0	553,275	14,400	671,075	681,235
			3,900,911		3,900,911	60,170	3,961,081	156,000		156,000		0	553,275	14,400	879,675	3,081,406
			1,292,140	30	1,292,140	60,170	1,352,310	51,700	ONES	51,700	NITAS	0	0	0	103,400	1,248,910
CONSUELO MARTHA	40,022,289	TECNICO ADMINISTRATIVO	1,292,140	30	1,292,140	60,170	1,352,310	51,700	COLP	51,700	SANTI	0	0	0	103,400	1,248,910
ACCION			1,292,140		1,292,140	60,170	1,352,310	51,700				0	0	0	103,400	1,248,910
			43,244,467	0	43,244,465	842,340	44,086,843	1,727,400		1,727,400		38,800	5,936,370	322,303	9,752,273	34,334,570

orden del Banco Agrario a los funcionarios: Luz Dilma Arias, Jorge Eliecer Cruz y Alirio Fandiño no se les descuenta cuota de credito de Banco Agrario según relacion de libranzas, se retoma el descuento para la nomina de Junio

o Agrario se ajustan las cuotas de descuento de las personas con libranzas a partir del mes de Mayo

pieza credito comfaboy me s de Junio

RO MILLAN DIAZ

FLOR AZUCENA ACEVEDO RODRIGUEZ
Secretaria de Hacienda

Fuente: Alcaldía de Tibaná-Tesorería municipal



ANEXO D. Cotización alquiler de maquinaria.

CONSTRUCTORA WILLIAM RICARDO MOJICA ROMO

DIRECCION: CALLE 11 N.º 15-57 Barrio HAUSIPINGO MOCOA-PUTUMAYO

CEL: 3112573706

COTIZACION ALQUILER DE MAQUINARIA

TARIFA DE ALQUILER MAQUINARIA FEBRERO 2019

EQUIPO	UNIDAD	TARIFA Antes de impuestos	STAND BY
Motoniveladora CAR 120H	HORA	\$ 150.000	4 HORAS/DIA
Compactador CAR CS423E	HORA	\$ 90.000	4 HORAS/DIA
Retroexcavadora CASE 580N	HORA	\$ 90.000	4 HORAS/DIA
Cargador sobre llantas CAT 910	HORA	\$ 90.000	4 HORAS/DIA
Volqueta sencilla 7 M3 (10 TON)	DIA (8 HORAS)	\$ 500.000	\$ 200.000/DIA
Volqueta doble troque 14 M3 (19 TON)	DIA (8 HORAS)	\$ 900.000	\$ 300.000/DIA

WILLIAM RICARDO MOJICA ROMO
INGENIERO CIVIL
C.C. No. 18.126.118
M.P. No. 19202-80557 CAU



ANEXO E. Cotización alquiler de maquinaria.



LISTA DE PRECIOS

Vigentes a partir de 1 de Febrero de 2012

EQUIPOS	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Compresor 185 un (1) Martillo (con operador)	hora	\$ 42.000
Compresor 185 dos (2) Martillos (con operador)	hora	\$ 70.000
Vibro compactador tipo Rana	día	\$ 32.000
Apisonador tipo Canguro	día	\$ 40.000
Vibrador de Concreto a Gasolina	día	\$ 30.000
Vibrador de Concreto Eléctrico	día	\$ 30.000
Motobomba a Gasolina 2"	día	\$ 30.000
Corte de piso en asfalto	ml	\$ 2.800
Corte de piso en concreto	ml	\$ 3.500
Báscula	día	\$ 9.000
Tacos metálicos de 2 a 3,3 m	día	\$ 350
Cerchas metálicas de 3 m	día	\$ 350
Concretadora eléctrica de 1,5 sacos	día	\$ 35.000
Concretadora gasolina de 1,5 sacos	día	\$ 40.000
Pulidora manual de 4"	día	\$ 12.000
Taladro de 3/8"	día	\$ 12.500
Taladro roto percutor TE-7C máx. 1" o similar	día	\$ 30.000
Broca para taladro percutor de 1/2"	día	\$ 8.500
Bulldozer D5E (con operador)	hora	\$ 95.000
Motoniveladora (con operador)	hora	\$ 140.000
Retroexcavadora F 555, CAT 416 (con operador)	hora	\$ 70.000
Vibro compactador RSS800 (con operador, tipo Bennitin)	hora	\$ 38.000
Vibro compactador RD 12 (con operador)	hora	\$ 50.000
Vibro compactador DD 24 (con operador)	hora	\$ 60.000
Vibro compactador SD 70 (con operador)	hora	\$ 80.000
Vibro compactador SD 100 (con operador)	hora	\$ 100.000
Volqueta sencilla (con operador)	día	\$ 300.000
Volqueta doble troque (con operador)	día	\$ 600.000
Camión de 3 toneladas (con operador)	día	\$ 185.000
Acarreo	un	\$ 40.000

CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER DE EQUIPOS

Carrera 57 # 24 - 23 PBX: 444 6846
Fax: 444 6846 e-mail: ugmingenieria@une.net.co
Medellín - Colombia



Atentamente,

OSCAR ANDRÉS MORENO LÓPEZ

Director Comercial

U.G.M. INGENIERÍA S.A.

CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER DE EQUIPOS

Carrera 57 # 24 - 23 PBX: 444 6846

Fax: 444 6846 e-mail: ugmingeneria@une.net.co
Medellín - Colombia

Fuente: UGM ingeniería SAS



ANEXO F. Registro de ordenes de mantenimiento para Retroexcavadora

ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:	MARCA:	SERIAL:	MODELO:
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR
1	Soldar oxidadores y bajo de balde delantero	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
2	Cambio de aceite y cambio de filtro	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
3	Cambio de correa aire acondicionado	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	SI	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
4	Soldadura de tubo hidraulico	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
5	limpiesa de switch de cambio	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
6	Cambio de torren en banco de valvulas tracero	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
7	Arreglo en sistema electrico de marcha	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
8	Soldadura de speed de transmision	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
9	Aumento de diametro en acople de eje	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
10	Cambio de eje de bomba hidraulica y filtro hidraulico	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
11	Cambio de bomba hidraulica y bomba	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
12	Cambio de manguera	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
13	Cambio de filtro hidraulico	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
14	Cambio de filtros general (combustibles, aire)	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	
15	arreglo de carcasa de filtros	URGENTE	PREVENTIVO		Jose J
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X	
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO	

Fuente: Autor y mecánico de patio



ANEXO G. Registro de ordenes de mantenimiento para Motoniveladora

ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:			
		MARCA:	SERIAL:	MODELO:	
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR
06/02 1	Arreglo de botellas de direccion	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
06/02 2	Cambio de corona piron de tornamesa	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
08/02 3	Arreglo de pasador delantero y bujes	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
17/03 4	Añadir protectores de Botellas de direccion	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
18/03 5	Revisión de estado tornillo de tornamesa	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
23/03 6	Despinchar llanta	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
28/03 7	Soldadura de fuga en tubo hidraulico	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
11/03 8	Revisión de corona piron	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
13/03 9	Cambio de horren en tubo hidraulico acoplado a sistema ref	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
24/03 10	Cambio de 3 llantas traseras 2 y delantero 1	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
28/03 11	Cambio de filtros de aire	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
29/03 12	Soldadura de mordaza base de cuchillo	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
5/04 13	cambio de horren en tubo hidraulico acoplado a sistema ref	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
9/04 14	Cambio de manguera hidraulica de cuchillo	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
15/04 15	Instalacion de lumina frontal, mejor de maquina	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Josefina
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		

Fuente: Autor y mecánico de patio



ANEXO H. Registro de ordenes de mantenimiento para Vibro compactador

ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:			
		MARCA:			
		SERIAL:			
		MODELO:			
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR
13/02 1	Cambio de filtros de combustible	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
14/02 2	Cambio de soportes (mogolbs) x cilindro	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
16/02 3	Engrase general	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
18/02 4	Instalacion de vidrio	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
18/03 5	Engrase general	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20/03 6	Arreglo de pito de reversa	URGENTE	PREVENTIVO	SI NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
08/04 7	Cambio de filtros de aire	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20/04 8	Revison de nivel de aceite servotransmisor	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
22/04 9	Cambio de filtros de combustible	URGENTE	PREVENTIVO	X NO	Jose Tu
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		

Fuente: Autor y mecánico de patio




ANEXO I. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OYW

ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:	Volqueta Owy-018		
		MARCA:	Kenworth		
		SERIAL:			
		MODELO:	2014		
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR
4/02 1	Cambio de pasador de templete	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
9/02 2	Cambio de camara de aire (freno)	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
11/02 3	Reparacion de freno de aboque y revision de sistema de sonido	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
13/02 4	cambio de eje y empuque	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
15/02 5	Cambio de valvulina de housen y engrasado general	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
16/02 6	lavado y engrase	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
18/02 7	Cambio de baterias	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
5/03 8	Graduacion de clutch	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
27/03 9	rectificado de culata	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
27/03 10	Sincronizacion y arreglo de inyectores	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
9/04 11	Reparacion de motor	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
11/04 12	Cambio de aceite	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20/04 13	cambio de retenedor en pucha traseru derecha	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
20/04 14	Engrase general	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		
3/05 15	Arreglo de caja de cambios	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Isaias.
		PREFERENTE	CORRECTIVO		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO		

Fuente: Autor y mecánico de patio



ANEXO J. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OCB

		ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:	Volqueta	
				MARCA:	INTERNATIONAL	
				SERIAL:		
				MODELO:		
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR	
8/02 1	Cambio en incerto de mangueras	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
9/02 2	Remachas Vanetas de lado derecho	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
17/02 3	Cambiar candado de freno trasero izquierdo y engrase	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
20/02 4	lavado de radiadores	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
11/03 5	Limpieza de tablero	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
5/03 6	Cambio de escalizaca	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
14/03 7	Apretar ucoples de tun- que de combustible	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
26/03 8	Sellado y apnd de mangueras de motor	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
28/03 9	Soldadura de templete	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
15/04 10	Cambio de filtros de combustibles	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
20/04 11	Cambio de buje, templete y tornillo	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
21/05 12	Arreglo de caja de direccion	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
11/05 13	Instalacion de la bomba hidraulica de direccion	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
25/05 14	Arreglo de unidad	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
15/05 15	Arreglo de latonera	URGENTE	PREVENTIVO		Jose Isaac	
		PREFERENTE	CORRECTIVO	X		
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		

Fuente: Autor y mecánico de patio



ANEXO K. Registro de ordenes de mantenimiento para Volqueta OEO

		ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:	Volqueta OEO	
				MARCA:	International	
				SERIAL:		
				MODELO:	1994	
ITEM	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	FIRMA MEC/ASESOR	
14/02 1	Cambio de retenedores y rodillos pucha trasero derecho	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
16/02 2	Cambio de filtros de combustible y purga de sistema	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
02/02 3	cambio de tornillo central y tornillo tope auxiliar	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
08/02 4	Cambiar piston de toma fuerza	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
08/02 5	Arreglo de bomba de inyeccion e inyectores	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
08/03 6	Arreglo de bomba hidraulica	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
11/03 7	Arreglo de deposito de agua (tapar fugas)	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
13/03 8	Soldadura de topos en muelle	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
21/03 9	Soldadura de templete provisional	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
20/04 10	Cambiar templete y buje	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
20/04 11	Engrase general	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
4/04 12	Arreglo del toma fuerza bomba hidraulica	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
8/04 13	Destrabado de caja de velocidades	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
11/04 14	Arreglo de sincronizacion	URGENTE	PREVENTIVO	X	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			
17/04 15	Instalacion de la manguera del volco	URGENTE	PREVENTIVO	SI	Jose Iru	
		PREFERENTE	CORRECTIVO			
		PROGRAMABLE	PREDICTIVO			

Fuente: Autor y mecánico de patio



ANEXO L. Registro de consumo de repuestos Retroexcavadora

Retro.

DIA	VEHICULO	CONTROL DE REPUESTOS		MARCA
		MES	AÑO	
		REPUESTO		
12/2/19		1 Correa 4PK aire acondicionado.		4PK
11/02/19		aceite motor		Atkela.
11/02/19		Filtro de aceite		CNH
14/03/19		2 Retenedores de eje de servotransmisión		CNH
14/03/19		Eje bomba hidraulica		Manufacturado
16/03/19		6 gl de valvulina y 4gl hidraulica		Terpel
27/03/19		Bomba hidraulica		CNH
27/03/19		Hidraulico		Terpel
27/03/19		filtro hidraulico		Duramax
21/03/19		1 manguera de bomba hidraulica		
21/03/19		1 manguera de filtro - Ruedas hidro		
21/03/19		2 mangueras de botella de giro		
21/03/19		2 Filtros hidraulicos		CNH
20/04/19		8 tornillos 7/8 x 12		
20/04/19		Filtros de combustible		CNH
20/04/19		Filtros de aire		Donaldson
14/03/19		Retenedores de bomba hidraulica		
15/03/19		abrazadora		

Fuente: Autor

ANEXO M. Registro de consumo de repuestos Motoniveladora

Motoniveladora

DIA	VEHICULO	CONTROL DE REPUESTOS		MARCA
		MES	AÑO	
		REPUESTO		
6/02/19		Empaquetaduras de botellas de direccion		CNH
6/02/19		Corona de tornamesa		CNH
8/02/19		1 Pasador Trendclantero		
8/02/19		1 Galon de valvulina y silicona		Terpel
13/03/19		horren 2"		
18/03/19		horren 2"		
28/03/19		filtros de aire primario y secund.		Donaldson
6/02/19		2 Pistones de botella		
4/04/19		manguera		
15/04/19		1 lamina y 2 tornillos 5/8 x 1		
		1 neumatico 1400 R 24		
		2 Filtros de combustible y tramp		Racor 2016
		1 filtro hidraulico		CNH
		1 horren		CNH

Fuente: Autor



ANEXO N. Registro de consumo de repuestos Vibro compactador.

Vibrocompactador

DIA	VEHICULO	CONTROL DE REPUESTOS		MARCA
		MES	AÑO	
		REPUESTO		
13/2.		2 filtros combustibe. 1 filtro Racor Triampa		Ff. Racor
16/.		6 soportes de cilindro.		cat
18/02		Vidrio		
22/04		Filtros combustibe		Fleetguard
22/04		filtro trampa combustible		ruca
8/04		Filtros de aire		Donaldson

Fuente: Autor

ANEXO O. Registro de consumo de repuestos Volqueta OWY.

OWY 018

DIA	VEHICULO	CONTROL DE REPUESTOS		MARCA
		MES	AÑO	
		REPUESTO		
7/02/19		1 Pasador 1 K3 fuerza 4 arandela		cat
4/02/19		1 Template. Pasador 1 arandela.		cat
9/02/19		1 Camara de aire		PeL
13/02/19		1 eje 9/2 x 46. 1 Enpaque cuero		Eaton
23/02/19		26l aceite 15w/40		Delo 400
9/04/14		kit de reparacion over hall cummins 240 156		cummins
9/04/14		kit de reparacion de culata cummins 156 240		cummins
11/04/14		66l de aceite 15w-40		Delo 400
11/04/14		filtros primario y secundario motor		Fleetguard
11/04/14		filtros de aire primario y secundario		Donaldson
11/04/14		Silicona Gris		
11/04/14		20 cm de manguera desfogar		
11/04/14		1/4 aceite 15w/40		Delo 400
11/04/14		4 Tornillos 3/8 x 2		
20/04/14		Retenedor 9/2		CNA
20/04/14		2 lb grasa		litio
03/05/19		Tren fijo cuy de Velocidad 5606A		SPICER
03/05/19		Pion de primera		fuller
03/05/19		Sincronizador de primera		fuller

Fuente: Autor



ANEXO P. Registro de consumo de repuestos Volqueta OCB

OCB 069

CONTROL DE REPUESTOS			MES	
			AÑO	
DIA	VEHICULO	REPUESTO	MARCA	
9/2/19		bandas de freno grueso y Pas de rodaje.		
17/02/19		1. Cambio de freno trasero automatico.		
15/02/19		Filtro combustible		Parson
04/03/19		Esqualizacion		Eaton Fuller
04/03/19		Arandelas de Ajuste		Spicer
04/03/19		Rodillo de speed		Spicer
04/03/19		Silicona		
15/04/19		Hidraulico		
15/04/19		Filtro de combustible		
15/04/19		Filtro de aceite de motor		Donaldson
20/04/19		Acete 15W-40		Mobil Mx
20/04/19		Filtro de aire primario y secundario		Donaldson

Fuente: Autor


ANEXO Q. Registro de consumo de repuestos Volqueta OEO.

OEO 023

CONTROL DE REPUESTOS			MES	
			AÑO	
DIA	VEHICULO	REPUESTO	MARCA	
4/02/19		Retenedor giratorio y Pas de Rodaje.		SPICER
6/02/19		Filtros combustible.		
7/02/19		Templete Hl Tornillo ental. 3 Tornillos 1/2 x 3.		Hl. car
8/03/19		2 G1 Valvulina		Teipel
8/03/19		Silicona Gris		
11/03/19		2 G1		
20/04/19		Tornillo central 1/2 x 12		
20/04/19		Templete y Buje		


Fuente: Autor

ANEXO R. Control ordenes de trabajo mantenimiento Retroexcavadora.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO							
MES: 1 Febrero		VEHICULO: Retroexcavadora		PLACA:			
		MARCA: CASE		MODELO: 2012			
NOMBRE MECANICO:							
DIA	MES	AÑO	HORAS	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTO	FIRMA MECANICO	FIRMA INSPECTOR
12	02	19	1h.	Cambio correa de aire acondicionado		Josefa	
11	02	19.	1h.	Cambio aceite motor y filtros.	Cambio aceite motor	Jose J	
12	02	19.		Soldador Tubo hidraulico	Soldar tubo hidraulico	Jose G	
16	02	19		Soldar pasadores y bujes y soldadura pasador oriente.	Soldar pasador y bujes oreja bom	Jose J	
16	02	19		limpiar switch de cambios	limpiar Switch de Cambios	Jose J	
20	02	19	3,5 h	cambio de orren	cambio de orren de acople en banco de valvulas tractor	Jose J	
27	02	19	4h	Revisión en sistema de marchas	Atrago en sistema electrico de marchas	Jose J	
14	03	19	26h	Bajar transmisión para soldadura de speed	Bajar transmisión para ajuste y soldadura de speed	Jose J	
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor y mecánico de patio

ANEXO S. Control ordenes de trabajo mantenimiento Motoniveladora

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO							
MES:		VEHICULO: Motoniveladora		PLACA:			
		MARCA:		MODELO:			
NOMBRE MECANICO:				DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTO		FIRMA MECANICO	FIRMA INSPECTOR
DIA	MES	AÑO	HORAS	PROCEDIMIENTO			
13	03	19	1h	cambio de horren	Se cambio el horren de acople de tubo hidraulico para sellar y evitar fuga	Jose Fu	
18	03	19	1h	cambio de horren	Se cambio horren de acople sellando y evitando fugas	Jose Fu	
24	03	19	—	montaje de 3 llantas	Se realizo el montaje de 3 llantas por desgaste	Jose F	
28	03	19	30min	cambio filtros de aire	Se cambiaron filtros de aire para proteccion de toma de motor	Jose Fu	
28	03	19	30min	cambio de horren	Se cambio horren de acople	Jose Fe	
29	03	19	2h	soldadura de mordaza base de cuchillo	se bajo cuchillas para relleno de soldadura en mordaza	Jose Fe	
5	04	19	1h	cambio de horren	se cambio horren de acople	Jose F	
9	04	19		cambio de manguera hidraulica	se cambio manguera hidraulica de cuchillo	Jose Fe,	
OBSERVACIONES:		28/03/19 queda pendiente filtro secundario					
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor y mecánico de patio

Los anterior mostrados son tablas de donde se sacaron las horas muertas trabajadas



NEXO T. Control de ordenes de mantenimiento y repuestos motoniveladora

		ORDENES DE TRABAJO MANTENIMIENTO		MAQUINA:	MOTONIVELADORA		
				MARCA:	CASE		
				SERIAL:	HBZN0845TEAF04507		
				MODELO:	2014		
ITEM	FECHA	TAREA EJECUTADORA	PRIORIDAD	TIPO DE MANT.	REALIZADO	TIEMPO DE TRABAJO	PRECIO DE TRABAJO
1	6-feb.-19	Arreglo de cilindro hidráulico de dirección	URGENTE	PREVENTIVO	SI	8	\$ 345.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
2	6-feb.-19	Montaje de motor hidráulico de tornamesa	URGENTE	PREVENTIVO	SI	8	\$ 750.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
3	8-feb.-19	Arreglo de pasador delantero y bujes	URGENTE	PREVENTIVO	SI	2	\$ 120.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
4	11-mar.-19	2 revisión de corona piñón	URGENTE	PREVENTIVO	SI	0,75	\$ 60.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
5	13-mar.-19	cambio de O'ring en tubo hidráulico acoplado a sistema de refrigeración	URGENTE	PREVENTIVO	SI	0,75	\$ 70.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
6	17-mar.-19	Añadir protectores a botellas de giro	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 300.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
7	18-mar.-19	3 revisión de corona piñón	URGENTE	PREVENTIVO	SI	0,75	\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
8	23-mar.-19	Despinchar llanta	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
9	24-mar.-19	Cambio de 3 llantas traseras	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 270.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
10	28-mar.-19	Cambio de filtros de aire	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 50.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
11	28-mar.-19		URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 180.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			



		Soldadura de fuga en tubo hidráulico	PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
12	29-mar.-19	Soldadura de 6 mordazas base de cuchilla	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1,5	\$ 720.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
13	5-abr.-19	cambio de O'ring en tubo hidráulico acoplado a sistema de refrigeración	URGENTE	PREVENTIVO	SI	0,75	\$ 70.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
14	9-abr.-19	Cambio de manguera hidráulica de cuchilla	URGENTE	PREVENTIVO	SI	2	\$ 60.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
15	15-abr.-19	Instalación de lámina frontal	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1,75	\$ 180.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
16	16-abr.-19	4 engrases hasta la fecha	URGENTE	PREVENTIVO	SI	2,75	\$ 180.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
17	22-abr.-19	Montaje de cuatro llantas	URGENTE	PREVENTIVO	SI	4	\$ 360.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
18	24-abr.-19	instalación de filtros de combustible	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 100.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
19	24-abr.-19	Instalación del filtro hidráulico	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 30.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
20	26-abr.-19	Arreglo de bujes y pasadores de housing delantero	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 1.200.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
21	3-may.-19	arreglo de pistón botella de dirección provisional	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 190.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
22	4-may.-19	instalación de pistón botella de dirección	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 345.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
23	8-may.-19	cambio de aceite motor	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO			



			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
24	13-may.-19	2 engrasadas	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
25	14-may.-19	revisión de tornamesa	URGENTE	PREVENTIVO	SI	0,75	\$ 30.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
26	16-may.-19	Soldadura de las mordazas de la cuchilla	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1,25	\$ 650.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
27	18-may.-19	Cambio aceite motor	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
28	22-may.-19	2 engrasadas	URGENTE	PREVENTIVO	SI	1	\$ 216.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
29	28-may.-19	instalación de O'ring bomba hidráulica	URGENTE	PREVENTIVO	SI		\$ 90.000,00
			PREFERENTE	CORRECTIVO	SI		
			PROGRAMABLE	PREDICTIVO	NO		
TOTAL, DE TIEMPO MUERTO EN HORAS						42	
TOTAL, DE PRECIO							\$ 7.016.000,00
MAQUINA:	CONTROL DE REPUESTOS			MARCA	CASE		
MOTONIVELADORA				MODELO	2014		
DIA	REPUESTO			CANTIDAD	MARCA	PRECIO UNITARIO	
06-feb.-19	Empaquetaduras de botellas de dirección			2	CNH	\$ 988.000,00	
06-feb.-19	Corona de tornamesa			1		\$ 10.000.000,00	
06-feb.-19	Pistón de botella de dirección			2		\$ 690.000,00	
08-feb.-19	Pasador tren delantero			3		\$ 648.000,00	
08-feb.-19	Valvulina 85W-90			2	Terpel	\$ 114.400,00	
08-feb.-19	Silicona gris			1		\$ 24.000,00	
25-feb.-19	Valvulina 85W-90			1	Terpel	\$ 52.000,00	
07-mar.-19	Aceite Hidráulico ISO 68			4	Terpel	\$ 208.000,00	
13-mar.-19	O'ring 2 in			1		\$ 3.500,00	
18-mar.-19	O'ring 2 in			2		\$ 7.000,00	



18-mar.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	3	Terpel	\$ 156.000,00
28-mar.-19	Filtros de aire primario y secundario	2	Donaldson	\$ 600.000,00
05-abr.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	2		\$ 104.000,00
09-abr.-19	manguera	1		\$ 180.000,00
15-abr.-14	Lamina frontal topador	1		\$ 150.000,00
15-abr.-19	Tornillos 5/8*1	2		\$ 10.800,00
22-abr.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	2		\$ 104.000,00
22-abr.-19	Neumático 1400 r24	1	Goodyear	\$ 248.000,00
24-abr.-19	Filtros de combustible	4	Fleetguard	\$ 720.000,00
24-abr.-19	Trampa de filtro de combustible 2010	4	Racor	\$ 192.000,00
24-abr.-19	Filtro hidráulico		CNH	\$ 299.000,00
04-may.-19	Pistón de cilindro hidráulico de dirección	1		\$ 345.000,00
04-may.-19	O'ring de bomba hidráulica	1	Biton	\$ 19.500,00
08-may.-19	Filtros de aceite	2	CNH	\$ 240.000,00
08-may.-19	Aceite 15W-40	50	International	\$ 1.050.000,00
09-may.-19	Aceite Hidráulico ISO 68	2	Terpel	\$ 104.000,00
19-may.-19	Baquelas de ajuste para tornamesa	3		\$ 648.000,00
TOTAL, DE PRECIOS				\$ 17.905.200,00

Fuente: Autor

Para ver formatos de control de mantenimiento y repuestos de los demás equipos revisar CD carpeta Trabajo de grado>maquinaria municipal>Mantenimiento o Repuestos> Abrir FORMATO PARA CUALQUIER EQUIPO



ANEXO U. Control de ordenes de trabajo de obra Retroexcavadora

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES:		DIA DE INICIO:		DIA DE FINALIZACION:			
Febrero		4					
NOMBRE OPERARIO:		VEHICULO:		PLACA:		FIRMA OPERARIO	
Forge Elvicer Ruiz		Retroexcavadora					
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	
4	II	2019	8.am.	5. Pm.	Explotar y cargar.	Cargar Recibo 26 v.	REC.
5	II	2019	9 am.	5 Pm.	" "	" " 32 v.	REC.
6	II	2019	9 am	5 pm	" "	" " 16 v	REC.
7	II	2019	9 am	5 pm	" "	" " 30 v.	REC.
8	II	2019	9 am		" "	" " 34 v.	REC.
11	II	2019	8 am.	5 Pm.	Pedro Ortiz entrada Otilia Romero y Barrio Nuevo		REC.
12	II	2019	8 am.	4 Pm.	Abrir zanja Plaza de Feriis y arreglo Retro		REC.
13	II	2019	9 am.	5:30 Pm.	Cargar Material de acopio a Plaza d' Feriis		REC.
14	II	2019	8 am	5:3 Pm.	Sacar colchon Plaza Feriis		REC.
15	II	2019	8 am	5:30 Pm	" " "	" "	REC.
16	II	2019	8 am	5:30 pm.	Trabajo Piedras Ruche. Abrir entrada y limpieza calle.	Tapar Poqueta	REC.
18	II	2019	8 am	5 pm	Cargar Recibo		REC.
19	II	2019	8:30 Am	5:30 Pm	" "		REC.
20	II	2019	8 30 Am	5:30 Pm	" "		REC.
OBSERVACIONES:		Día 20 Varada X 2 Oring Maniquis y recay.					
OBSERVACIONES:		Día 21 Varada X " " " " " "					
OBSERVACIONES:		Día 22 " Varada X maniquis hidráulico y Oring 1/2 día					

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios

ANEXO V. Control de ordenes de trabajo de obra Motoniveladora

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO						
MES:		DIA DE INICIO:		DIA DE FINALIZACION:		
Febrero		14				
NOMBRE OPERARIO:		VEHICULO:		PLACA:		FIRMA OPERARIO
Hansen Diaz		Motoniveladora				
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO
14	02	2019	8:15	6:20	Botadero	Movimiento de tierra
15	02	2019	8:70	6:45	Pantanos	Perfilacion de via
18	02	2019	8:75	6:50	Ruche el pino	perfilacion de via
19	02	2019	8:00	6:30	Ruche el pino	Perfilacion de via
20	02	2019	7:50	5:45	calle y suta	Extensado de resabo y perfilacion de via
21	02	2019	7:50	5:30	calle	Varios
22	02	2019	8:15	5:40	Tibano - calle plaza de Feriis	Varios
25	02	2019	8:30	5:45	Jome	perfilacion de via
OBSERVACIONES:						
OBSERVACIONES:						
OBSERVACIONES:						

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios




ANEXO W. Control de ordenes de trabajo de obra vibro compactador

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES:		DIA DE INICIO:		DIA DE FINALIZACION:			
NOMBRE OPERARIO:			VEHICULO:		PLACA:		
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	FIRMA OPERARIO
14	03	2019	8:00	6:00	compactar tierra Botadero	compactar tierra	<i>[Firma]</i>
15	03	2019	8:00	5:30	Botadero relleno	compactar tierra	<i>[Firma]</i>
18 19	03	2019	8:00 8:20	6:00 5:30	Andarito chiguata Botadero	compactar tierra compactar tierra	<i>[Firma]</i>
20 21	03	2019	8:00 7:50	5:40 6:00	Botadero Botadero	compactar tierra compactar tierra	<i>[Firma]</i>
22	03	2019	8:20	5:30	Juana Inez	compactar tierra casetero	<i>[Firma]</i>
26 27	03	2019	8:50 8:00	5:40 6:00	Botadero Bureta	compactar tierra casetero compactar tierra	<i>[Firma]</i>
28 29	03	2019	8:20 8:30	6:00 8:00	las juntas Botadero juntas	compactar tierra compactar tierra	<i>[Firma]</i>
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios

ANEXO X. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES:		DIA DE INICIO:		DIA DE FINALIZACION:			
NOMBRE OPERARIO:			VEHICULO:		PLACA:		
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	FIRMA OPERARIO
2	2	2019	7:40 AM	12:30 PM	Sacada de tierra	Saca de tierra 24 viajes	<i>[Firma]</i>
4	2	2019	8:10 AM	5:40 PM	Carga Gravel para Carga recebo para	Acueducto Sitanha via Monbita 12 viajes	<i>[Firma]</i>
5	2	2019	7:50 AM	5:35 PM	Carga de 1 viaje de Carga de recebo para	arena para Monbita Lucho mis via Monbita 16 viajes	<i>[Firma]</i>
6	2	2019	7:10 AM	5:00 PM	Carga 2 viaje de Carga de recebo para	arena para Monbita via Monbita 8 viajes	<i>[Firma]</i>
7	2	2019	4:00 AM	5:30 PM	Carga 2 viaje de Carga 1 viaje de Carga de recebo para	Gravilla de Garaboa para arena Monbita via Monbita	<i>[Firma]</i>
8	2	2019	4:00 AM	6:15 PM	Carga 1 viaje de Carga de 13 via	Gravilla Garaboa Tibana jes recebo Monbita	
9	2	2019					
OBSERVACIONES: 7 de Febrero 2019 baluula de fisco segunda y diafragma de camara + resaca							
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios



ANEXO Y. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES: FEBRERO		DIA DE INICIO:		DIA DE FINALIZACION:			
NOMBRE OPERARIO: JOSE PUIIDO			VEHICULO:		PLACA: OCB 069		
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	FIRMA OPERARIO
13	02	2019	7:50am	5:10 pm		Cargada de tierra lote Alcabala Cargada de escombros del Acopio para via motecui	Jose Puiido
14	02	2019	7:50 am	6:30 pm		Cargada de tierra lote Alcabala	Jose Puiido
15	02	2019	7:50 am	5:10		Cargada de tierra lote Alcabala	Jose Puiido
16	02	2019	6:30am	12 m.		Cargada de un viaje de arena de Vichiquiva. para David Moreno Espal	Jose Puiido
18	02	2019	8:00am	6:10PM		Cargada de Recebo de Suta arriba para via a la plazuela.	Jose Puiido
19	02	2019	8:00am	6:00 PM		Cargada de recebo de suta arriba para via a la plazuela.	Jose Puiido
20	02	2019	8:00am	5:40 PM		Cargada de recebo de suta arriba para via a la plazuela.	Jose Puiido
21	02	2019	8:00am	5:30 PM		Cargada de Piedra de Rio Para via motecui.	Jose Puiido
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios

ANEXO Z. Control de ordenes de trabajo de obra Volqueta OWY

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES: Febrero		DIA DE INICIO: 21		DIA DE FINALIZACION: 28 febrero			
NOMBRE OPERARIO: Rafael Gordillo			VEHICULO: Volqueta		PLACA: OED 023		
DIA	MES	AÑO	HORA INICIO	HORA FINAL	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	FIRMA OPERARIO
21	2	2019	8:00 AM	5:00 PM	Tibana	Sacar tierra Andres Castellano	
22	2	2019	6:00 AM	5:00 PM	Tunja	Tunja taller cargar recevo	
25	2	2019	8:00 PM	5:00 PM	Suta tibana	Para la calle	
26	2	2019	8:00 AM	5:00 PM	Tibana	Sacar tierra Andres Castellano Sacar piedra de rio	
27	2	2019	8:00 AM	5:00 PM	La plazuela		
28	2	2019	8:00 AM	5:00 PM	La plazuela	Sacar piedra Rio	
OBSERVACIONES: Bomba para reparar							
OBSERVACIONES: arreglar suta							
OBSERVACIONES: arreglar caño							

Fuente: Autor y diligenciamiento de operarios



ANEXO AA. Control de consumo de combustible.

FECHA ITREGA	PLACA VEHICULO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	SUMINISTRO	ASIGNACION DEL VEHICULO	NOMBRE CONDUCTOR	# VALE	FIRMA CONDUCTOR
10-05	004 018	25	ℓ	ACPM	Suta Arriba - Itieno Sotaguna	Alina	455	<i>A</i>
	060 023	25	ℓ	ACPM	Guamal Umbita Suta Arriba	Rafael	456	<i>Rafael</i>
	Refro	35	ℓ	ACPM	Rio Suta Arriba	Jorge c.	457	<i>Jorge</i>
	008 069	30	ℓ	ACPM	Guamal Zanja	Chefe	458	<i>Chefe</i>
	Ubro	20	ℓ	ACPM	Suta Arriba Guamal	John	459	<i>John</i>
	Motoniv	20	ℓ	ACPM	Suta Arriba Guamal.	Herran	460	<i>Herran</i>
	Guadara	3	ℓ	Guadma	Guadama Jardines CDI	Felix	461	
14-05	Refro	20	ℓ	ACPM	Plaza Ferias	Jorge c.	462	<i>Jorge</i>
	060 023	5	ℓ	Hidraulico				
		3	ℓ	Voluntario	Arreglo Voltajes	Juancho	463	<i>Juancho</i>
	060 023	10	ℓ	ACPM	Cargar mat. Plaza Ferias	Rafael	464	<i>Rafael</i>
	008 069	10	ℓ	ACPM	Cargar mat. Plaza ferias	Chefe	465	<i>Chefe</i>

Fuente: Alcaldía de Tibaná

ANEXO AB. Formato de ficha técnica para Motoniveladora.

FICHA TECNICA			
MARCA:	CASE 845B	N.º DE SERIE:	HBZN0845TEAF04507
NOMBRE DE EQUIPO:	MOTONIVELADORA	UBICACIÓN:	TALLER Y LAVADERO
MODELO:	2014	FECHA DE COMPRA:	30/09/2014
TIPO:	MAQUINARIA AMARILLA	FECHA INSTALACION:	
PAIS PROCEDENCIA:	CANADA	FABRICANTE:	CASE
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MOTOR			
MARCA:	CASE		
MODELO:	F4HE9687W*J106		
TIPO:	Electrónico, Diesel, 4 tiempos, inyección directa, turboalimentado, certificación Tier 3 Mar-1		
POTENCIA NOMINAL:	140/160 hp (104/119 kW) a 2200 RPM		
CILINDRADA:	6700 cm ³ (408,86 pulg ³) * 6 CILINDROS		
ESPECIFICACIONES SISTEMA ELECTRICO			
VOLTAJE:	24 V (conexión a tierra)		
ALTERNADOR:	90 A		
BATERIAS:	2x100 Ah – bajo mantenimiento		
ESPECIFICACIONES TECNICAS TRANSMISION			
MARCA:	ZF		




MODELO:	ZF TC LOCK UP 6WG – 160
TIPO:	Convertor de torque con lock up (funcionando también como Direct Drive) Powershift, control electrónico de cambio de marchas, automático y sin pedal modulador para avance progresivo
MARCHAS:	6 hacia adelante/3 reversa
CONTROL:	Control automático, tipo pulsante
<u>ESPECIFICACIONES SISTEMA HIDRAULICO</u>	
TIPO:	Centro cerrado, sensible a la carga
BOMBA HIDRAULICA:	Bomba de pistones axiales, flujo variable, equipada con sistema load sensing
VALVULA CONTROL:	9 secciones
FLUJO NOMINAL:	186 l/min (49 gpm) a 2.200 rpm
<u>CAPACIDADES</u>	
MOTOR:	16 l (4,2 gal)
COMBUSTIBLE:	341 l (90 gal)
TRANSMISION:	26 l (6,9 gal)
SIS. ENFRIAMIENTO:	32 l (8,5 gal)
ACEITE HIDRAULICO TOT:	148 l (39,10 gal)
DEP. ACEITE HIDRAULICO:	90 l (23,8 gal)

Fuente: Autor

Para ver Fichas técnicas de cada equipo revisar CD carpeta Trabajo de grado>maquinaria municipal>Fichas técnicas.

ANEXO AC. Cuantificación de trabajo de obra.

CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO							
MES:	FEBRERO		DIA DE INICIO:	Viernes 1	DIA DE FINALIZACION:	Jueves 28	
NOMBRE OPERARIO:	Jorge cruz			VEHICULO:	Retroexcavadora	SERIAL:	JJGN59SRLLCC569541
DIA INICIO	DIA FINAL	MES	AÑO	TIEMPO DE TRABAJO HOR	OBJETIVO DESPLAZAMIENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO	
1	8	2	2019	33,5	Explotar y cargar	Se cargo recebo en: Suta arriba	
11	16	2	2019	45	Abrir zanja, cargue de material, Cargar piedra y abrir entrada	Se abrio zanja en: Plaza de ferias. Se cargo material en: Plaza de ferias Se cargo piedra para: Tapar poceta	
18	22	2	2019	33	Cargo de recebo y material de rio	Se cargo recebo en: Plaza de ferias nueva y Suta arriba Se cargo material de rio: En rio	
25	28	2	2019	31	Cargo de recebo, material de rio y limpieza de lote	Se cargo recebo en: Suta arriba Se cargo material de rio: En rio Juana Ruiz Limpieza de lote en: lote Nestor Naizaque	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS POR MES				142,5			
COSTO DE RENTA DE MAQUINARIA POR HORA				\$ 90.000,00			
PRODUCCION O AHORRO MENSUAL				\$ 12.825.000,00			
PRODUCCION TOTAL				\$ 26.232.300,00			

Fuente: Autor

Para ver formatos de control de órdenes de trabajo revisar CD carpeta Trabajo de grado>maquinaria municipal>Trabajo en obra diario> Abrir FORMATO PARA CUALQUIER EQUIPO



ANEXO AD. Matriz de manejo de combustible.

VEHICULO	OEO 023	OCB 069	OWY 018	MOTONIVELADORA	RETROEXCAVADOR	VIBRO-COMPACTADOR	TRACTOR	JIMMY	MOTOCICLETA	OTROS DIESEL	OTROS GASOLINA	UNIDAD MEDIDA
FEBRERO 2019												
CANTIDAD												
DIA 1		10		10		25	15				3	5 GL
DIA 2												GL
DIA 3												GL
DIA 4		15		15		10	15					4 GL
DIA 5	20	20		20	20	15	15	5		3	35	GL
DIA 6		20		20								GL
DIA 7	30	20		30	40	20	15					GL
DIA 8	25	25		10	15		10				39,193729	GL
DIA 9												GL
DIA 10												GL
DIA 11	20	20		20	30	12	30				15	13 GL
DIA 12	13	15		10		20						GL
DIA 13	25	15		15	40	15	10				4	7 GL
DIA 14	20	20		20	15							GL
DIA 15	25	25		15	25	40				3		GL
DIA 16												GL
DIA 17												GL
DIA 18	20	20		20	20	32					8	10 GL
DIA 19	20	20		20	25	12	12					GL
DIA 20	25	25		25	25	12	12				3	GL
DIA 21	20	20		15	25	15	12					2 GL
DIA 22					25	20	12			2		6 GL
DIA 23		15										GL
DIA 24												GL
DIA 25	25	25		25			18					10 GL
DIA 26	20	20		20	25	18	18				37	GL
DIA 27	15	15		20	12	10					27	GL
DIA 28	25	20		15	12	15			3		2	37 GL

Fuente: Autor

Para ver formato completo revisar CD carpeta Trabajo de grado>maquinaria municipal>Registro de combustible> FORMATO CONTROL DE COMBUSTIBLE 2019.

ANEXO AE. MATRIZ DE RELACION DE COSTOS

AÑO	NOMBRE DE EQUIPO	VALOR CONSUMO ENERO	VALOR CONSUMO FEBRERO	VALOR CONSUMO MARZO	VALOR CONSUMO ABRIL	VALOR CONSUMO MAYO	TOTAL POR QUIPO		
MAQUINA/V	MOTONIVELADORA	\$ 2.137.050,0	\$ 3.704.220,0	\$ 3.894.180,0	\$ 3.086.850,0	\$ 2.991.870,0	\$ 13.677.120,0		
MAQUINA/V	RETROEXCAVADORA	\$ 1.757.130,0	\$ 2.754.420,0	\$ 1.206.246,0	\$ 2.070.564,0	\$ 4.017.654,0	\$ 10.048.884,0		
MAQUINA/V	VIBROCOMPACTADOR	\$ 142.470,0	\$ 2.298.516,0	\$ 1.975.584,0	\$ 1.092.270,0	\$ 2.042.070,0	\$ 7.408.440,0		
MAQUINA/V	VOLQUETA OWY 018	\$ 1.662.150,0	\$ 2.516.970,0	\$ 0,0	\$ 1.852.110,0	\$ 2.564.460,0	\$ 6.933.540,0		
MAQUINA/V	VOLQUETA OCB 069	\$ 4.226.610,0	\$ 3.656.730,0	\$ 2.383.998,0	\$ 2.944.380,0	\$ 3.419.280,0	\$ 12.404.388,0		
MAQUINA/V	VOLQUETA OEO 023	\$ 4.293.096,0	\$ 3.305.304,0	\$ 2.137.050,0	\$ 2.042.070,0	\$ 3.371.790,0	\$ 10.856.214,0		
MAQUINA/V	TRACTOR	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 1.253.736,0	\$ 1.671.648,0	\$ 2.099.058,0	\$ 5.024.442,0		
MAQUINA		HORAS FEBRERO		HORAS MARZO		HORAS ABRIL		HORAS MAYO	
	MOTONIVELADORA	160,93		146,88		167,66		165,91	
	RETROEXCAVADORA	142,5		38,15		110,82		179,25	
	VIBRO COMPACTADOR	148,48		144,34		144,48		138,9	
	VOLQUETA OWY 018	124,92		0		114,22		128,25	
	VOLQUETA OCB 069	176,99		85,15		154,54		185,54	
	VOLQUETA OEO 023	156,65		82,5		100,72		169	
	TRACTOR	0		139,33		142,48		158,82	

Fuente: Autor



ANEXO AF. Formato de revisión diaria

INSPECCIONES DE RETROEXCAVADORA																			
SEMANA DEL		11		AL		16		MARCA		CASE		MODELO		2012		SERIE		580V	
OPERADOR		Jorge Elicer Cruz						UBICACION				Tibara Boyaca					PROYECTO		
ITEM	CONCEPTO	LUNES		MARTES		MIERC.		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO					
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M				
LUCES	De trabajo delanteras (altas y bajas)	X		X		X		X		X		X							
	De trabajo traseras	X		X		X		X		X		X							
	Direccionales delanteras	X		X		X		X		X		X							
	Direccionales traseras	X		X		X		X		X		X							
	De Stop y señal trasera		X		X		X		X		X		X						
CABINA	Protección antivuelco (ROPS) certificada	X		X		X		X		X		X							
	Cinturón de seguridad	X		X		X		X		X		X							
	Extintor de incendio 10 POS	No tiene																	
	Asiento en buen estado (dispositivo de giro)	X		X		X		X		X		X							
	Vidrio panoramico en buen estado	X		X		X		X		X		X							
	* Indicadores (hidráulicos, refrigerantes, horometro, corriente, aceite motor)	X		X		X		X		X		X							
	Tubo de escape (Exhosto)	X		X		X		X		X		X							
	Alarma de retroceso-Pilo		X		X		X		X		X		X			X			
	Espesios	X		X		X		X		X		X			X				
	Escaleras y apoyos de acceso	X		X		X		X		X		X			X				
	Palancas y pedales en buen estado	X		X		X		X		X		X			X				
	Bateria y cables	X		X		X		X		X		X			X				
	ESTADO MECANICO	* Control de fugas hidráulicas		X		X		X		X		X			X				
Kit ambiental		X		X		X		X		X		X			X				
Estado pasadores (bastidor, desgarrador)		X		X		X		X		X		X			X				
Estado pasadores (brazo, balde)			X		X		X		X		X			X		X			
Mecanismo de giro (Brazo excavador)		X		X		X		X		X		X			X				
Mecanismo de giro en buen estado (max. 100%)			X		X		X		X		X			X		X			
* Mando de estacionamiento (freno de emergencia)		X		X		X		X		X		X			X				
Estado general desgarrador (balde)		X		X		X		X		X		X			X				
Mandos de levante del brazo		X		X		X		X		X		X			X				
* Cilindros en buen estado		X		X		X		X		X		X			X				
Compartimiento del motor aseado		X		X		X		X		X		X			X				
LLANTAS		En buen estado (sin cortaduras profundas y sin abultamientos)	X		X		X		X		X			X					
	Huellas en buen estado	X		X		X		X		X			X						
FIRMA	FIRMA OPERADOR																		
	FIRMA SUPERVISOR SISO	[Firma]																	
HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO																			
FECHA	HALLAZGO	ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA					RESPONSABLE	FECHA											
12/02/19	Dano en correa aire	Cambio																	
13/02/19	Dano en via de brazo y dano en tubo hidraulico	reparacion con soldadura																	

Fuente: Autor



ANEXO AG. Formato de revisión diaria Motoniveladora

REVISIÓN DIARIA MOTONIVELADORA															
SEMANA DEL		AL		MARCA	MODELO				SERIE						
OPERADOR				UBICACIÓN				PROYECTO							
ITEM	CONCEPTO	LUNES		MARTES		MIERC.		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
SISTEMA ELECTRICO	Luces de trabajo delanteras (altas y bajas)														
	Luces de trabajo traseras														
	Direccionales delanteros														
	Direccionales traseros														
	Luces de Stop y señal trasera														
	Conexiones de sistema														
	Revisión de bornes y conexiones a batería														
	Voltaje de alternador														
CABINA	Cinturón de seguridad														
	Extintor de incendio 10 PQS														
	Asiento en buen estado														
	Vidrio panorámico en buen estado														
	* Indicadores (hidráulicos, refrigerantes, horómetro, corriente, aceite motor)														
	Tubo de escape (Exhosto)														
	Alarma de retroceso-Pito														
	Espejos														
	Escaleras y apoyos de acceso														
	Palancas y pedales en buen estado														
Batería y cables															
ESTADO HIDRAULICO	* Control de fugas hidráulicas														
	Kit ambiental														
	* Función Hidráulica en buen estado (mangueras)														
	* Cilindros hidráulicos en buen estado														
	Compartimiento del motor aseado														
ESTADO MECANICO	* Estado hoja vertedera														
	Estado giro circulo														
	Estado de la barra de tiro														
	Eje delantero														
	* Freno de servicio														
	* Mando de estacionamiento (freno de emergencia)														
MOTOR	* Estado de la transmisión														
	Ruido de motor														
	Niveles de refrigerante														
	Nivel de aceite														
BASTIDORES	Estado general de correas														
	Pines de pasadores														
	Engrase de pasadores														
	Estado de desgaste														
LLANTAS	Estado de bigas de equipo														
	En buen estado (sin cortaduras profundas y sin abultamientos)														
	Huellas en buen estado														



FIRMA	FIRMA OPERADOR								
	FIRMA SUPERVISOR								
HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO									
FECHA	HALLAZGO	ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA				RESPONSABLE	FECHA		

Fuente: Autor

ANEXO AH. Formato aplicación modelo AMEF Motoniveladora

EQUIPO	SISTEMA	SUBSISTEMA	SEVERIDAD	CAUSA DE FALLA	OCURRENCIA	EFFECTOS DE FALLA	DETECCION	METODO DE DETECCION Y PREVENIR FALLA
MOTONIVELADORA CASE 840 N	MOTOR	Falla en bomba de suministro de combustible	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño o taponamiento • Daño en los elementos de la bomba 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida de potencia • Humeo anormal 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones hidráulicas de bomba • Realizar pruebas de presión
		Falla en inyectores	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en puntas de inyector por combustible contaminado • Elementos internos de inyector 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida de potencia • Humeo anormal • Sonido extraño en el motor 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Escaneo a inyectores • Montaje en bancos de prueba
		Falla en sistema de correas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste en patines guía de rodamiento • Desgaste por uso 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • El motor no arranca 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión visual del motor en funcionamiento • Tomar en cuenta horas de uso de correas en manual
		Falla en anillos de pistón	5	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de anillo por fricción • Falta de lubricación • Falta de mantenimiento • Mala operación al exceder límites de revoluciones 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Perdida de potencia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Escáner a motor • Destapar motor para revisión visual

			<ul style="list-style-type: none"> • Inyector que quede con suministro directo 				
		Falla en de camisas de bloque	5 <ul style="list-style-type: none"> • Falta de lubricación • Falta de mantenimiento • Mala operación al exceder límites de revoluciones • Falta de cambio de aceite y filtro • Aceite contaminado 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Perdida de potencia • Perdida de presión de aceite 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Destapar motor para revisión visual
		Fundida de pistón con camisa	5 <ul style="list-style-type: none"> • Falta de mantenimiento • Mala operación al exceder límites de revoluciones • Falta de cambio de aceite y filtro • Aceite contaminado • Daño en inyector 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en motor • Perdida de potencia • Perdida de presión de aceite 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Escáner de motor • Revisión visual
		Falla en termostato	4 <ul style="list-style-type: none"> • Daño por funcionamiento • Falta de refrigerante 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Recalentamiento en periodos cortos de funcionamiento 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de temperatura en agua caliente para revisar apertura de termostato
		Daño en Mangueras o deposito	4 <ul style="list-style-type: none"> • Daño por cristalización • Daño por cortaduras 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de refrigerante • Recalentamientos 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones visuales
		Falla en sistema de válvulas	5 <ul style="list-style-type: none"> • Falta de sincronización en válvulas • Daño de válvulas 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal del motor • Perdida de potencia del motor 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Escaneado a motor • Revisión auditiva al motor

		Daño en manguera de suministro de aceite de motor	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño por cristalización • Daño por cortaduras 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de aceite de motor • Fundida de motor • Perdida de potencia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones visuales
		Daño en bomba de suministro	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño o taponamiento en filtro • Daño en los elementos de la bomba 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Daños en bloque de motor • Fundida del motor 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de presiones de bomba
		Falla en mangueras de suministro	3	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste por uso • Desgaste por presión • Desgaste por rose con distintas piezas 	5	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas en distintos puntos • Perdida de presión de sistema 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión diaria de estado de mangueras • Provisionamiento de diferentes mangueras
	SISTEMA HIDRAULICO	Falla en bomba de carga de servo-transmisión	4	<ul style="list-style-type: none"> • Taponamiento de filtro • Daño de elementos internos 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pedida en potencia de servo • 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado del hidráulico • Revisión de filtro
		Daño en bomba hidráulica	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de elementos por hidráulico contaminado • Trabajo en vacío de bomba hidráulica 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en bomba hidráulica • Perdida de presión 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de hidráulico • Revisión de estado de hidráulico en filtro
		Daño en bomba hidráulica	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de elementos por hidráulico contaminado • Trabajo en vacío de bomba hidráulica 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en bomba hidráulica • Perdida de presión 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de hidráulico • Revisión de estado de hidráulico en filtro

		Daño en cilindros-pistón	4	<ul style="list-style-type: none"> • Esquirlas dentro del sistema • Bajos niveles de aceite hidráulico 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido anormal en funcionamiento de sistema • Fuga por daño en cilindros 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión preventiva de estado de botellas, cilindros y pistones
		Falla de presión hidráulica	4	<ul style="list-style-type: none"> • Taponamiento en filtro hidráulico • Contrapresión dentro del sistema • Fuga de presión 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Impedimento para cargar • Sobre carga en sistema y apagado inesperado de motor 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisión periódica del estado del hidráulico • Revisión periódica de filtro hidráulico • Revisión con manómetro
	SISTEMA TRANSMISION	Falla en sistema de marchas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en conexiones • Daño en spools de marchas • Daño en switch de cambios 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo de equipo en una sola marcha • Imposibilidad para usar demás marchas • Imposibilidad para arrancar 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión especializada preventiva • Revisión de conexiones • Revisión de switch • Revisión de estado de spools
		Falla en servo-transmisión	5	<ul style="list-style-type: none"> • Daño de sistema interno transmisor de potencia • Daño en sistema de parqueo (genera bloqueo en equipo) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de potencia • La máquina no arranca marcha 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de discos de freno de parqueo • Revisión del estado de elementos de servo
		Falla en speed de transmisión	5	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre esfuerzo del equipo • Desgaste en speed • Contra presión de sistema de transmisión con servo 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Parada de equipo por pérdida de movilidad • Ruptura de mangueras de sistema hidráulico por impacto de cardan 	5	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado del speed • Instalación de placa protectora

		Falla en sistema de bloqueo (traba) de transmisión	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en sistema de paso de presión para bloqueo • Daño en switch de accionamiento 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de dirección en equipo por funcionamiento conjunto de la transmisión 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de presión en manguera de paso para hidráulico de bloqueo
	SISTEMA ELECTRICO	Falla en alternador	4	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en bobinado • Daño en sistema de polea • Daño en elementos internos 	2	<ul style="list-style-type: none"> • No genera carga para baterías • Imposibilidad de encender equipo 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas con multímetro
		Falla en arranque	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en conexiones • Arranque se queda pegado • Daño por quema de elementos 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilidad de encender equipo 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones • Pruebas con multímetro
		Falla en sensores	3	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre carga en sistema • Daño por uso • Posible suciedad que impide conexión estable 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo de equipo • Muestra de fallas en tablero 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y limpieza con limpia contactos • Revisión de conexiones
		Falla en Batería	3	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en bornes • Descarga de batería • Sobre carga del sistema 	2	<ul style="list-style-type: none"> • No arranca el equipo • Sonido anormal al encendido 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de los bornes • Revisar niveles de carga
		Falla en conexiones y cableado	3	<ul style="list-style-type: none"> • Cristalización de cables por altas temperaturas • Daño por cortaduras 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en diferentes dispositivos eléctricos 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de corriente a través del cableado

	IMPLEMENTOS	Falla en biga de chasis	3	<ul style="list-style-type: none"> Sobre esfuerzo por cargas pesada Desgaste por uso 	3	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste Ruptura Fisura en biga de unión de brazos de balde delantero 	1	<ul style="list-style-type: none"> Revisión diaria del estado de biga Encamisado como refuerzo con tubo petrolero
		Falla en tornamesa	3	<ul style="list-style-type: none"> Sobre esfuerzo por cargas pesada Desgaste por uso 	3	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste en Ruptura en piñón Fisura en piñón 	1	Revisión frecuente del estado de piñón

Fuente: Autor

Para información completa de las fichas de modelo AMEF generadas para equipo revisar carpeta en CD Trabajo de grado>maquinaria municipal y abrir archivo ANALISIS DE MODO Y EFECTO FALLA.

**ANEXO AI. Mantenimiento preventivo para motoniveladora**

MANTENIMIENTO 10 HORAS O DIARIO			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Correa de repartición	Revisión visual	Revisar
2	Aceite de motor	Revisión visual	Revisar
3	Sistema Escarificador delantero	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar
4	Sistema escarificador trasero	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Limpiar y Engrasar
5	Nivel de aceite hidráulico	Revisión visual	Revisar
6	Recolector de polvo	Aspiradora	Limpiar
7	Separador de agua	N/A	Drenar
8	Cojinetes de oscilación de ejes	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Revisión y engrase
9	Cojinetes de inclinación de ruedas	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Revisión y engrase
10	Pasador de rotación de escarificador delantero y trasero	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Revisión y engrase
11	Bastidores	Revisión visual y equipo para engrase en graseras de maquina	Revisión y engrase
12	Sistema de frenos		Revisar funcionamiento
MANTENIMIENTO 50 HORAS O SEMANAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD



1	Neumáticos	Calibrador de presión y revisión visual	Medir presión y revisión
2	Refrigerador de aceite	Hidro lavadora	Revisar y lavar
3	Deposito de hidráulico	Revisión visual	Revisar estado
4	Filtros de combustible	Revisión visual	Revisar estado
5	Pivote de dirección	Revisión visual y aceitera	Revisar estado y lubricar
6	Rodamientos de la articulación	Revisión visual y aceitera	Revisar estado y lubricar
8	Esfera de cilindros elevadores de cuchilla	Revisión visual y aceitera	Revisar estado y lubricar
9	Esfera de cilindro desplazamiento lateral	Revisión visual y aceitera	Revisar estado y lubricar
MANTENIMIENTO 250 HORAS O MENSUAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Mandos de accionamiento	Equipo para engrase	Revisión de conexiones eléctricas de mando y engrase
2	Correas de motor	Revisión visual y llave 5/8	Revisar tensión y estado
3	Bomba de combustible	Manómetro	Revisión y toma de presiones
4	Rejilla de admisión de combustible	Wipe	Revisión y limpieza
5	Depósito de combustible	Revisión visual y llave 1/2	Revisión del estado del depósito y purga
6	Bornes de batería	Llave expansiva	Revisión y apriete
7	Aceite de motor	Llave 1/2, depósito y embudo	Drenado y cambio
8	Filtro y trampa de aceite de motor	Cadena para soltar filtros	Soltar, llenar filtro nuevo y cambio
9	Filtro primario y secundario de aire para toma de motor	-----	Soltar y Cambiar
10	Filtro de combustible	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar filtro nuevo y cambiar



11	Radiador	Hidro lavadora	Revisar estado y limpieza
12	Sistema refrigerante	Refrigerante	Agregar refrigerante
13	Nivel de aceite del cojinete de la rueda	Aceitera	Lubricar
14	Piñón de tornamesa	Llave 9/16, destornillador de pala y silicona	Revisión de estado de dientes de piñón
MANTENIMIENTO 500 HORAS O TRIMESTRAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Eje de mando de bomba hidráulica	Revisión visual y equipo para engrase	Revisar y engrasar
2	Tanque de combustible	Desengrasante y toalla	Limpiar e inspeccionar
3	Tapón de drenaje de tanque de combustible	Toalla y desengrasante	Limpiar alimaya
4	Cilindros hidráulicos y pistones	Revisión visual	Revisar
5	Filtro de combustible	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar nuevo filtro y cambiar
6	Cajas de tándem	Revisión visual	Revisar estado
7	Rodamientos de ruedas eje de tándem 4 a cada lado	Equipo para engrase y revisión visual	Revisar y engrasar
8	Filtro de aceite de transmisión	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar nuevo filtro y cambiar
9	Filtro de deposito hidráulico	Cadena para soltar filtro	Soltar, llenar nuevo filtro y cambiar
MANTENIMIENTO 1000 HORAS O SEMESTRAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Postes eléctricos	Multímetro	Revisar corriente
2	Terminales	N/A	Reemplazar
3	Aceite de piñón de tornamesa	Llave 9/16, destornillador de pala y silicona	Cambiar aceite



4	Banda de desgaste de tornamesa	Llave expansiva	Cambiar bandas
5	Aceite de tándem	Llave L No. 14	Revisar nivel
6	Inyectores de combustible	Llave 7/16	Ajustar inyectores
7	Válvulas de motor	Llave 7/16y y destornillador	Calibrar inyectores
MANTENIMIENTO 2000 HORAS O ANUAL			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Sistema hidráulico	Llave ½, llave L 1in y deposito	Vaciar sistema y depósito de aceite hidráulico, llenar y purgar sistema
2	Tubo de suministro para aceite de motor	Desengrasante	Limpiar juntas de sistema y cambiar tubo
3	Condensador de refrigerante	Hidro lavadora	Revisar y limpiar
4	Sistema de refrigeración	Llave de 1/2, depósito y embudo	Drenar y cambiar refrigerante
5	Aceite de tándem (2)	Llave L No. 14, depósito y embudo	Cambio de aceite
6	Sistema hidráulico (aceite)	Deposito, llave expansiva y llave ½	Cambio de aceite en sistema general
7	Rodamientos de las ruedas delanteras	Llave expansiva	Cambiar rodamientos
MANTENIMIENTO 3000 HORAS O AÑO Y MEDIO			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD
1	Termostato del agua	Llave ½	Cambio de termostato
2	Sistema de mando final	N/A	Revisión de precarga
3	Baterías y cable de baterías	N/A	Cambiar
MANTENIMIENTO 6000 HORAS O TRES AÑOS			
ITEM	SISTEMA O SUBSISTEMA	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ACTIVIDAD



1	Calzas de escarificador delantero y trasero	N/A	Cambiar calzas de dientes de escarificador
2	Sistema refrigerante	Llave de 1/2, depósito y embudo	Drenar sistema y cambiar refrigerante

Fuente: Autor

Para revisar procedimientos de mantenimiento preventivo completos revisar carpeta en CD Trabajo de grado > maquinaria municipal y abrir archivo PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.



ANEXO AK. Encamisado de biga retroexcavadora

	<i>República de Colombia</i> <i>Departamento de Boyacá</i> <i>Municipio de Tibana</i>	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	
	SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA	R-GD-TRD-2	Versión: 01
		Fecha de aprobación : 18/12/2014.	
		Páginas: 1 de 5	Código: 120.19.01
CONTRATO MENOR CUANTIA N° 001			

ENTIDAD	:	MUNICIPIO DE TIBANA
CONTRATISTA	:	AURA MARIA CEPEDA SUAREZ
NIT	:	24160817-3
REP. MUNICIPIO	:	LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ
NIT	:	891800860-3
OBJETO	:	SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE PARA MANTENIMIENTO VIAL 2019
VALOR	:	DOSCIENTOS VEINTINUEVE MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL CIENTO DOS PESOS MCTE (S
	:	229.998.102.00)
PLAZO	:	Ocho (08) MESES

Entre los suscritos, **LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ**, identificado con la cédula de ciudadanía 74.339.112 expedida en TIBANA, obrando en nombre y representación del Municipio de TIBANA en mi calidad de Alcalde Municipal, debidamente facultado por el Concejo municipal para suscribir contratos, quien para los efectos de este documento, se llamará el **MUNICIPIO** por una parte y por la otra, **AURA MARIA CEPEDA SUAREZ** mayor de edad e identificada con cédula de ciudadanía número 24.160.817 de Tibana, dirección: calle 5 n° 3-11, Tel 3112731766, quien en adelante se llamará **EL CONTRATISTA**, quien manifiesta bajo la gravedad del juramento no hallarse incurso en ninguna causal de inhabilidad o incompatibilidad para suscribir contratos de las contempladas en la Constitución y en la ley, hemos celebrado el presente contrato, previa las siguientes consideraciones: 1) Que el Municipio de Tibana ha adelantado el procedimiento, para seleccionar al contratista para el suministro de combustible, en los términos definidos por la ley 1150 de 2007 y ley 80 de 1993. 2) Que de conformidad con los parámetros señalados en los requerimientos técnicos, estudios y documentos previos suscritos por la Secretaría de Planeación e infraestructura, se encuentra plenamente justificada la necesidad de celebrar el presente contrato para el suministro de combustible para el Municipio de Tibana. 3) Por tal razón se necesita la contratación del suministro de combustible que permita la recuperación de las vías Municipales y realizar las obras de acuerdo a los lineamientos Técnicos exigidos por la entidad dentro de las obligaciones adquiridas por el contratista. 4) Que la Secretaría de Planeación e infraestructura realizó los respectivos estudios previos de la necesidad y conveniencia, los cuales determinaron la prioridad de realizar este suministro. 5) Que el municipio de TIBANA adelanto el proceso mediante el procedimiento de selección abreviada por menor cuantía reglado por la Ley 1150 de 2007 y la ley 80 de 1993 y colgó en el SECOP la invitación, donde se presentó la propuesta donde se verificaron los requisitos habilitantes, se evaluaron y se recomendó contratar con el proponente que se presentó quien cumple con el perfil requerido por su

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALEJANDRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeación e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			
Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 -17 Telefax 7338191 cel. 3123794762 <i>Trabajamos por el Tibaná que queremos</i> alcaldia@tibana-boyaca.gov.co Código Postal: 153260			



	República de Colombia Departamento de Boyacá Municipio de Tibana	GESTION ADMINISTRATIVA	
		R-GD-TRD-2	Versión: 01
SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA		Fecha de aprobación : 18/12/2014	
		Páginas: 2 de 5	Código: 120.19.01
CONTRATO MENOR CUANTIA N° 001			

calidad y experiencia. 6) Que el proceso se abrió el día 23 de Enero de 2019 según resolución N° 008 de 2019 y se cerró el día 29 de Enero de 2019 con la participación única de la señora AURA MARIA CEPEDA SUAREZ. 7) Que el informe de evaluación, se encontró que la propuesta es viable técnica y económicamente para el Municipio. 8) Que mediante resolución administrativa N° 027 del 06 de Febrero de 2019 se adjudicó el proceso a la señora AURA MARIA CEPEDA SUAREZ. 8) Que el contratista manifiesta que no se encuentra incurso en las causales de inhabilidad, e incompatibilidad y/o conflicto de intereses, de la Constitución Política de Colombia y la Ley 80 de 1993, y que no presenta antecedentes disciplinarios, ni fiscales que le impidan contratar con entidades estatales, 9) Que en consecuencia las partes deciden suscribir el presente contrato, el cual además se registrará por las siguientes cláusulas: PRIMERA OBJETO: El contratista se obliga a suministrar al Municipio de Tibana el combustible que se relaciona a continuación:

Ítem	Descripción del bien o suministro	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	ACPM	Galón	23689	9498	224998122
2	GASOLINA	Galón	499	10020	4999980
			TOTAL		229998102

SON: DOSCIENTOS VEINTINUEVE MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL CIENTO DOS PESOS MCTE (\$ 229.998.102.00) El valor del combustible será ajustado mes a mes a medida que el gobierno Nacional ajuste el valor del combustible. **CLAUSULA SEGUNDA: VALOR:** El valor total del presente contrato es la suma de: **DOSCIENTOS VEINTINUEVE MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL CIENTO DOS PESOS MCTE (\$ 229.998.102.00)**. Incluye IVA, valor del suministro de las condiciones especificadas, retenciones, impuestos y demás costos en que incurra el contratista. **CLAUSULA TERCERA: FORMA DE PAGO:** EL MUNICIPIO pagará al CONTRATISTA la suma de que trata la cláusula anterior así: El 50% al inicio del contrato y el 50% mediante actas parciales o al recibo final del suministro, previa firma del acta de entrega y recibo firmada por el Interventor o supervisor delegado por el Municipio. **CLAUSULA CUARTA: PLAZO DE ENTREGA:** El presente contrato deberá ejecutarse en un término de OCHO (08) días o hasta que se agota el valor del presente contrato, contados a partir de la fecha de firma del presente contrato, de todas formas el contrato no debe sobrepasar el 31/12/2018. **CLAUSULA QUINTA: DOMICILIO CONTRACTUAL:** Para todos y cada uno de los efectos legales el domicilio contractual del presente contrato será el Municipio de TIBANA. **CLAUSULA SEXTA: ASUNCIÓN DE RESPONSABILIDAD:** El CONTRATISTA ha hecho sus propias averiguaciones, estudios y proyecciones y en consecuencia se considera conocedor de todos los elementos necesarios para tomar la decisión de asumir totalmente a su riesgo las obligaciones derivadas de este Contrato. **CLAUSULA SÉPTIMA: OBLIGACIONES DE LAS**

	Proyecto	Revisó	Aprobó
Nombre:	RUBEN GIL MENDOZA		LUIS ALAJENADRO MILLAN DIAZ
Cargo:	Secretario de Planeación e Infraestructura		Alcalde Municipal
Firma:			

Palacio Municipal Cra. 5 N° 6 - 17 Telefax 7338151 cel. 3123794762
*Trabajamos por el Tibanés que queremos**
alcaldia@tibana-boyaca.gov.co
 Código Postal: 153260

Fuente: Alcaldía de Tibana- secretaria de planeación



ANEXO AK. Encamisado de biga retroexcavadora



ANEXO AL. Aumento de diámetro para transmisión retro



ANEXO AM. Arreglo de ecualización volqueta OCB





ANEXO AN. Revisión de corona piñón tornamesa Motoniveladora



ANEXO AO. Cambio de discos freno de parqueo Retroexcavadora

