

ANALISIS COMPARATIVO BAJO EL PENSAMIENTO DEL CICLO DE VIDA, DE
UNA MONTACARGA ELECTRICA Y UNA MONTACARGA A GAS.

CAMILA ANDREA BARRETO MESA
HÉCTOR JOSÉ BETANCUR PÉREZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
MEDELLÍN
2017

ANALISIS COMPARATIVO BAJO EL PENSAMIENTO DEL CICLO DE VIDA, DE
UNA MONTACARGA ELECTRICA Y UNA MONTACARGA A GAS.

CAMILA ANDREA BARRETO MESA
HÉCTOR JOSÉ BETANCUR PÉREZ

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Asesores

MARCELA PÉREZ

Licenciada en Ciencias Naturales, Especialista en Gestión Ambiental

ADRIANA ALZATE

Ingeniera Química, Master en Ingeniería y Tecnología Ambiental

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
MEDELLÍN

2017

20 de enero de 2017

Camila Andrea Barreto Mesa

Héctor José Betancur Pérez

“Declaramos que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad”, Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firmas

Handwritten signature of Camila Andrea Barreto Mesa in cursive script.

Handwritten signature of Héctor José Betancur Pérez in cursive script.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. ALCANCE	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVO GENERAL	4
3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
4. ESTADO DEL ARTE	5
5. ANALISIS DE TECNOLOGÍA	6
6. MARCO TEÓRICO	8
6.1. USO DE MONTACARGAS A GAS	9
6.1.1 Fundamentos	9
6.1.3 Desventajas	10
6.2. USO DE MONTACARGAS ELECTRICAS	11
6.2.1 Fundamentos	11
6.2.2 Beneficios del uso de montacargas eléctricos	12
6.2.3 Desventajas	13
7. EFICIENCIA PRODUCTIVA- COMPARACION	13
7.1 COMPARACIÓN DE VARIABLES CLAVES:	13
7.2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE MONTACARGAS COMBUSTIÓN	14
7.3. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE MONTACARGAS ELÉCTRICOS	16
8. NORMATIVIDAD AMBIENTAL ASOCIADA A LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS MONTACARGAS	18
9. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES	21
9.1. UNIDAD FUNCIONAL DEL PROCESO	21
9.2. ENTRADAS Y SALIDAS PARA MONTACARGAS DE COMBUSTIÓN Y ELÉCTRICOS ENFOCADO AL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA	22
9.3. FASES DEL CICLO DE VIDA	23
9.4. ANÁLISIS DEL INVENTARIO	24
9.5. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS MONTACARGAS A COMBUSTIÓN	25

9.6. VALORACIÓN DEL IMPACTO	25
10. EVALUACION DE LOS COSTOS TOTALES	38
11. MANEJO DE RESIDUOS	40
12. CONCLUSIONES	46
13. BIBLIOGRAFIA	49

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Comparación</i>	14
<i>Tabla 2. Gastos y uso de montacargas combustión</i>	14
<i>Tabla 3. Mantenimientos montacargas combustión</i>	15
<i>Tabla 4. Gastos de Montacargas Eléctricas</i>	16
<i>Tabla 5. Mantenimientos Montacargas Eléctricas</i>	17
<i>Tabla 6. Normatividad Ambiental Asociada</i>	18
<i>Tabla 7. Criterios valoración del Impacto</i>	26
<i>Tabla 8. Calificación de los Impactos</i>	27
<i>Tabla 9. Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales de Montacargas a Combustión</i>	27
<i>Tabla 10. Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales de Montacargas Eléctricas</i>	32
<i>Tabla 11. Mantenimiento e Insumos de Montacargas a Combustión</i>	40
<i>Tabla 12. Mantenimiento e Insumos de Montacargas Eléctricas</i>	43
<i>Tabla 13. Costos Totales del ciclo de Vida Pesos Colombianos</i>	45

LISTA DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Etapas del ACV para el Proyecto (Fuente: elaboración propia)</i>	22
<i>Ilustración 2. Diagrama de Flujo de Etapas ACV para Montacargas (Fuente: elaboración propia)</i>	22
<i>Ilustración 3. Fases del Ciclo de Vida (Fuente: elaboración propia)</i>	23
<i>Ilustración 4. Análisis de Inventario Entradas y Salidas. (Fuente: Elaboración propia)</i>	24
<i>Ilustración 5. Valoración Montacargas a Combustión (Fuente: elaboración propia)</i>	37
<i>Ilustración 6. Valoración Montacargas Eléctrica (Fuente: elaboración propia)</i>	37

RESUMEN

La necesidad de las empresas en implementar en sus procesos tecnologías sostenibles con el medio ambiente, conlleva a identificar,, comparar procesos y estándares organizacionales de la Empresa MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO en su funcionamiento y los servicios que ofrece, por medio de los diferentes tipos de energías utilizadas por montacargas eléctricas y de combustión. Al momento de realizar una comparación en las formas de uso, análisis de eficiencias y disposición de equipos Montacargas eléctricos y de combustión, en la identificación de procesos críticos, nivel de contaminación y costos asociados a operación y mantenimientos; se proponen alternativas en el uso de los recursos energéticos, de manera que se minimicen los impactos ambientales, los costos de operación y mantenimiento, y se presente utilidad para la empresa en términos de optimización de los recursos.

Para este análisis bajo el pensamiento del Ciclo de Vida se compararán dos tipos de montacargas, un montacargas de gas licuado de petróleo y otro montacargas eléctrico, en este se analizará solo los aspectos de cada etapa en lo referente a costos y desempeño ambiental. El análisis se realizará en las siguientes etapas: transporte de los montacargas desde puerto, uso y mantenimiento y disposición final de los residuos generados.

Ante un potencial cambio de tecnología a los montacargas eléctricos, los beneficios ambientales que dicho cambio generaría para la empresa MYM MONTACARGAS Y MATENIMIENTO serán altos, dada la disminución en la contaminación ambiental en términos de no generar emisiones directas a la atmosfera en el proceso de operación, y la disminución de consumo de recursos y generación de residuos principalmente peligrosos, de igual manera se impactara positivamente el aspecto económico con una mejor relación costo/beneficio, el aumento de la competencia organizacional y la creación de una cultura ambiental.

INTRODUCCIÒN

Hoy en día las empresas se ven en la necesidad de adquirir e implementar en sus procesos el uso de tecnologías limpias o de contratar el servicio de otras empresas que cuenten con estas tecnologías con el fin de minimizarlos impactos ambientales y optimizar los recursos, produciendo así un alto crecimiento competitivo en el mercado, beneficios económicos y ambientales. Este trabajo se orienta a la identificación y comparación de los procesos y estándares organizacionales de la Empresa MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO en su funcionamiento y los servicios que ofrece, por medio de los diferentes tipos de energías utilizadas por montacargas eléctricas y de combustión.

La competencia organizacional se enfoca en las estrategias ofrecidas en el mercado, los costos y estabilidad que puedan ofrecer las industrias; al reestructurar sus operaciones con nuevas tecnologías, se logra minimizar los impactos ambientales e incrementen la rentabilidad, llegando así a poseer un buen nombre, una penetración y una segmentación en el mercado. La situación ambiental que ha surgido poco a poco durante los últimos años llevó a controlar y solucionar problemas ambientales netamente ocasionados desde la elaboración del productos hasta el consumo del mismo, es por ello que se hace necesario implementar cambios tecnológicos, industriales, organizaciones y culturales que demuestren una disminución en los impactos y en la optimización de los recursos. Este proyecto que considera el pensamiento del ciclo de vida como eje central de análisis, comparando los impactos ambientales (agua y aire) que se generan por el uso de un montacargas a combustión y un montacargas eléctrico.

1. ALCANCE

Este trabajo analiza las condiciones ambientales y económicas para un montacargas HANGHA de 2 y 3 toneladas de combustión y un montacargas eléctrico importado marca CROWN; de 2 toneladas, considerando el pensamiento del ciclo de vida; con el fin de demostrar cual opción es la más adecuada para la empresa. Las etapas del ciclo de vida que se incluyen en el análisis van desde la puesta en puerto nacional, el transporte a la empresa, el uso y mantenimiento hasta la disposición final de los residuos utilizados; tal comparación se realizara con información de un periodo comprendido entre enero hasta octubre del año 2016.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actividades de almacenamiento, cargue y descargue de mercancía con montacargas a combustión generan altas emisiones, lo que se traduce en términos ambientales en contaminación del aire, cambio climático por gases efecto de invernadero, deterioro de la capa de ozono y acidificación terrestre.

El IDEAM revelo que hoy en día en el año 2016 **Colombia contribuye con 0,42%** de las emisiones globales, cifra al alza frente al 0,37% de hace unos años, pese a que el compromiso es reducir 20% de emisiones a 2030 para cumplir con el Acuerdo que el país no ha ratificado todavía (El colombiano Gómez, ramiro, 2016). Algunos datos de años anteriores están relacionados con este índice, se presentan a continuación:

- En 2012 Colombia emitió 258 millones de toneladas de emisiones, según lo reveló el IDEAM al presentar el Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero, en el que además se estableció que Antioquia es el

mayor emisor de gases del país. Le siguen Meta y Caquetá. (El colombiano, correa victoria, 2016).

- Antioquia está en la cabeza de los emisores, el 74% de la población identifica la contaminación del aire como uno de los problemas más serios en el país dada la afectación directa: aproximadamente 7.000 casos de muertes prematuras anuales, 7.400 nuevos casos de bronquitis crónica, 13.000 hospitalizaciones por causa de enfermedad respiratoria crónica y 255.000 visitas a salas de urgencia (Larner, 2004).

Se conoció que los sectores que más generaron emisiones fueron el forestal con el 36%, el sector agropecuario con el 26%, el sector Transporte con un 11%, la industrias manufacturera con 11% y el sector de minas y energía con un 10 %. (El colombiano, correa victoria, 2016); En el caso de Antioquia, el departamento que lidera las emisiones, El IDEAM encontró que sus altas emisiones se deben a la “heterogeneidad geográfica” razón por la cual este departamento presenta desarrollo de todos los sectores económicos

La contaminación de aire en el país es causada principalmente por el uso de combustibles fósiles, ya sea por fuentes de emisiones móviles, fijas y aéreas. Las mayores emisiones como las de material Particulado menor a 10 micras (PM10), las de óxidos de nitrógeno (NOx) y las de monóxido de carbono (CO), son ocasionadas por fuentes móviles dado el uso de combustible fósiles, mientras que las partículas suspendidas totales (PST) y los óxidos de azufre (SOx) son generados por las fuentes fijas como establecimientos industriales y termoeléctricos, principalmente. La participación de los distintos sectores en la contaminación del aire es: 86% en el transporte terrestre, 8% en la industria, 3% termoeléctricas, 2% en los sectores residencial y comercial y 1% en el transporte aéreo.

Particularmente la problemática del transporte, tiene variables que afectan el grado de contaminación, variables tales como tipos de combustibles, edad de los automotores, tecnología utilizada y comportamientos de conducción, entre otros. Cada una de estas variables es las que se deben tener en cuenta para cualquier

tipo de decisión técnica desde la perspectiva ambiental; de otro lado las emisiones producidas por los automotores no sólo se limitan a las emitidas por el tubo de escape, sino que también se debe tener en cuenta el material particulado debido al desgaste de los neumáticos y al desgaste de los frenos; así como los potenciales derrames por fugas de lubricante, que pueden afectar directamente el suelo o el agua, y la generación de residuos peligrosos por efecto de reparaciones y mantenimiento y fin de vida útil.

Considerando todo lo anterior se desea realizar una comparación en las formas de uso y disposición de equipos eléctricos y de combustión, identificando puntos críticos, nivel de contaminación y costos asociados; Proponer la mejor alternativa en el uso de la energía, de manera que se minimicen los impactos ambientales y se presente utilidad para la empresa en términos de optimización de los recursos.

3. OBJETIVO GENERAL

Comparar los beneficios ambientales y económicos en los centros de trabajo de MYM MONTACRAGAS Y MANTENIMIENTO por el uso de un montacargas de combustión de gas licuado de petróleo (GLP) y un montacargas eléctrico.

3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y comparar el gasto energético de un montacargas eléctrico y uno a combustión.
- Identificar y comparar costos de compra, uso, mantenimiento y disposición final de un montacargas eléctrico y uno a combustión.
- Evaluar la alternativa más adecuada para la minimización de impactos y rentabilidad de la empresa al ofrecer equipos con nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente.

4. ESTADO DEL ARTE

Las empresas necesitan que sus procesos de movimiento de materias primas, mercancías y productos se realicen con rapidez y eficacia, para lograr el cumplimiento de compromisos, metas y objetivos. Se espera que las labores que requieran movimiento de materiales se puedan ejecutar en la forma más rápida, segura y eficiente posible, Por esto el uso de tecnología adecuada juega un papel primordial, desde el punto laboral, económico y ambiental.

Dentro de las razones para adquirir un montacargas se encuentran: Manejo y movimiento de cargas que excedan la capacidad humana para hacerlo con seguridad, eficiencia y rapidez, logrando con ello:

- Aumentar la producción.
- Acelerar el movimiento de materiales y productos.
- Reducir pérdidas por producción baja y gastos energéticos.
- Aumentar las condiciones de seguridad para las personas y la carga que se maneja.

Si no se tiene capacidad de manejar los materiales y las cargas rápida y eficazmente, se desperdiciará tiempo de producción y esfuerzo humano.

Para seleccionar un montacargas se tiene en cuenta varios factores importantes a saber:

- Carga a manejar.
- Peso de la carga.
- Dimensiones de la carga.
- Altura de apilamiento o de almacenamiento.
- Lugar y sus características: - Patio abierto - Bodega cerrada - Bodega abierta-ventilación - Pisos y características - Alturas de techos: - limitaciones - Obstáculos - Altura de vigas - puertas - Anchos de pasillos- Distancias a recorrer- Medio ambiente, etc.

Analizadas todas estas condiciones, se puede especificar el equipo apropiado de forma que se ajuste a las necesidades propias del usuario. Por ejemplo se debe tener en cuenta que en el manejo de alimentos o de ciertos productos delicados, se puede generar contaminación con gases de escape de combustible o de lubricantes, casos en los cuales es necesario utilizar un montacargas de funcionamiento eléctrico o con gas propano (LPG) que evite dicha contaminación. Igualmente para trabajar en bodegas o sitios muy encerrados y con alta ocupación, se debe evitar el uso de equipos ruidosos, con motores de combustión interna, prefiriéndose los eléctricos o de gas propano para evitar potenciales peligros y riesgos laborales.

Para el caso específico de montacargas, como para todos los equipos y vehículos, se requieren de unos cuidados básicos y de un mantenimiento preventivo, de los cuales dependerá su buen estado de conservación, una mayor vida útil, una mejor y eficiente operación y la minimización de fallas en su funcionamiento. Por esta razón deben seguirse cuidadosamente las recomendaciones del fabricante y las tablas con los periodos de revisión y de mantenimiento efectuando los cambios oportunos de filtros, aceites, etc, según lo indiquen.

Igualmente, es de gran importancia la correcta selección, capacitación y entrenamiento de los operadores, con el fin de optimizar el uso y conservación de los equipos, evitar pérdidas económicas y los potenciales peligros y riesgos laborales.

5. ANALISIS DE TECNOLOGÍA

En el mercado se encuentran varios tipos y clases de montacargas de acuerdo con la conveniencia y aplicación que requiera cada usuario, siendo los principales:

A. Modelos con motores de combustión interna, bien motores Diesel o a gasolina y/o gas propano (LPG), con capacidades de carga desde una tonelada en

adelante con mástiles de 2 y 3 etapas de amplia visión y levanta libre, con opciones de alturas de elevación de carga a siete o más metros.

B. Montacargas eléctricos, movidos por baterías de tipo seco (Clad Type) con cargador para las mismas fuera o sobre el mismo vehículo (a elegir). Dentro de éstos existen diferentes tipos y modelos: * Modelos de pasillo estrecho con operador de pié ó con operador sentado con capacidades de carga usualmente de una hasta dos toneladas, con opciones de mástiles de 2 o 3 etapas hasta siete metros. Modelos eléctricos con carro estándar de cuatro llantas, con capacidades de carga desde una tonelada en adelante y diferentes opciones de mástil.

Todos los modelos pueden equiparse, por pedido especial con gran variedad de aditamentos que facilitan la operación, tales como Clamps, cucharones, estabilizadores de carga, Side Shift (desplazamiento lateral de las horquillas), pantógrafos, etc.

Respecto a la seguridad, las siguientes son algunas de las precauciones recomendadas para la buena y segura operación de un montacargas:

1. No permita que nadie se suba en las horquillas. El asiento del operador es solo para usted.
2. No lleve ninguna carga que exceda la capacidad establecida para el equipo.
3. Mantenga las horquillas separadas al máximo permitido por la carga para mantener un mejor equilibrio.
4. Use paletas de tamaño adecuado según los requerimientos de la carga.
5. Evite maniobras innecesarias, arranque y paradas repentinas y la conducción a gran velocidad.
6. Cuando apile cargas asegúrese que no haya obstrucciones en el techo.
7. No levante carga o conduzca el montacargas con el mástil inclinado hacia adelante.
8. No levante la carga cuando el montacargas esté en una superficie desnivelada.

6. MARCO TEÓRICO

Los montacargas, o carretillas elevadoras, se utilizan para levantar y llevar objetos pesados de un lugar a otro, primero llegaron bajo la forma de elevadoras a fines de los 1800s y han continuado desarrollándose durante los últimos dos siglos. El avance en los montacargas fue impulsado cuando la Primera Guerra Mundial creó la necesidad de un instrumento que podría trabajar en la ausencia de hombres y de energía.

Los montacargas requieren de contrapeso, el cual es necesario para que la máquina levante y mueva objetos grandes y pesados con seguridad, el contrapeso es generalmente una masa de hierro que se sujeta a la parte posterior del motor. Por lo tanto los montacargas son generalmente bastante pesados para proporcionar la estabilidad, el peso del montacargas puede también determinar lo que éste puede llevar en términos de peso.

Los montacargas contienen una máquina motiva con ruedas, la cual es propulsada por una fuerza de transmisión y un conjunto de transmisión. Pueden ser accionados por propano líquido, diésel, gasolina o gas. La mayoría de los montacargas utilizan las ruedas posteriores para dar la vuelta porque éstas le dan al operador un control más fácil.

El mástil, que es responsable de la elevación, bajando e inclinando los materiales que carga, funciona con cilindros hidráulicos y carriles que se entrelazan para permitir que se realicen las operaciones de elevación y descenso. La horquilla es un componente en forma de L que se utiliza para transportar materiales, se sujeta al carro por medio de un gancho o un seguro, la parte delantera de la horquilla es lo que se inserta por debajo de la carga y permite que la carga sea puesta sobre lo que se refiere como una plataforma.

El montacargas también consta de un respaldo, que se sujeta al carro para evitar que los materiales se inclinen hacia atrás. La cabina del montacargas es donde se

localiza el asiento, los pedales, y los interruptores del operador, es protegida contra objetos que caen por un proteje-conductor hecho de metal.

6.1. USO DE MONTACARGAS A GAS

La empresa MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO usa los montacargas a gas (GLP), en sus diferentes tipos de servicios, en el aprovisionamiento de motores, arrastre, almacenamiento y descargue en contenedores y de mercancía. Un motor de combustión interna basa su funcionamiento, en el quemado de una mezcla comprimida de aire y combustible dentro de una cámara cerrada o cilindro, con el fin de incrementar la presión y generar con suficiente potencia el movimiento lineal alternativo del pistón.

6.1.1 Fundamentos

Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible gasificado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse (combustión).

Debido a su diseño, el motor, utiliza el calor generado por la combustión, como energía para producir el movimiento giratorio que conocemos, este si divide en cuatro tiempos:

- Primer tiempo: carrera de admisión.

Se abre la válvula de admisión, el pistón baja y el cilindro se llena de aire mezclado con combustible.

- Segundo tiempo: carrera de compresión

Se cierra la válvula de admisión, el pistón sube y comprime la mezcla de aire/gas.

- Tercer tiempo: carrera de expansión

Se enciende la mezcla comprimida y el calor generado por la combustión expande los gases que ejercen presión sobre el pistón.

- Cuarto tiempo: carrera de escape

Se abre la válvula de escape, el pistón se desplaza hacia el punto muerto superior, expulsando los gases quemados, lo que genera directamente la contaminación por CO₂.

Mediante el proceso de la combustión desarrollado en el cilindro, la energía química contenida en el combustible es transformada primero en energía calorífica, parte de la cual se transforma en energía cinética (movimiento), la que a su vez se convierte en trabajo útil aplicable a las ruedas propulsoras; la otra parte se disipa en el sistema de refrigeración y el sistema de escape, en el accionamiento de accesorios y en pérdidas por fricción.

6.1.2 Beneficios del uso de montacargas a gas.

Entre los principales beneficios se tienen los siguientes:

- Excelentes para trabajar en un ambiente exterior.
- Alto rendimiento ya que pueden soportar altas jornadas de trabajo.
- Pueden trabajar en superficies irregulares.
- El costo de adquisición es más bajo que el de una montacargas eléctrica.
- Mayor vida útil.

6.1.3 Desventajas

Entre las principales desventajas se tienen las siguientes.

- Mala calibración

- Contaminación: la mayoría de actividades de un montacargas está relacionado en lugares como bodegas que cuentan con poca ventilación, lo que permite una mayor concentración de dióxido de carbono.
- Llenado de las pipetas: las pipetas de gas tienen que llenarse de acuerdo con las necesidades de la jornada de trabajo; En MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO, normalmente se requiere un llenado de pipetas cada 8 horas, actividad que exige tiempo y ocasiona una disminución en la operatividad, además de capacitación del operador para realizar dicha actividad.
- Ruido: contaminación auditiva mientras están en funcionamiento.
- Costo elevado de mantenimiento: el costo de mantenimiento es más elevado y requiere de mucho más tiempo para su reparación.
- Suministro de combustible: se incrementan los costos ya que se debe adecuar un lugar y tanque de almacenamiento del gas.

6.2. USO DE MONTACARGAS ELECTRICAS

La empresa MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO utiliza montacargas a gas (carretilla pasillo angosto), para trasportar, almacenar y a pilar cargas, esta montacargas está diseñada para ser utiliza en almacenes o bodegas con pasillos muy estrechos y con una mayor capacidad de almacenaje.

Es un vehículo pesado de diferentes medidas, que contiene una plataforma por donde se desliza por una guía lateral o vertical paralelas.

6.2.1 Fundamentos

Los motores eléctricos son dispositivos que transforman energía eléctrica en energía mecánica. El medio de esta transformación de energía en los motores eléctricos es el campo magnético.

La corriente directa o corriente continua proviene de las baterías, los paneles solares, dínamos, fuentes de alimentación instaladas en el interior de los aparatos que operan con estos motores y con rectificadores. La corriente alterna puede tomarse para su uso en motores eléctricos bien sea directamente de la red eléctrica, alternadores de las plantas eléctricas de emergencia y otras fuentes de corriente alterna bifásica o trifásica como los inversores de potencia

Funciones de las horquillas, estándar y opcionales: las funciones de elevación y descenso de las horquillas, inclinación (arriba y abajo) y extensión (hacia dentro y hacia fuera) forman parte del equipamiento de serie de los modelos RR y RD. Además, la carretilla también puede estar equipada con un desplazador lateral (a derecha e izquierda) u otras opciones como, por ejemplo, la selección de altura. Su compañía ha decidido qué funciones son necesarias para su lugar de trabajo, y ellos son los encargados de instruirle sobre su uso.

6.2.2 Beneficios del uso de montacargas eléctricos.

- Tienen una durabilidad y estabilidad con una fuerte construcción de chasis y tienen un robusto diseño de mástil que proporciona un alto desempeño confiable de la capacidad de levantamiento.
- Los montacargas eléctricos tienen rápidas velocidades de desplazamiento y cambios de dirección y un desempeño superior de torque.
- Tiene una maniobrabilidad excelente gracias a la habilidad para girar en espacios estrechos con una capacidad de apilamiento de bloques en cargas de 1000 mm, incluso en pasillos estrechos o áreas de carga congestionadas.
- No genera emisiones que contaminen la atmosfera ya que no genera gases efecto invernadero.

- Disminución de residuos como lubricantes usados, ya que su motor no usa de lubricantes.
- Mayor tiempo de durabilidad de las baterías, con una batería puede realizar toda una jornada laboral (6 a 8 horas).
- Su funcionamiento no generan ruido (contaminación auditiva).

6.2.3 Desventajas

- Daño fácilmente del sistema eléctrico.
- Mayor tiempo utilizado al momento de realizar el mantenimiento.
- Requieren de una mayor inversión inicial.
- Debe contar con una superficie plana y lisa, para evitar descalibración del equipo.
- Al momento de realizar el cambio de baterías, se debe contar con herramientas especializadas para el debido proceso.

7. EFICIENCIA PRODUCTIVA- COMPARACION

7.1 COMPARACIÓN DE VARIABLES CLAVES:

A continuación se presenta una comparación de variables claves de los modelos evaluados considerando marca, modelo, año, motor, capacidad, tipo de energía, sistema de dirección, transmisión y stock de insumos para su mantenimiento.

Tabla 1. Comparación

ESPECIFICACIÓN	MONTACARGAS A COMBUSTIÓN	MONTACARGAS ELÉCTRICA
Marca	HANGCHA	CROWN
Modelo	CPQYD30-XW22M	RR5220-45
Año	2016	2001
motor	NISSAN K25	ELECTRICO 36 V
Capacidad	3 TONELADAS	2 TONELADAS
Tipo de energía	Gas licuado de petróleo (GLP)	Batería eléctrica
sistema de dirección	HIDRAULICA	HIDRAULICA
Transmisión	PIÑONES	PIÑONES
Stock de insumos necesarios para el mantenimiento	Aceite de motor, grasa, líquido de frenos, aceite de transmisión, lubricante, aceite diferencial, aceite hidráulico.	Grasa, lubricante, limpiador electrónico
Vida útil	20	25

7.2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE MONTACARGAS COMBUSTIÓN

En MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO los servicios prestados se acomodan según la necesidad de los clientes. Con los montacargas a combustión los horarios de trabajo son de doce y ocho horas, con un gasto de combustible como lo presenta la siguiente tabla:

Tabla 2. Gastos y uso de montacargas combustión

HORAS DE USO	GASTO DE GLP
12 horas	80 libras

8 horas	40 libras
---------	-----------

El siguiente cuadro compara desde el mes de enero hasta el mes de octubre del 2016, tipos de mantenimiento realizados en términos de duración y costos, considerando que en MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO, se realizan cuatro tipos de mantenimiento, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3. Mantenimientos montacargas combustión

Mantenimientos montacargas de combustión. TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	HORAS DE TRABAJO	COSTO
M1	(Secuencia cada 300 horas (+/- 50 horas). Cambio aceite de motor, cambio filtro de aceite de motor, cambio filtro de aire, engrase del equipo	Tres horas	84000
M2	Secuencia cada 1500 horas (+/- 50 horas). En este mantenimiento se realiza un mantenimiento M1 más: cambio líquido de frenos, aceite de transmisión; revisión de bujías, cables de alta, zapatilla de distribución y tapa de distribuidor, revisión de frenos, limpieza sistema de gas, revisión del estado motor de arranque, revisión y cambio en lubricación y grasa para ruedas.)	Dos horas	86000
	Secuencia cada 3000 horas (+/-	Dos horas	220000

M3	50 horas). En este mantenimiento se realiza un M1 y un M2 más: cambio de aceite al diferencial, aceite hidráulico, <u>válvula PCV, correa distribución</u> (Hyster), filtro aceite de caja, filtro de retorno hidráulico.		
-----------	---	--	--

En total los costos de mantenimiento (M1, M2, M3) para los montacargas a combustión desde enero de 2016 hasta octubre de 2016 fueron de \$76.000.000 millones.

7.3. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE MONTACARGAS ELÉCTRICOS

Los montacargas eléctricos trabajan durante horarios de diez y ocho horas, el consumo y costos de energía son asumidos por la empresa cliente; pero el consumo de energía generado durante el mantenimiento y permanencia de los montacargas dentro de las instalaciones de MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO es asumido por la empresa.

Tabla 4. Gastos de Montacargas Eléctricas

MES	CONSUMO KWH
Enero	3960
Febrero	2880
Marzo	3000
Abril	3480
Mayo	3120

Junio	3060
Julio	2640
Agosto	2940
Septiembre	2820
Octubre	2760

Se puede evidenciar en la tabla el consumo de energía generado en MYM MONTACARGAS Y MANTENIMIENTO, durante la estadía y mantenimiento de los montacargas eléctricos, ya que el consumo total de funcionamiento es adquirido por la empresa cliente; estos consumos varían de acuerdo a los mecanismos y funcionamientos, ya que en algunos de los casos cuentan con mecanismos de ahorro de energía como paneles solares. La siguiente tabla presenta los tipos de mantenimiento aplicados a los montacargas eléctricos:

Tabla 5. Mantenimientos Montacargas Eléctricas

TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	HORAS DE TRABAJO	COSTO
PREDICTIVO	Cambio de repuestos de contactos, aceite de transmisión e hidráulico, cambio de llantas de transmisión, caster y tande.	Cuatro horas	Depende del repuesto que se necesite
PREVENTIVO	Secuencia cada 300 horas. Inspección y revisión, limpieza, lubricación y calibración de elementos.	Dos horas	140000

En total los costos de mantenimiento (PREDICCTIVO Y PREVENTIVO) para los montacargas eléctricos desde enero de 2016 hasta octubre de 2016 fueron de \$14.000.000 millones de pesos.

8. NORMATIVIDAD AMBIENTAL ASOCIADA A LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS MONTACARGAS

La principal normatividad relacionado con el uso, mantenimiento y disposición final para los montacargas, están relacionado con la generación de residuos o elementos que pueden afectar o contaminar el medio ambiente, y que son producto de los procesos de desplazamiento, uso, mantenimiento y disposición final.

A continuación se presenta un resumen que muestra la diferente normatividad legal aplicable en materia ambiental.

Tabla 6. Normatividad Ambiental Asociada

NORMATIVIDAD ASOCIADA		
Descripción	Tema	Tipo Jurídico
Decreto 4741 de 2005	Residuos peligrosos	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 1713 de 2002.	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".
Decreto 2981 de 2013	Residuos peligrosos	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Decreto 4741 de 2005	Residuos peligrosos	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución 1362 de 2007.	Registro de Generadores de Residuos o Desechos	por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Ley 373 de 1997.	Consumo de agua.	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 1541 de 1978.	Consumo de agua.	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Decreto 3102 de 1997	Agua	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Decreto 3930 de 2010	Agua	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3930	Recurso Hídrico	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Ley 9 de 1979.	Medidas Sanitarias	Por el cual se adoptan medidas sanitarias
Decreto 3683 de 2003.	Energías alternativas	Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial
Ley 697 de 2001	Energías alternativas	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
Ley 769 de	Transporte	Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito

2002.		Terrestre y se dictan otras disposiciones
Decreto 948	Aire	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución 601/MAVDT/04-04-2006 /	Aire	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 627/MAVDT/07-04-2006	Ruido	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Decreto 321 de 1999.	Hidrocarburos	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas.
Ley 55 de 1993.	Productos Químicos	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.
Decreto 1443 de 2014	SST	A través del cual el Ministerio del Trabajo dicta disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Se puede concluir que existe una mayor legislación legal vigente para los montacargas a combustión, incluyendo control de emisiones por hidrocarburos y manejo de sustancias peligrosas utilizadas para el funcionamiento y mantenimiento de las mismas; lo cual favorece la opción de implementación de Montacargas Eléctricas para la empresa MYM Montacargas y Mantenimiento.

9. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para el análisis bajo el pensamiento de ciclo de vida (ACV) se compararán los dos tipos de montacargas, un montacargas de gas licuado de petróleo y otro montacargas eléctrico, en este se analizará solo los aspectos de cada etapa en lo referente a emisiones costos y desempeño ambiental. Generados por el uso de gas licuado de petróleo y energía eléctrica. Las comparaciones se harán con datos obtenidos de diferentes fuentes de información.

El análisis se realizará en las siguientes etapas: transporte de los montacargas desde puerto, uso y mantenimiento y disposición final.

En la etapa del transporte solo se tendrá en cuenta el desplazamiento del contenedor desde puerto hasta la empresa, para el uso se tomarán las emisiones generadas durante todo el tiempo de operación, para su mantenimiento se analizará el uso y disposición de los aceites, lubricantes, y demás residuos generados.

9.1. UNIDAD FUNCIONAL DEL PROCESO

La unidad funcional que se utilizará en el análisis se define como las emisiones de CO₂ que se generen durante las horas de operatividad de los montacargas por un año de vida útil:

Montacargas de combustión: doce horas diarias de operatividad con gas licuado de petróleo.

Montacargas eléctricos: ocho horas diarias de operatividad por energía eléctrica.

La siguiente ilustración demuestra las cuatro etapas de análisis del ciclo de vida, iniciando desde el desplazamiento desde puerto, uso del motor, mantenimiento del motor y disposición final de los residuos generados.

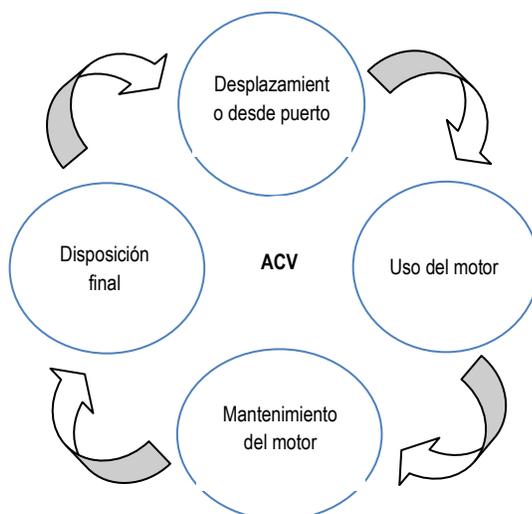


Ilustración 1. Etapas del ACV para el Proyecto (Fuente: elaboración propia)

9.2. ENTRADAS Y SALIDAS PARA MONTACARGAS DE COMBUSTIÓN Y ELÉCTRICOS ENFOCADO AL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.

Siguiente ilustración evidencia las entradas y salidas durante el ciclo de vida de las montacargas eléctricas y de combustión.



Ilustración 2. Diagrama de Flujo de Etapas ACV para Montacargas (Fuente: elaboración propia)

9.3. FASES DEL CICLO DE VIDA

Para nuestro caso de estudio la aplicación del ACV para la Montacarga, inicia desde la puesta en puerto nacional hasta la disposición final, y esta principalmente basada en las siguientes fases:

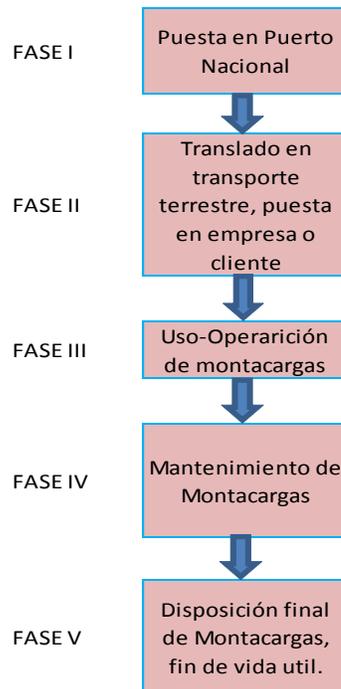


Ilustración 3. Fases del Ciclo de Vida (Fuente: elaboración propia)

Tomando como base la metodología utilizada en la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 14044, para aplicar el análisis del ciclo de vida ACV a las Montacargas.

9.4. ANÁLISIS DEL INVENTARIO

Se realiza el diagrama de flujo del ACV según los componentes para el recibo en puerto, traslado y operación, mantenimiento y disposición final de una Montacargas:

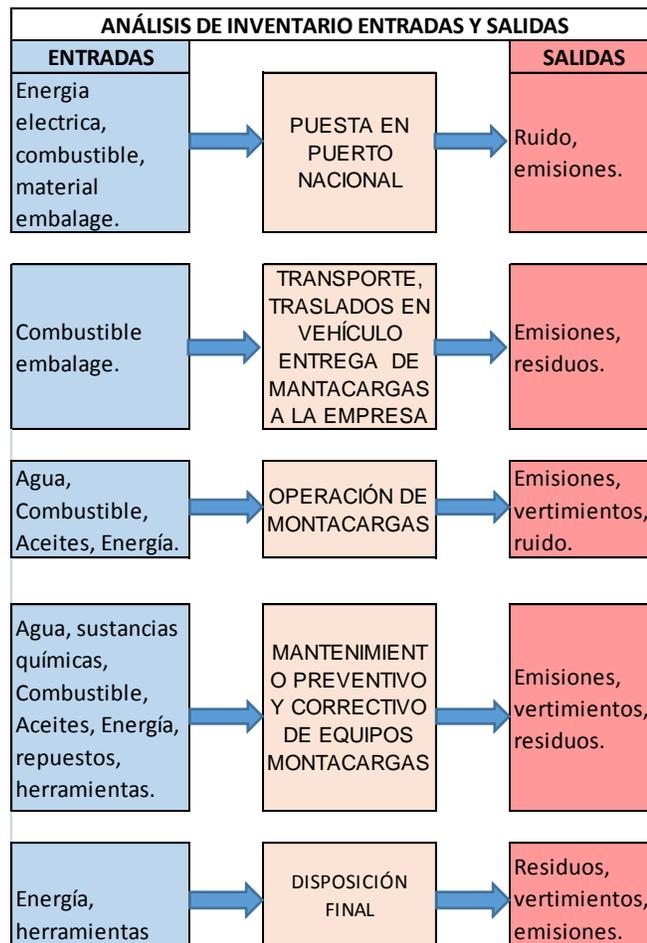


Ilustración 4. Análisis de Inventario Entradas y Salidas. (Fuente: Elaboración propia)

9.5. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS MONTACARGAS A COMBUSTIÓN.

Una vez construido el inventario, considerando el ciclo de vida se realizaron las matrices de aspectos e impactos ambientales (tablas.7 y 8), tanto para las montacargas a combustión, como para las montacargas eléctricas, considerando los procesos o actividades de puesta en puerto Nacional, traslado a empresa, operación, mantenimientos preventivos y correctivos, y disposición final, donde se consumen diferentes recursos y se generan residuos de varios tipos, al igual que emisiones atmosféricas, vertimientos (sustancias peligrosas); aspectos todos que afectan los recursos, suelo, agua, aire y los ecosistemas en general, en dicha matriz no solo se identifican los aspectos e impactos, sino también los controles y tratamientos adecuados aplicables para cada caso.

9.6. VALORACIÓN DEL IMPACTO

Para la calificación de los aspectos ambientales se utilizaron los siguientes criterios, se diseñaron considerando cada uno con el valor de ponderación (Tablas. 9 y 10):

- a. Frecuencia: se refiere a la periodicidad con que ocurre o se genera el aspecto.
- b. Magnitud: se entiende como la gravedad del daño que se puede causar al medio ambiente.
- c. Severidad: trata sobre la probabilidad que tiene el impacto de afectar a las partes interesadas.
- d.

Tabla 7. Criterios valoración del Impacto

ESCALA		
CRITERIO	CALIFICACIÓN	
MAGNITUD 30%	5	Muy alta
	4	Alta
	3	Media
	2	Baja
	1	Ninguna
SEVERIDAD 30%	5	Muy alta
	4	Alta
	3	Media
	2	Baja
	1	Ninguna
FRECUENCIA 40%	5	Continuo
	4	Una vez al día
	3	Una vez a la semana
	2	Una vez al mes
	1	Una o dos veces al año

Después de asignar los valores a cada uno de los anteriores criterios, se realizó una calificación teniendo en cuenta la ponderación, así; el valor individual por el

porcentaje de ponderación más el siguiente, obteniendo los resultados para cada aspecto.

Tabla 8. Calificación de los Impactos

Calificación de los impactos (Suma ponderada)	4,1 a 5	Muy Significativos
	3,1 a 4	Significativos
	2,1 a 3	Poco Significativos
	1 a 2	No significativos

A continuación se presenta la matriz de aspectos e impactos para montacargas a combustión y eléctricas, tal valoración se realizó de acuerdo con el numeral 5.7.

Tabla 9. Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales de Montacargas a Combustión

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES MONTACARGAS A COMBUSTIÓN										
PROCESO Y/O ACTIVIDAD	ASPECTO/DETALLE		IMPACTO	CONTROLES	TRATAMIENTO	VALORACION DEL IMPACTO PRESENTE				SIGNIFICANCIA
						Frecuencia (40%)	Magnitud (30%)	Severidad (30%)	Calificación	
PUESTA EN PUERTO NACIONAL	Generación de emisiones atmosféricas, gases de combustión	Incremento en la concentración de gases como el SO ₂ , CO, compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, CO ₂ , metano (CH ₄) y los	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero.	Implementar un control de emisiones atmosféricas	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de embarcaciones vehículos, equipos y maquinaria de Puerto	2	4	3	2.9	

		Clorofluorocarbonos CFC's en la atmósfera.										
	Generación de residuos sólidos	Inorgánicos y orgánicos, aprovechables y no aprovechables	Contaminación por disposición de residuos sólidos	Manejo de acuerdo con el Programa de gestión integral de residuos sólidos, Separación de residuos.	Entrega a la empresa prestadora de aseo, para su disposición final.	2	2	2	2			
	Generación de ruido	Se refiere al acrecentamiento del nivel de decibelios en el aire por utilización de maquinaria o tránsito de vehículos.	Altera las condiciones normales del ambiente y afecta la calidad de vida de la población, ya que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.	Barreras de aislamiento y tapones tapaoídos para operarios	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, equipos y maquinaria	2	3	2	2.3			
	Incremento tráfico vehicular	Contaminación por aumento en la concentración de gases o de material particulado.	Alteración de la calidad del aire y cambio climático	Programa de mantenimiento preventivo, correctivo, racionalización de vehículos.	Medios alternativos de transporte, uso de energías alternativas -Programa de Ahorro y Uso eficiente de la Energía	2	3	3	2.6			
	Contaminación por posibles derrames o fugas de sustancias peligrosas y tóxicas	Derrame, fugas de combustible o aceite.	Cambio en la calidad del suelo y de las aguas por presencia de sustancias peligrosas o tóxicas.	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos.	Uso de instrumentos y sensores en vehículos para detectar fugas, Uso de absorbentes y su disposición.	3	3	3	3			

TRANSPORTE, TRASLADOS EN VEHÍCULO ENTREGA DE MANTACAR GAS A LA EMPRESA	Consumo de combustible		Contaminación y alteración de la calidad del aire por Emisión de gases, cambio climático, agotamiento de los Recursos Naturales No Renovables.	Capacitaciones sobre buenas prácticas de conducción, ahorro de combustible, monitoreo constante.	Uso eficiente del vehículo.	3	4	3	3.3	
	Generación de emisiones atmosféricas, gases de combustión	Incremento en la concentración de gases como el SO ₂ , CO, compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, CO ₂ , metano (CH ₄) los Clorofluorocarbonos CFC's en la atmósfera.	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero.	Implementar un de control de emisiones atmosféricas.	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, revisiones en CDA.	3	3	3	3	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS MONTACAR GAS	Generación de Residuos peligroso	Estopas y trapos impregnados de sustancias químicas y elementos de protección personal (EPP) contaminados.	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a empresas autorizadas de manejo de Residuos Peligrosos (Respel) para su incineración.	5	4	4	4.4	
	Generación de Residuos peligroso	Aceites y grasas usados	Contaminación del suelo y aguas.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Recolección in situ y recuperación de aceites con proveedores autorizados.	5	4	5	4.7	
	Generación de residuos por mantenimientos	Filtros, pastas de frenos	Contaminación del suelo con residuos.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	5	4	4	4.4	

LAVADO DE VEHICULOS MONTACAR GAS	Consumo de agua	Desde fuentes de agua superficiales y subterráneas	Agotamiento del recurso hídrico (Recursos Naturales renovables)	Capacitaciones sobre el uso mesurado del agua, concientización sobre el medio ambiente.	Sistemas de ahorro eficientes de agua y reúso.	3	2	3	2.7	
	Vertimientos de químicos (detergentes y demás productos de limpieza)		Contaminación del agua	Programa de Manejo Integral de Residuos líquidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Compras productos sostenibles biodegradables, sistemas de tratamiento de agua.	2	2	2	2	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPOS MONTACAR GAS	Generación de residuos por partes retiradas en los equipos, sobrantes, envases, bolsas, metales		Contaminación del suelo con partes de elementos, materiales, envases etc.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	4	4	4	4	
	Generación de Residuos peligrosos.	Consumo de materiales (trapos, estopas) impregnadas de sustancias químicas y elementos de protección personal (EPP) contaminados.	Agotamiento de recursos naturales, contaminación del suelo por desechos.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a empresas autorizadas manejo de residuos peligrosos (Respel) para su incineración.	5	4	4	4.4	
	Generación de emisiones atmosféricas	Por vapores, gases y olores por uso de pintura y aerosoles, generación de material particulado.	Contaminación del aire.	Implementar un de control de emisiones atmosféricas.	Uso de cabinas de pintura, manejo adecuado y uso de productos sostenibles.	1	2	3	1.9	
OPERACIÓN DE MONTACAR GAS	Almacenamiento de combustible Gas (glp).	Por posibles fugas de gas (glp).	Contaminación del aire, Agotamiento de los Recursos Naturales No Renovables.	Implementación de Plan de emergencia, con sistema de control y monitoreo periódico.	Uso de instrumentos y sensores en tanques para detectar fugas.	3	4	3	3.3	

	Consumo de combustible.	Uso diario de Montacargas de combustión, Emisiones atmosféricas por operación del vehículo.	Contaminación y alteración de la calidad del aire por Emisión de gases, cambio climático, agotamiento de los Recursos Naturales No Renovables.	Capacitaciones sobre buenas prácticas al volante, ahorro de combustible, monitoreo constante y mantenimientos preventivos y correctivos a los vehículos, revisiones en CDA.	Uso eficiente del vehículo - uso de energías alternas sostenibles.	5	5	5	5	
	Generación de vertimientos - Derrames de aceite y combustible por fugas.		Contaminación de los suelos y recursos hídricos.	Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a los vehículos.	Sistemas de captación de derrames como los cárcamos perimetrales. Uso de absorbentes y su disposición.	5	4	4	4.4	
DISPOSICIÓN FINAL	Generación de residuos sólidos.	Generación de llantas y neumáticos usados.	Contaminación de los suelos y recursos hídricos.		Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento, reúso y disposición.	5	5	5	5	
	Generación de residuos metálicos.	Residuos Metálicos.	Contaminación de los suelos y recursos hídricos.	Solicitar al proveedor de servicios: Licencias ambientales para manejo de residuos peligrosos, evaluar al proveedor según	Entrega a gestores ambientales autorizados su separación reúso para tratamiento y disposición.	3	3	2	2.7	
	Generación de residuos plásticos	Residuos plásticos.	Contaminación de los suelos y recursos hídricos.	aspectos ambientales, definidos en el procedimiento de proveedores.	Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	4	3	3	3.4	
	Generación de Residuos peligroso.	Residuos baterías mal estado.	Contaminación de los suelos y recursos hídricos.		Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	2	4	4	3.2	

Tabla 10. Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales de Montacargas Eléctricos

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES MONTACARGAS ELÉCTRICO										
PROCESO Y/O ACTIVIDAD	ASPECTO/DETALLE		IMPACTO	CONTROLES	TRATAMIENTO	VALORACION DEL IMPACTO PRESENTE				SIGNIFICANCIA
						Frecuencia (40%)	Magnitud (30%)	Severidad (30%)	Calificación	
PUESTA EN PUERTO NACIONAL	Generación de emisiones atmosféricas, gases de combustión	Incremento en la concentración de gases como el SO ₂ , CO, compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, CO ₂ , metano (CH ₄) y los Clorofluorocarbonos CFC's en la atmósfera.	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero.	Implementar un control de emisiones atmosféricas	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de embarcaciones vehículos, equipos y maquinaria de Puerto	2	4	3	2,9	
	Generación de residuos sólidos	Inorgánicos y orgánicos, aprovechables y no aprovechables	Contaminación por disposición de residuos sólidos	Manejo de acuerdo con el Programa de gestión integral de residuos sólidos, Separación de residuos.	Entrega a la empresa prestadora de aseo, para su disposición final.	2	2	2	2	
	Generación de ruido	Se refiere al acrecentamiento o del nivel de decibelios en el aire por utilización de maquinaria o tránsito de vehículos.	Altera las condiciones normales del ambiente y afecta la calidad de vida de la población, ya que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.	Barreras de aislamiento y taponos tapaoídos para operarios	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, equipos y maquinaria	2	3	2	2,3	

TRANSPORTE, TRASLADOS EN VEHÍCULO ENTREGA DE MANTACAR GAS A LA EMPRESA	Incremento tráfico vehicular	Contaminación por aumento en la concentración de gases o de material particulado	Alteración de la calidad del aire y cambio climático	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo, racionalización de vehículos.	Medios alternativos de transporte, uso energías alternativas -Programa de Ahorro y Uso eficiente de la Energía	2	3	3	2,6	
	Contaminación por posibles derrames o fugas de sustancias peligrosas y tóxicas	Derrame, fugas de combustible o aceite.	Cambio en la calidad del suelo y de las aguas por presencia de sustancias peligrosas o tóxicas.	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos	Uso de instrumentos y sensores en vehículos para detectar fugas, Uso de absorbentes y su disposición.	3	3	3	3	
	Consumo de combustible		Contaminación y alteración de la calidad del aire por Emisión de gases, cambio climático, agotamiento de los Recursos Naturales No Renovables.	Capacitaciones sobre buenas prácticas de conducción, ahorro de combustible, monitoreo constante.	Uso eficiente del vehículo	3	4	3	3,3	
	Generación de emisiones atmosféricas, gases de combustión	Incremento en la concentración de gases como el SO ₂ , CO, compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, CO ₂ , metano (CH ₄) y los Clorofluorocarbonos CFC's en la atmósfera.	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero	Implementar un de control de emisiones atmosféricas.	Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, revisiones en CDA.	3	3	3	3	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS MONTACAR GAS	Generación de Residuos peligroso	Estopas y trapos impregnados de sustancias químicas y elementos de protección personal (EPP) contaminados.	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a empresas autorizadas de manejo de Residuos Peligrosos (Respel) para su incineración	4	3	4	3,7	

	Generación de Residuos peligroso	Aceites y grasas usados	Contaminación del suelo y aguas.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Recolección in situ y recuperación de aceites con proveedores autorizados	4	3	4	3,7	
	Generación de residuos por mantenimientos	Filtros, pastas de frenos	Contaminación del suelo con residuos.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	5	4	4	4,4	
LAVADO DE VEHICULOS MONTACAR GAS	Consumo de agua	Desde fuentes de agua superficiales y subterráneas	Agotamiento del recurso hídrico (Recursos Naturales renovables)	Capacitaciones sobre el uso mesurado del agua, concientización sobre el medio ambiente.	Sistemas de ahorro eficientes de agua y reúso.	3	2	3	2,7	
	Vertimientos de químicos (detergentes y demás productos de limpieza)		Contaminación del agua	Programa de Manejo Integral de Residuos líquidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Compras productos sostenibles biodegradables, sistemas de tratamiento de agua.	2	2	2	2	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPOS MONTACAR GAS	Generación de residuos por partes retiradas en los equipos, sobrantes, envases, bolsas, metales		Contaminación del suelo con partes de elementos, materiales, envases etc.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a gestores ambientales autorizados para tratamiento y disposición.	4	4	4	4	
	Generación de Residuos peligrosos	Consumo de materiales (trapos, estopas) impregnadas de sustancias químicas y elementos de protección personal (EPP) contaminados.	Agotamiento de recursos naturales, contaminación del suelo por desechos.	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye concientización sobre el medio ambiente, disposición correcta de residuos.	Entrega a empresas autorizadas de manejo de residuos peligrosos (Respel) para su incineración.	3	3	4	3,3	
	Generación de emisiones atmosféricas	Por vapores, gases y olores por uso de pintura y aerosoles, generación de material	Contaminación del aire.	Implementar un de control de emisiones atmosféricas.	Uso de cabinas de pintura, manejo adecuado y uso de productos sostenibles	1	2	3	1,9	

desgaste de llantas es debido a la operación intensa de los equipos y al peso considerado que pueden cargar.

Entre las diferencias encontramos, que las montacargas eléctricas no generan emisiones a la atmosfera en su proceso de operación, además de no generar riesgos por el almacenamiento de combustible gas (GLP), como es el caso para el funcionamiento de las montacargas a Gas; también se observa que en los procesos de mantenimiento son más significativos para las montacargas a combustión, ya que requieren cambios frecuentes de aceite de motor y filtros, caso contrario para las montacargas eléctricas que solo usa lubricantes para su sistema hidráulica el cual solo requiere de dos a tres mantenimientos anuales. En las Ilustraciones 5 y 6, se muestran la valoración de los procesos más significativos y de mayor impacto tanto para las montacargas a combustión, como las montacargas eléctricas.

Cada aspecto ambiental se ordenó de mayor a menor según su nivel de significancia en la matriz de aspectos e impactos ambientales. Se definieron como significativos los que en las sumatoria tuvieran un valor mayor a 3 (tres).

Luego se identificaron los aspectos de mayor significancia; entre éstos se encuentran, las admisiones atmosféricas (para las montacargas a combustión), la generación residuos peligrosos como llantas y neumáticos, aceites y grasas, filtros, generados principalmente en los procesos de operación y mantenimiento de Montacargas.

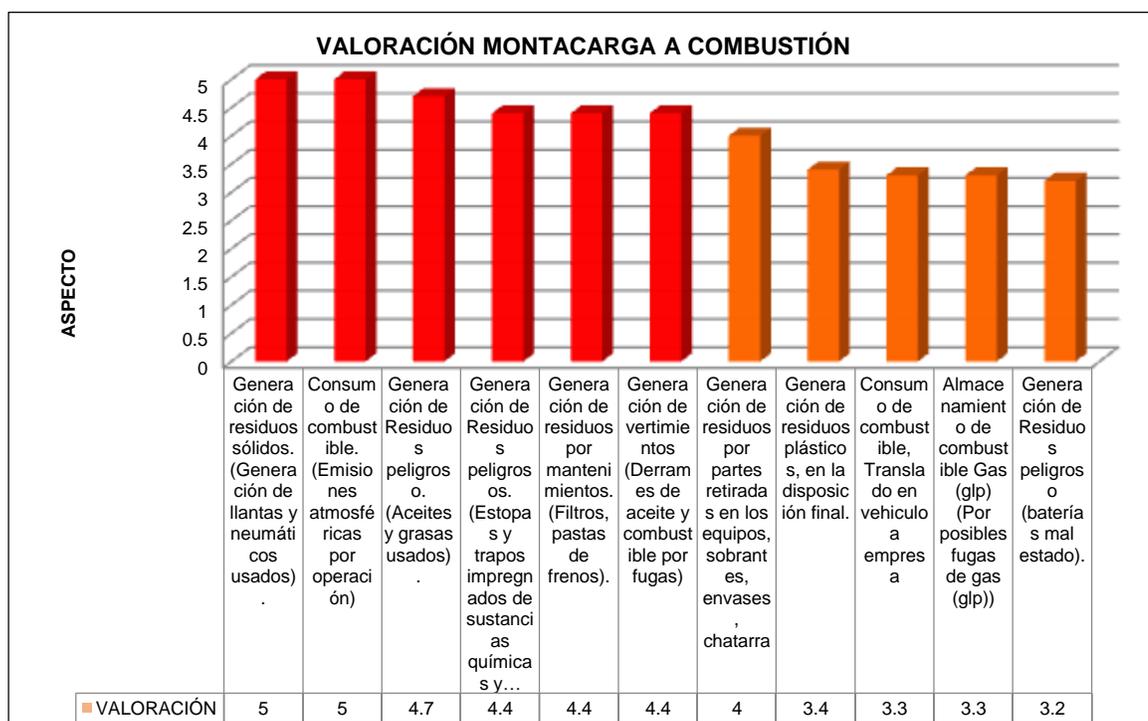


Ilustración 5. Valoración Montacargas a Combustión (Fuente: elaboración propia)

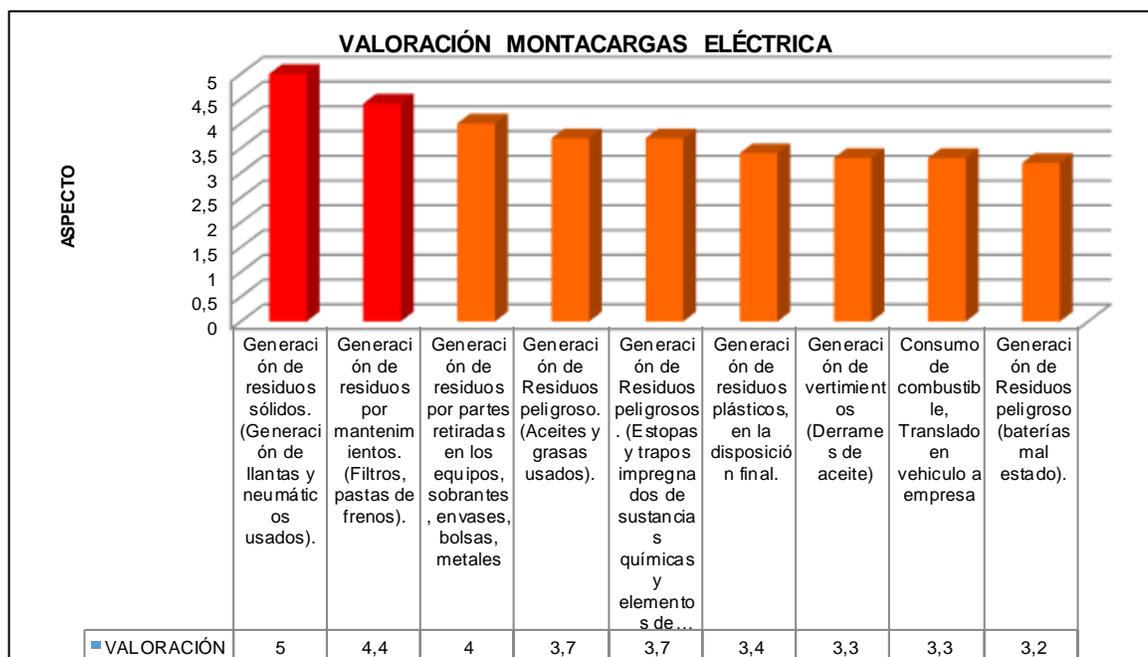


Ilustración 6. Valoración Montacargas Eléctrica (Fuente: elaboración propia)

Ante un potencial cambio de tecnología a los montacargas eléctricos, los beneficios ambientales que dicho cambio generaría para la empresa MYM MONTACARGAS Y MATENIMIENTO serán altos, dada la disminución en la contaminación ambiental en términos de no generar de emisiones a la atmosfera en el proceso de operación, y la disminución de consumo de recursos y generación de residuos principalmente peligrosos, de igual manera se impactara positivamente el aspecto económico con una mejor relación costo/beneficio, el aumento de la competencia organización y la creación de una cultura ambiental en toda la organización, al socializar adecuadamente las razones ambientales del cambio.

Mediante un cambio de tecnología por montacargas eléctricos, se aportara a la sostenibilidad ambiental de la empresa MYM Montacargas con la disminución de la contaminación en los procesos y por ende en la afectación a los recursos naturales.

10.EVALUACION DE LOS COSTOS TOTALES

Durante la evaluación de los costos totales se consideró un análisis en cinco etapas: (i) costo de inversión, (ii) transporte a la empresa, (iii) uso, (iv) mantenimiento y (v) la disposición final de los residuos,. A continuación se detalla cada uno de ellos:

Costo de inversión: los montacargas por ser importados son comprados con una moneda diferente a la colombiana, es por ende que dentro del precio subtotal están incluidos costo por el valor de la mercancía neta, fletes y seguro, la suma de estos nos arroja un costo total de mercancía en dólares, la empresa está sujeta a el alza del dólar, por lo cual el valor de la mercancía neta cuando se realiza la conversión por moneda colombiana es variable. Al momento que la mercancía

entra al país la empresa debe asumir costos de (fletes de la ciudad de Cartagena (Departamento de Bolívar) al Municipio de sabaneta (Departamento de Antioquia) lugar de destino final, gasto de puerto, gasto naviera, operador portuario, IVA¹, seguros y fletes y costo de formularios). Cabe anotar que estos costos son asumidos para los dos tipos de montacargas, tanto eléctricas como de combustión al momento de la compra.

Transporte a la empresa: el transporte desde puerto hasta la empresa es asumido por un proveedor que no en todas las ocasiones es el mismo, este valor oscila por montacargas eléctrica entre (COL\$1765000 pesos colombianos por cada unidad) y para montacargas de combustión entre (COL\$1770000 pesos colombianos por cada unidad).

Uso: los montacargas de combustión solo tienen un costo fijo mensual en el llenado del tanque GLP, el cual es almacenado como fuente fija para tanqueo regular de los montacargas durante la jornada laboral. En comparación con los montacargas eléctricos los cuales tienen un costo de uso en el consumo de energía generado por la carga de las baterías tal costo es asumido por la empresa cliente, Estos costos se especifican en la tabla 11.

Mantenimiento: los gastos de mantenimiento pueden variar según el tipo y tiempo de mantenimiento como anteriormente se menciona en las tablas 3 y 4. Para tener una información global del costo total de todo un mantenimiento se identifican los costos y tipos de repuestos, aceites y materiales utilizados.

Disposición final de residuos: el manejo que la empresa establece para la disposición final de los residuos es compartido, puesto que no son separados

¹ IVA Impuesto al Valor Agregado, equivalente para la maquinaria al 16% aproximadamente.

cuando se realizan los mantenimientos a las montacargas; esto quiere decir que cuando los residuos llegan a la sede principal que es donde se recolectan para su adecuada disposición estos residuos están juntos por lo que no se puede determinar el total de residuos generados en un mantenimiento de un montacargas a combustión y un mantenimiento de un montacargas eléctrico; lo que claramente demuestra que no se puede extraer una cantidad exacta de los costos de disposición final de residuos por tipo de montacargas. Teniendo así un costo total unificado de disposición de los residuos.

11. MANEJO DE RESIDUOS

La empresa cuenta con un sistema de gestión integrado lo que le permite tener un seguimiento frente al tema ambiental en lo que concierne a indicadores y seguimiento de consumo y disposición final de los residuos utilizados; cuenta con gestores ambientales encargados de realizar las respectivas recogidas de los residuos. Es importante resaltar que las recogidas no siempre son mensuales esto debido al mes y total de mantenimiento realizados.

Tabla 11. Mantenimiento e Insumos de Montacargas a Combustión

Información Mantenimiento e insumos / COMBUSTION				
Tipo de Mantenimiento	Descripción de Actividades	Insumo / Repuesto	Cantidad	Costo
M1	Cambio de aceite para motor	15W40	1 Galón	30585
		20W50	1 Galón	34367
	Cambio de filtro de aceite para	COA 4041	1 Unidad	5038

motor	A73	1 Unidad	4904
Revisión y/o cambio de filtro de aire	Interno SHF2673	1 Unidad	28500
	Externo 3988	1 Unidad	19500
	AF256K	1 Unidad	20000
	3704	1 Unidad	19500
	AF253K	1 Unidad	22000
Ejecutar el programa de lubricación	Grasa	1 Libra	3116
Adición de líquido refrigerante	Líquido refrigerante	1/4 Galón	2720
Revisión y/o cambio del filtro de gasolina	-	-	-
Limpieza y revisión del sistema de dirección	-	-	-
Revisión de cilindros hidráulicos	-	-	-
Revisión de palancas de mando hidráulico	-	-	-
Revisión del sistema de elevación (mástil, rodamientos y cadenas)	-	-	-
Revisión del acople de bomba hidráulica	-	-	-
Revisión del estado de las ruedas	-	-	-
Revisión del pedal de freno y freno de parqueo	-	-	-
Revisión de silla (cojinería y estructura) y cinturón de seguridad	-	-	-
Revisión del volante/cabrilla	-	-	-
Revisión del sistema eléctrico (luces, alarma reversa, pito y	-	-	-

	conectores)			
	Revisión del carro porta horquillas (rodamientos y guías) y horquillas	-	-	-
	Revisión de pernos de ruedas	-	-	-
	Revisión del radiador y mangueras	-	-	-
	Revisión de la batería (bornes y agua)	-	-	-
	Revisión de fugas de aceite	-	-	190230,057
M2	Cambio de líquido de frenos	DOT4	1/13 Galón	3575
	Cambio de aceite de servo-trasmisión	ATF	1 Galón	27844
	Cambio de aceite de diferencial (freno húmedo)	Mobil fluid 424	1 1/2 Galones	88710
	Revisión y/o cambio de correa de ventilador	A46	1 Unidad	15000
		A42	1 Unidad	6500
		A40	1 Unidad	
	Engrase de rodamientos de ruedas	Grasa de litio EP-2	1 Libra	4461
	Revisión de bujias y cables de alta, tapa y zapatilla de distribución	-	-	-
	Revisión guaya de clutch y acelerador	-	-	-
	Limpieza del sistema de gas	-	-	-
	Revisión de mangueras del sistema hidráulico, gasolina y/o gas	-	-	-
	Revisión del sistema de frenos: campana, bandas, cilindro, chupas, retenedores	-	-	-

	Revisión de motor de arranque	-	-	146090,286
M3	Aceite de diferencial	85W140	2 Galones	55880
	Aceite hidráulico	ISO 68	8 Galones	166936
	Cambio válvula PCV	Válvula PCV	1 Unidad	
	Cambio de correa de distribución	Correa de distribución	1 Unidad	6500
	Cambio de filtro aceite de caja	BT 344-S	1 Unidad	35000
		A1	1 Unidad	7754
		A-4044	1 Unidad	
	Cambio de filtro hidráulico	Filtro de succión	1 Unidad	98000
		Filtro de retorno hidráulico	1 Unidad	45000

La tabla evidencia los tipos de mantenimientos realizados a un montacargas a combustión, insumos necesarios, cantidad gastada y costo unitario, esta información es fuente para calcular los costos totales del ciclo de vida, además se evidencia que en insumos utilizados los gastos de aceite y repuestos son altos, esto indica un mayor desperdicio y contaminación al suelo y el agua.

Tabla 12. Mantenimiento e Insumos de Montacargas Eléctricos

INFORMACIÓN MANTENIMIENTO E INSUMOS / ELECTRICAS				
Tipo de Mantenimiento	Descripción de Actividades	Insumo / Repuesto	Cantidad	Costo

PREDICTIVO	Cambio de grasa	LITIO	1/2 libra	3000
	Cambio de lubricante	WD40	300 Mililitros	9000
	Limpieza y revisión del sistema de dirección			
	Limpieza de contactos	CRC	390 Mililitros	12000
	Estopa	Trapos	1 Bolsa	7000
PREVENTIVO	Aceite de transmisión	85W140	Medio galón	16000
	Aceite hidráulico	ISO 68	7 Galones	157000
	Lubricante	WD40	300 Mililitros	9000
	Grasa	LITIO	1/2 Libra	3000
	Filtro	EURO FILTER	1 Unidad	35000

La tabla evidencia los tipos de mantenimientos realizados a un montacargas eléctrico, insumos necesarios, cantidad gastada y costo unitario.

En la Tabla 13 se muestra los costos totales de las etapas, considerando estimaciones o datos de información secundaria recolectada para ambas tecnologías.

Tabla 13. Costos Totales del ciclo de Vida Pesos Colombianos

TEGNOLOGI A	COSTO DE INVERSIÓN	TRANSPORTE A LA EMPRESA	USO	MANTENIMIENTO			DISPOSICIO N DE RESIDUOS GENERADO S	COSTO TOTAL DEL CICLO DE VIDA
				M1 (300)	M2 (1500)	M3 (3000)		
Montacargas eléctrico	\$41.213.849	\$1.765.000	-	\$31.000	-	\$232.000	\$ 110.672	\$43.241.849
Montacargas a combustión	\$51.669.847	\$1.770.000	\$8.030.666	\$190.230	\$146.090	\$415.070	\$ 110.672	\$62.332.575

12. CONCLUSIONES

- Se puede notar con claridad el beneficio que tendría la organización si concibe un cambio de reconversión de nuevas tecnologías, como es el caso de montacargas eléctricas las cuales tienen un menor costo fijo (COL \$43.241.849) a diferencia de una montacargas a combustión (COL\$62.332.575), ya que durante su uso el costo de energía utilizada para la recarga de las baterías es asumida por la empresa donde se es prestado el servicio, en comparación con los montacargas a combustión puesto que el costo fijo de uso en llenado de las pipetas es asumido por la empresa MYM Montacargas.
- El consumo de insumos durante los tipos de mantenimientos de un montacargas a combustión son mayores que el consumo de insumos del mantenimiento de un montacargas eléctrico, con un total de gastos por un montacargas a combustión de (18 galones de aceites, 2 libras de grasa y 17 repuestos) y un montacargas eléctrico (8 galones de aceites, 3 libras de grasa y 1 filtro); demostrando así que si se llegara a un cambio total de todas las montacargas de combustión por eléctricas el ahorro en los costos de mantenimiento y la disminución de insumo utilizados será menor que el actual, esto conllevaría a varias escenas de mejora:
 1. Los costos de disposición final de los residuos generados disminuirán, por lo cual ese dinero restante se puede invertir en mejoras de infraestructura para la organización o tecnológicas para las montacargas; como por ejemplo adecuación de paneles solares en las montacargas para minimizar impactos ambientales y costos de energía.
 2. Minimización de impactos ambientales al aire y suelo.

3. Disminución de enfermedades laborales como consecuencia a la exposición de gases tóxicos provenientes de hidrocarburos generados por la combustión de los montacargas.
- La empresa tendrá amplias ventajas organizacionales al ofrecer un servicio al mercado de tecnologías limpias que minimicen los impactos ambientales y laborales, la poca competencia frente a el producto ofrecido formará grandes alianzas y negocios con empresas multinacionales, esto permitiendo un good will y alta rentabilidad.
 - A través del desarrollo de los conocimientos adquiridos es posible realizar identificación de problemáticas ambientales en los diferentes procesos que se realizan con las Montacargas y generar planes y programas de manejo ambiental acordes a las necesidades.
 - Se estableció una matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales para los procesos de puesta en Puerto Nacional, traslado en vehículo a empresa, mantenimiento preventivo y correctivo, operación y disposición final, estableciendo los controles y tratamientos, esto demostró que en los procesos de mantenimiento y operación es donde se producen más impactos al medio ambiente. También se puede identificar que estos impactos son generados en un mayor porcentaje por montacargas a combustión; esto es una clara y necesaria evidencia para adquirir y convertir tecnologías amigables con el ambiente, siendo la mejor opción para este trabajo el uso total de montacargas eléctricos durante todos los procesos.
 - Con la información arrojada por la matriz de aspectos e impactos ambientales es posible definir un adecuado manejo ambiental en el transporte, mantenimiento y operación de las Montacargas, a los diferentes residuos generados.

- La elaboración de herramientas de identificación de aspectos e impactos ambientales son de gran utilidad para las empresas, ya que mediante su gestión e implementación los controles y el manejo ambiental proporcionarían altos beneficios económicos y ambientales.

13. BIBLIOGRAFIA

Hernández Sampieri R, (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw Hill.

Castellanos, G.E., Morales, M.A., *Reconversión tecnológica de un motor diesel por motor eléctrico en la empresa Promatin s.a.*(Trabajo de grado inédito), Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

Heinz Dieterich, (1999). *Nueva guía para la investigación científica*. México: Editorial 21.

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca Gobierno Vasco (2009). *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono*. Bilbao: Ihobe S.A.

University College London – Universidad de los Andes, (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*. Recuperado de <https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wpcontent/uploads/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica-en-Colombia.pdf>

Banco de la Republica. Actividad Cultura: 4. *Funcionamiento del motor de combustión interna*. Recuperado de <http://www.banrepcultural.org/node/92121>

Todo Motores. *El motor de combustión Interna, funcionamiento del motor cuatro tiempos*. Recuperado de http://www.todomotores.cl/mecanica/el_motor.htm

RTE (2013). *Montacargas eléctricos vs montacargas de combustión de interna*. Recuperado de <http://losmontacargas.mx/2013/01/montacargas-electricos-vs-montacargas-de-combustion-de-interna/>

RitchieWiki (2009). *Montacargas*. Recuperado de <http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Montacargas>

EL Colombiano. *Antioquia es el departamento con más emisiones de CO2 en el país*. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/colombia/estos-son-los-departamentos-con-mas-emision-de-gases-de-efecto-invernadero-FA5299887>

RTE (2013). *Montacargas eléctricos – Rendimiento de la batería*. Recuperado de <http://losmontacargas.mx/2013/01/montacargas-electricos-rendimiento-de-la-bateria/>

ANLA Autoridad nacional de licencias ambientales. Minambiente. *Listado de normatividad ambiental*. Recuperado de <http://www.anla.gov.co/normativa/historial-normativa-ambiental>