

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Evaluación técnica y económica para analizar la viabilidad del montacargas eléctrico en el sector productivo.

Andrés Felipe Ortegón Hernández

Salomón Federico Quiñones Sánchez

Bogotá D.C

2016

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Evaluación técnica y económica para analizar la viabilidad del montacargas eléctrico en el sector productivo.

Trabajo de Grado

Andrés Felipe Ortega Hernández

Salomón Federico Quiñones Sánchez

Clara Inés Pardo Martínez

ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Bogotá D.C

2016

## TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO.....	7
RESUMEN.....	8
Palabras clave.....	8
ABSTRACT.....	9
Key Words.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. <b>COMBUSTIBLES EN LOS MONTACARGAS, CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTACARGAS A PARTIR DE SU FUENTE DE ENERGÍA, MANUTENCIÓN, Y DISTRIBUIDORES.</b> .....	12
<b>2.1 Montacargas más comunes en el mercado</b> .....	16
<b>2.1.1 Modelos Hyster</b> .....	16
<b>2.1.2 Crown</b> .....	18
<b>2.1.3 Toyota</b> .....	19
<b>2.1.4 Montacargas de Dual</b> .....	22
<b>2.1.5 Mantenimiento</b> .....	23
<b>2.2 Distribuidores de Montacargas en Colombia.</b> .....	25
3. MARCO METODOLÓGICO .....	26
<b>3.1 Análisis cuantitativo</b> .....	26
<b>3.1.1 Primera Etapa</b> .....	27
<b>3.1.2 Segunda Etapa: Análisis de costos</b> .....	27
<b>3.2 Anlisis Cualitativo</b> .....	28
4. FACTORES DE ÉXITO.....	29
<b>4.1 Factores técnico-mecánicos</b> .....	29
<b>4.2 Factores influyentes para la compra de montacargas</b> .....	30
<b>4.2.1 Riesgos para la Decisión de Compra</b> .....	32
<b>4.3 Ventajas de Implementación del Montacargas Eléctrico</b> .....	34
5. RESULTADOS CUANTITATIVOS .....	37
<b>5.1 Resultados de Costos</b> .....	42
6. <b>CONCLUSIONES</b> .....	52

7. RECOMENDACIONES.....	53
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Montacargas Hyster Ref. EX 2,5.....	17
Figura 2: Montacargas Eléctrico Crown.....	18
Figura 3: Montacargas Eléctrico Toyota.....	19
Figura 4: Montacargas eléctrico Colombiano.....	20
Figura 5: Montacargas Hyster Tipo Diesel.....	20
Figura 6: Montacargas Dual.....	22
Figura 7: Crecimiento porcentual del mercado de los montacargas.....	31
Figura 8: Factores técnicos de importancia para decisión de compra.....	35
Figura 9: Montacargas gas o LP TCM 1,5kg.....	38
Figura 10: Montacargas Eléctrico Motor Eléctrico.....	39
Figura 11: Costos por hora de la gasolina.....	43
Figura 12: Consumo diario del gas de un montacargas.....	43
Figura 13: Consumo semanal (6 días) de un montacargas.....	44
Figura 14: Consumo Anual.....	45
Figura 15: Costo diario de un montacargas eléctrico y de gasolina.....	47
Figura 16: AC electrico vs gasolina.....	47
Figura 17: Costo del día (8,5 horas) de un montacargas eléctrico y de Gas o LP.....	48
Figura 18. Costo anual de un montacargas eléctrico y de Gas o LP.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Modelos montacargas eléctricos de marca Hyster</i> .....	17
Tabla 2	<i>Especificaciones Montacargas eléctrico</i> .....	20
Tabla 3	<i>Referencias Montacargas de tipo Diésel</i> .....	21
Tabla 4	<i>Especificaciones Montacargas dual</i> .....	23
Tabla 5	<i>Caracterización principal de cada tipo de montacargas</i> .....	29
Tabla 6	<i>Factores de Influencia para el consumidor Montacargas eléctrico</i> .....	33
Tabla 7	<i>Montacargas gasolina TCM 1,5 kg.</i> .....	37
Tabla 8	<i>Montacargas gas o LP TCM 1,5 kg.</i> .....	38
Tabla 9	<i>Modelo TX30N Montacargas eléctrico</i> .....	39
Tabla 10	<i>Comparación perceptual</i> .....	40
Tabla 11	<i>Información de horas, días, semanas y años</i> .....	42
Tabla 12	<i>Total gastos de consumo por tipo de energía</i> .....	46
Tabla 13	<i>Costo adquisición</i> .....	50

## GLOSARIO

**Montacargas:** Montacargas hace referencia a un vehículo con motor a gasolina, gas, diesel o eléctrico, el cual posee una plataforma para carga de mercancía y su movilización. (elevación o descenso de carga)

**Cabina:** La cabina hace referencia a la parte donde está ubicado el asiento del conductor, esta parte del montacargas debe estar protegida y con gran visibilidad.

**Asiento del conductor:** Es la parte donde el conductor estará manipulando el vehículo de carga.

**Motor:** Los montacargas convencionales tienen un motor de combustión interna, mediante el uso de gasolina, diésel o gas. Por otro lado están los montacargas de motor mixto que son de combustión interna y también eléctricos, así mismo, los montacargas eléctricos que tienen un motor que es impulsado por energía eléctrica.

**Contrapeso:** Está ubicado en la parte trasera del montacargas, este contrapeso cumple la tarea de evitar un desbalance a la hora de levantar la carga.

**Eje de dirección:** Son las ruedas traseras que proporcionan la viabilidad del vehículo.

**Eje de tracción:** Son las ruedas delanteras del montacargas que generan todo el empuje delantero para movilizar el montacargas.

**Horquillas:** Son las dos unas que sobresalen del montacargas, que son las que elevan la carga y donde se coloca la carga.

**Rejilla de apoyo de carga:** Donde la carga se asegura para que no se ocasione problemas a la hora de la movilización de dicha carga.

**Biocombustible:** Biocombustible es un combustible el cual está compuesto de componentes derivados de organismos vivos o desechos naturales metabólicos, muchos de los biocombustibles provienen de las semillas y son sometidas a un proceso para que puedan generar CO<sub>2</sub> y se logre obtener un biocombustible.

## **RESUMEN**

Esta tesis pretende demostrar y describir las diferentes características de los montacargas que existen en el mercado, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas, logrando como objetivo analizar la viabilidad de la implementación de los montacargas eléctricos en la industria colombiana a partir de la información brindada sobre las características esenciales de los montacargas eléctricos que hay en el mercado. Así mismo, se quiere mostrar que los montacargas eléctricos generan un ahorro sustancial en comparación con los montacargas convencionales que hay hoy en día en el mercado, logrando así que la industria colombiana reduzca sus gastos en un porcentaje mediante la implementación de las nuevas referencias de montacargas eléctricos los cuales serían una alternativa para las compañías colombianas. Mediante una detallada revisión conceptual, se mostrara la viabilidad de los montacargas eléctricos frente a los otros tipos de montacargas, teniendo como premisa el conocimiento de lo que hoy en día requieren las industrias colombianas, y cumpliendo así con una detallada comparación en donde se enfatice la diferenciación de los montacargas eléctricos con otros tipos que existen y se logre brindar una clara percepción de estos junto con las ventajas de estos vehículos para lograr así brindar mayor información a la industria colombiana sobre las ventajas de la implementación de los montacargas eléctricos en la industria colombiana.

### **Palabras Clave:**

Plug in, biocombustibles, retro lift, (GIE), tecnología de carga (AST).

## **ABSTRACT**

This thesis aims to demonstrate and describe the different characteristics of the forklift on the market, considering its advantages and disadvantages, managing to analyze the feasibility of the implementation of electric forklifts in the Colombian industry from the information given on the essential characteristics of electric forklifts on the market. Also, you want to show that electric forklift generate substantial savings compared to conventional forklift there today in the market, thus achieving the Colombian industry would reduce its expenses as a percentage by implementing the new references forklift electric which would be an alternative for Colombian companies.

Through a detailed conceptual review, the viability of electric forklift show compared to other types of forklifts, taking as its premise the knowledge of what today require Colombian industries, and thus meeting a detailed comparison where it emphasizes differentiation of electric hoists with other types exist and is achieved providing a clear perception of these along with the advantages of these vehicles to achieve and provide more information to the Colombian industry about the benefits of the implementation of electric forklifts in the Colombian industry .

### **Key words:**

Fuel, plug in, forklifter, loading charge tecgnology.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los montacargas eléctricos son dispositivos especialmente contruidos para trasportar utilizando movimientos de diferentes niveles. Es una herramienta facilitadora de trabajo usada normalmente dentro de las industrias, que según su diseño y funcionamiento puede generar un valor diferente, aunque el propósito es el mismo: facilitar flujos dentro de espacios. La demanda de montacargas eléctricos está creciendo a nivel mundial por la inestabilidad y volatilidad del precio del petróleo Clifford Krauss (2016), corresponsal de The New York Times, establece razones por las cuales otros mercados en el mundo del petróleo han afectado el precio en occidente, se puede observar que en el mercado surgen tendencias de precios que con los años y situaciones alternas se puede subir como bajar, la posibilidad de próxima escasez del gas, lo indeciso o fluctuoso que puede llegar hacer la futura seguridad del petróleo y la atención que puede generar por los problemas en el medio ambiente, han generado que en el mundo empiece a promover los montacargas eléctricos por sus beneficios e implementación en algunos países en donde se ve reflejado el éxito por sus características. Es fundamental para las organizaciones colombianas que utilizan estos dispositivos tener el conocimiento que les permita seleccionar los montacargas que más se ajusten a las necesidades requeridas. El objetivo general de esta investigación es exponer las características de los montacargas eléctricos, analizando sus ventajas y desventajas para lograr identificar su éxito frente a otros montacargas que usen otras fuentes de energía diferentes a la eléctrica. La investigación se desarrolla a partir de una metodología mixta, la cual incluye elementos cualitativos como cuantitativos. La metodología cuantitativa hará uso de herramientas de análisis de costos y comparaciones porcentuales, Es importante resaltar el uso de fichas técnicas donde se hará la debida comparación de montacargas, visualizando sus características, logrando identificar sus ventajas y desventajas según la eficiencia y economía. Los métodos cualitativos permiten analizar y sintetizar comparativamente los tipos de montacargas (gasolina, gas, eléctricos) e identificar rasgos diferenciadores así como, también diferencias técnicos y variables externas entre tres tipos de montacargas a partir de aspectos técnicos, financiero y costos de operación.

Los montacargas eléctricos en la industria del mundo se han posicionado como una máquina necesarias en cuanto movilización y logística de elementos dentro de una fábrica o industria. Lo que la hace muy importante esta máquina en su eficiencia de trabajo remplazando la necesidad de varias personas u operarios para levantar una carga, logrando distribuir y organizar una carga y reducir costos en cuanto fuerza humana y espacio necesitado.

En este documento se dan respuestas a muchas dudas sobre toma de decisión al momento de escoger un montacargas en Colombia, y aunque no tendrá un fondo practico, el teórico será suficientemente amplio para tener conocimiento relevante para toma de decisiones de la industria en donde cualquier sector podrá optar según informaciones que puedan encontrar en este texto.

Este documento cuenta de cinco secciones, la primera explica el tema de la investigación, la segunda contiene fundamentación metodológica para entender sobre superficialmente de los montacargas, la tercera sección abarca el método de análisis, la cuarta parte muestra resultados trascendentales de los dos análisis (cuantitativo y cualitativo), el quinto expone las conclusiones necesarias y sexto describe las bibliografías usadas.

## **2. COMBUSTIBLES EN LOS MONTACARGAS, CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTACARGAS A PARTIR DE SU FUENTE DE ENERGÍA, MANUTENCIÓN, Y DISTRIBUIDORES.**

En el siguiente capítulo se realiza una inmersión teórica para lograr comprender, entender y definir las diferentes características de los montacargas en la industria colombiana, así mismo, basándose en una revisión teórica que permita comprender los aspectos en torno al tema de la investigación.

El montacargas o también conocido como elevador industrial o elevador de carga, es un vehículo utilizado para la elevación y movilización de carga pesada o no pesada teniendo en cuenta a que se destine su uso, los montacargas son una herramienta esencial para la industria colombiana pues es una herramienta que permite facilitar la movilización de mercancía en las bodegas de la empresa mejorando la logística y llevando a que sea esencial el uso de montacargas para las compañías que requieran de esta herramienta. La mayoría de los montacargas están clasificados de acuerdo a sus partes, motor, tipo de energía que usa o combustible, máximo y mínimo de carga que puede resistir y movilizar, así también por sus diferentes partes ya que la mayoría de las partes del montacargas se identifican por su propósito, cada componente y parte del montacargas está diseñada para realizar el trabajo de mover la carga. Los montacargas han sufrido en los últimos años modificaciones llevando a que sus motores sean más eficientes o así mismo, que se remplace el uso de combustibles fósiles por energía eléctrica. La búsqueda o como también el uso de nuevas fuentes de energía e innovación son hoy en día uno de los temas más relevantes por la mayoría de las organizaciones; ya que el uso de las nuevas fuentes de energía y el desarrollo de estas están ligadas al desempeño ambiental y ecológico, el cual juega un papel importante dentro de las organización, cuyo propósito es aumentar las ventajas competitivas en el mercado. Durante varios años se ha investigado e innovado en la búsqueda de nuevas fuentes de energía diferentes al petróleo (gasolina), con el propósito de que las empresas en su totalidad hagan uso de las nuevas fuentes como la electricidad. Con el fin de generar un ahorro y reducción de costos para las organizaciones, un ejemplo claro es la implementación de los montacargas eléctricos.

Lo anterior, permite entender a fondo la importancia y la necesidad de las empresas en implementar un presupuesto razonable para la adquisición de la maquinaria. Un ejemplo específico es el uso de montacargas eléctricos en vez de montacargas a gasolina o a gas, puesto que si se repasa algunos aspectos numéricos en cuanto al gas natural se encuentra que es hoy en día es una de las fuentes alternativas de energía y de combustible clasificada como de bajo costo. El gas y el etanol compiten con muchas alternativas, incluyendo algunos que han sido o son destinatarios de los subsidios gubernamentales. Estas alternativas incluyen los montacargas de gasolina híbridos, así como alternativas como (plug-in), el cual es un tipo de vehículo eléctrico y o de biocombustibles. Por otra parte, la adopción generalizada de vehículos de gas natural (GNV) requiere una inversión sustancial en la infraestructura de alimentación de gas natural. Mientras que algunas ciudades han sido particularmente agresivas en la creación de esta infraestructura, los vehículos de gas natural representan sólo una pequeña fracción de la flota de vehículos, incluso en estas áreas (Fishelson, J., Freckleton, D. & Heaslip, K., 2013)

Los montacargas de gas natural son poco rentables por varias razones. Por el lado de la oferta, muy pocos montacargas de gas natural van directamente a los consumidores de productos manufacturados y la infraestructura de alimentación no está desarrollada en muchas áreas. Por el lado de la demanda, el gas natural en vehículos tiene varias desventajas y limitaciones como por ejemplo que limitan el atractivo para los consumidores. En particular, los vehículos de gas natural tienden a ser mucho más caros (ya que son caros de retro-fit), y suelen ser menos potentes, mucho más pesados, tienen menos espacio de acaparamiento cabina, así como también posee un rango más reducido debido a los depósitos de combustible de menor capacidad. A pesar de los ahorros en los costos de combustible, estas desventajas tienden a hacer que los vehículos de gas natural sea una opción beneficiosa para la mayoría de los consumidores y empresas que estén buscando efectuar este sistema en sus montacargas. (Baha M. & Al-Alawi, 2013)

En cuanto a la energía como fuente de combustible es una opción muy favorable para las empresas puesto que no genera mayores costos de implementación en cuanto a infraestructura y puede ser una gran opción para implementar en los montacargas ya que no necesita de una infraestructura como la del gas natural, logrando así una reducción en los costos.

Por otra parte, el uso de la energía eléctrica facilita la capacidad de permanencia en funcionamiento y así mismo el desempeño de estas máquinas, llevando a que se optimice el uso de los montacargas en las fábricas o etc. Una de las grandes ventajas que tiene la implementación de la energía eléctrica en los montacargas es: que los vehículos eléctricos tienen el potencial de ofrecer significativa una gran reducción de emisiones en el uso de transporte de una manera rentable. Según James Bulk (2009) los montacargas eléctricos tienen mayor (GEI) emisiones asociadas a la fabricación y eliminación del vehículo, que sin embargo deben ser más que compensadas por las menores emisiones en uso; teniendo en cuenta el despliegue de los vehículos eléctricos a escala depende de manera crucial de los avances logrados en la tecnología de baterías que son utilizadas por estos vehículos logrando que la implementación de esta fuente de energía eléctrica sea más fácil, los montacargas eléctricos son una tecnología de nicho. Por otro lado mediante una comparación con los montacargas eléctricos, se estima que la esperanza de vida de la unidad de tren de montacargas eléctricos a ser más tiempo debido al menor conjunto de unidades que son sensibles para llevar a cabo en movimiento, por otro lado se tiene en cuenta la batería la cual es uno de los componentes más caros de los vehículos eléctricos (montacargas), en comparación con plomo, níquel-cadmio y pilas de níquel- metal de los hidratos de baterías de polímero de iones de litio que se utilizan hoy en día tiene ventajas tales como una mayor consistencia de energía y una gran cuantía de ciclos de carga. Mediante la implementación de una extensa carga de la batería de infraestructura y redes inteligentes se logra que se permita un gestión de una mejor demanda en este caso son importantes habilitadores para vehículos eléctricos, el desarrollo de lo que puede retrasar un poco su captación aunque no debería resultar un elemento restrictivo en el largo plazo. (Bulk, J. 2009)

Es importante que se tenga en cuenta que a lo largo del tiempo las fuentes de combustible alternas como la electricidad han incrementado en su uso y evolucionando en posibles fuentes potenciales y de gran respuesta a remplazar los hidrocarburos. Es por esto que según Schroeder, A. & Traber, T. (2012) cuando se habla de electricidad lo principal en que se viene a pensar es en el mercado de las baterías de polímero de iones de litio está creciendo rápidamente y algunas recientes investigaciones estiman que esta continuará creciendo en el futuro. Un cultivo mundial de € 5000 millones de € 7 - € 10,5 mil millones para el año 2015 es proyectado. Estimulado por el desarrollo de la EV y otros equipos electrónicos a crecer aún más a € 21 - € 28 mil millones se

predice para el año 2020. Esto en la relación costo entre los montacargas eléctricos en contraste a los montacargas convencionales.

Otro aspecto importante dentro de contexto es los costos, ya que puede ser un factor estratégico para las compañías para reducir los costos y de mismo modo tener mejor relación con el medio ambiente pues hoy en día las compañías buscan acercarse a este tema del cuidado con medio ambiente. Los montacargas son equipos para la industria colombiana que facilitan el traslado de mercancía en bodega, agilizando el trabajo de logística dentro de la empresa entre otras funciones específicas de carga y movilización, es por eso que el uso de montacargas es hoy en día una de las inversiones en las cuales las grandes industrias toman parte para mejorar el funcionamiento logístico dentro de sus bodegas. Los montacargas eléctricos ofrecen una gran ventaja frente a los otros tipos de montacargas puesto que, los montacargas de batería eléctrica generan igual potencia dependiendo de potencia y los kW de la batería generando un mismo desempeño frente a los otros montacargas de gas o combustible, así mismo, los montacargas eléctricos ayudan a ahorrar una gran cantidad de dinero en cuanto al sustento de dicha maquinaria, puesto que simplemente necesita de una recarga de energía, sin embargo, si no se le da el adecuado mantenimiento a la batería y al vehículo de carga este puede averiarse causando que se invierta más dinero en su reparación. La inversión en la implementación de los montacargas eléctricos en la industria, implica ciertos costos que se deben tener en cuenta, como son los costos de mantenimiento de los montacargas ya que se tiene que tener presente el mantenimiento de un automóvil los cuales consisten en trabajos de mantenimiento, como la sustitución de los neumáticos y la reparación costosa. Según el estudio realizado por Bulk en el 2009, los costes de mantenimiento al mes para un montacargas eléctrico con una capacidad de batería de 55 kW (15.000 kilómetros) son aproximadamente €25 en pesos colombianos vendría a ser de 100.000 pesos por mes o 300 € al año equivalentes a 850.000 pesos.

Dicho lo anterior se tiene en cuenta que los costos de mantenimiento son positivos para la industria colombiana y se ha evidenciado durante los últimos años que la tecnología de carga AST ha estado en uso durante más de una década y es hoy en día una de las más preferida por las empresas con turnos simples o múltiples, es claro que la tecnología proporciona una energía duradera y fiable para los montacargas que son actualmente utilizados.

## **2.1 Montacargas más comunes en el mercado**

En esta sección se identifican diferentes tipos de montacargas con sus respectivas características, con respecto a su fuente de poder, teniendo en cuenta diferentes marcas de montacargas en el mercado como por ejemplo Hyster, Toyota Y Crown.

Para lograr una conexión más clara con respecto a los montacargas es importante resaltar aspectos básicos sobre los componentes principales del elevador de carga.

Una vez se tiene en cuenta partes esenciales y primordiales de los montacargas, se logra entender más a fondo y detalladamente las características son las primordiales para conocer a fondo que poseen cada uno de los montacargas en el mercado. Una vez obtenida dicha clasificación de las partes de los montacargas se puede identificar los tipos de montacargas en el mercado junto con sus características vistas de una manera detallada. Una vez realizado un repaso de que partes constituyen un montacargas, se procede a mencionar y dar a conocer algunos de los montacargas más comunes que se pueden encontrar en el mercado.

### **2.1.1 Modelos Hyster<sup>1</sup>**

Los Hyster de la serie J30-40XNT (ver Figura 1 y Tabla 1) son montacargas de cuatro ruedas eléctricos disponibles con capacidad de elevación de 3.000, 3.500 y 4.000 libras (1360, 1587 y 1814 kg. Características como el timón de 30 cm con dominios giratorio que reducen la agotamiento del conductor y mejoran el control del vehículo. El rotor tiene un campo magnético proporcionado por imanes permanentes, que reducen las partes innecesarias y posibles costos de servicio. No generan emisiones durante el funcionamiento, adicionalmente los montacargas no generan ruido ambiental. La velocidad máxima en los modelos J30-40XNT es de 16 km por hora, con un campo de rotación entre 154.9-165 cm, dependiendo de la capacidad de elevación.

---

<sup>1</sup> Tomado de: [www.hyster.com](http://www.hyster.com)



Figura 1: Montacargas Hyster Ref. EX 2,5. Recuperado de Hyster Co., [www.hyster.com](http://www.hyster.com)

Tabla 1

*Modelos montacargas eléctricos de marca Hyster*

Modelo	Capacidad de carga	Centro de carga	Altura de levante	Capacidad de batería	Radio de giro
E2.2XN	2200	500	6000	80V/375AH	1750
E.25XN	2200	500	6000	80V/450AH	1650
E3.0XN	3000	500	5968	80V/450AH	1750
E3.5XN	3500	600	5969	80V/600AH	2050

Nota: Tabla realizada con base en información tomada de Hyster Co. (s.f.) Especificaciones portafolio de montacargas.

Los montacargas eléctricos de marca Hyster, se caracterizan por tener una de las baterías eléctricas más potentes, por otra parte, ofrecen cuatro (4) modelos para diferentes capacidades de carga y de levante.

### 2.1.2 Crown<sup>2</sup>

Los montacargas de la compañía Crown (ver Figura 2), ofrecen versiones como la serie SC 4500 están disponibles en 1360, 1587 y 1814 kg. La distancia entre ejes varía entre 114-139cm. Las Series Crown son vehículos de cuatro ruedas con luces estándar de parada servicio. Un dato importante a resaltar es que estos montacargas sin la batería pesan, entre 2789-2839 kg, dependiendo del modelo. El radio de giro del tenedor fluctúa entre 134-160 cm. (Blue, J. 2013)



Figura 2: Montacargas Eléctrico Crown. Recuperado de Compañía Crown, [www.crown.com](http://www.crown.com)

Esta referencia de montacargas tiene como propósito la movilización de carga media por ser puesto que es de dos o tres ejes, así mismo el peso del montacargas es de casi 3000kg. Posee menos fuerza de motor y menos capacidad de levante.

---

<sup>2</sup> Fuente: [www.crown.com](http://www.crown.com)

### 2.1.3 Toyota<sup>3</sup>

El montacargas eléctrico Toyota de la referencia de 4 ruedas (ver Figura 3) está disponible 1360-15 87 kg. La capacidad de elevación depende del modelo; la velocidad máxima esta 12,8-16 km por hora. Un estribo amplio ubicado en la parte baja permite un acceso seguro del conductor al vehículo. La serie cuenta con dirección asistida y una alfombra de alta resistencia, diseñada para reducir el ruido y las vibraciones durante la marcha. La carga de la batería se mantiene al apagar el montacargas luego de 15 minutos de inactividad. (Blue, 2013)



Figura 3: Montacargas Eléctrico Toyota. Recuperado de Toyota Industries [www.toyota-industries.com](http://www.toyota-industries.com)

Estos montacargas están clasificados entre nivel 1 – 3 que quiere decir este nivel; cuando se habla de vehículos de carga pesada o montacargas estos están clasificados de acuerdo a sus funciones y también de acuerdo a sus especificaciones, es decir, dimensiones, capacidad de peso de carga, tipo de motor, por ejes y cantidad de llantas, potencia y longitud de las paletas de elevación. La Tabla 2 ilustra la clasificación y tipos de montacargas que se encuentran en el mercado.

---

<sup>3</sup> [www.toyotaindustries.com](http://www.toyotaindustries.com)



Figura 4: Montacargas eléctrico Colombiano. Recuperado de Empresa NIKE.SA, [www.nikecolombiana.com.co](http://www.nikecolombiana.com.co).

Tabla 2  
*Especificaciones Montacargas Electrico.*

<b>Fuente de poder</b>	Batería eléctrica standard 48/600 w/ah
<b>Capacidad</b>	2000 kgs
<b>Tipo de motor</b>	Motor de tracción x2 4.6kw
<b>Peso</b>	3370 kg.

Nota: Ilustra las características primordiales del montacargas NIKE. Recuperado de Empresa NIKE Colombia, [www.nikecolombiana.com.co](http://www.nikecolombiana.com.co)



Figura 5: Montacargas Hyster Tipo Diesel. Recuperado de Hyster Co, [www.Hyster.com](http://www.Hyster.com)

La Figura 5 permite observar el modelo de montacargas. En la Tabla 3 se ilustran las características de este modelo de montacargas.

Tabla 3  
*Referencias Montacargas De Tipo Diésel.*

<b>Modelo</b>	<b>Capacidad de carga</b>	<b>Centro de carga</b>	<b>Altura de levante</b>	<b>Tipo de motor</b>	<b>Transmisión</b>
H2.oct	2000	500	5075	Yanmar 2.6l diesel	Electronic pawerhift
H2.5ct	2500	500	5075	Yanmar 2.6l diesel	Electronic powershift

Nota: Tabla realizada con base en información obtenida en Hyster Co, (205) Referencias Montacargas Tipo Diésel.

La Tabla 3 ilustra los dos tipos de modelos más vendidos por la compañía Hyster; así mismo, permite entender sus principales características y la diferenciación entre los modelos h2.0ct y h2.5ct, donde la diferencia es solamente en la capacidad de carga.

Los montacargas de tipo diésel van de 1,5 hasta 3,5 toneladas, y se utilizan generalmente en exteriores con una buena firmeza y tiempo de servicio ilimitado. En contraste con el motor de gasolina, el motor de diésel tiene un mejor rendimiento de energía. Además, los costos en combustibles del montacargas tipo diésel de 1,5 hasta 3,5 toneladas son bajos. Dispone de cinco tipos de carretillas elevadoras de diésel para los clientes. Las carretillas elevadoras de diésel están creadas y fabricadas en base a la ergonomía con el fin de disminuir el desgaste de los operadores. En cuanto al sistema de conducción de energía, el sistema de recepción de aire asegura la eficiencia del trabajo y los niveles de seguridad. Algunas de sus características son: los montacargas tipo diésel de 1,5 hasta 3,5 toneladas se pueden asimilar con varios tipos de motores diésel; el montacargas tipo diésel de 1,5 hasta 3,5 toneladas contiene un sistema operativo integrado, lo que hace que sea más fácil de maniobrar o manipular, por otra parte cuando hablamos de mantenimiento y el costo de las piezas es razonable y en cuanto las piezas poseen un alto costo-rendimiento y son de fácil mantenimiento (Enterprise, 2007).

### 2.1.4 Montacargas de Dual

Los montacargas a gas ofrecen un funcionamiento seguro en las condiciones más duras, con la potencia precisa para mejorar la productividad. El montacargas está equipado con un sistema de protección del motor el cual interviene todo el sistema para asegurar la máxima productividad del montacargas, dichos motores están diseñados para originar una mínima vibración, ruido y emisiones (ver Tabla 6).

El principal inconveniente con los montacargas de gas es que los motores de los montacargas que son operado por gas, producen un gas venenoso de monóxido de carbón algo parecido al de los carros convencionales no obstante, el gas que deriva de las emisiones del motor del montacargas a gas, es mucho más nocivo para el ser humano, por eso es importante que el lugar donde se esté operando montacargas con motor a gas tenga la adecuada ventilación para evitar posibles envenenamientos por las emisiones de gas.

En cuanto a las características deja pronosticado que los montacargas de gas, poseen menos vibración gracias al diseño del motor puesto que el capo está totalmente aislado del motor, así mismo, posee componentes de goma, huecos en las ruedas totalmente cerrados y los engranajes de la transmisión más livianos. Esto ayuda a que las vibraciones sean mínimas y el ruido se disminuya durante el uso del vehículo de carga.



Figura 6: Montacargas Dual. Recuperado de Empresa NIKE Colombia, [www.nikecolombiana.com.co](http://www.nikecolombiana.com.co)

Tabla 4  
*Especificaciones Montacargas Dual*

<b>Combustible</b>	Diesel, gas
<b>Capacidad de carga</b>	2500kgs
<b>Desempeño</b>	18km
<b>Numero de cilindros</b>	4
<b>Peso</b>	4255
<b>Potencia</b>	44/2500 hp
<b>Trasmisión</b>	poweshift

Nota: Tabla realizada con base en información obtenida en Empresa Nike Colombia (s.f.) Características Montacargas Dual.

Las características permiten a las industrias colombianas o a los empresarios tener en cuenta factores que faciliten la implementación de los montacargas eléctricos, duales, o de gasolina en sus industrias, teniendo en cuenta la función que desempeñe. Por otro lado, otro aspecto importante es el desempeño de la batería y la productividad que esta puede brindar en las horas de uso de la maquinaria. Por como consecuente se tomara en cuenta las características de productividad y desempeño de los montacargas.

**2.1.5 Mantenimiento**

Los montacargas son vehículos a los cuales se les debe realizar un mantenimiento detallado para optimizar el uso de estos mismo, es importante que se realice un mantenimiento junto con una revisión detallada del estado actual de la maquinaria para su uso óptimo en el día. El punto máximo productivo del montacargas se puede llevar a cabo gracias a un buen mantenimiento de la maquina es por eso que barias empresas buscan mantener a tope su maquinaria y equipo para no tener inconvenientes en su gestión de bodega, por otra parte durante los últimos anos, se incrementó el mantenimiento hacia los montacargas.

El mantenimiento de los montacargas se puede dividir en 5 tipos: Reactivo, Preventivo, Predictivo, Proactivo y Lubricación.

Cada tipo de mantenimiento hace referencia a que se debe tener en cuenta para optimizar el uso del montacargas, el tipo de mantenimiento reactivo hace referencia a las acciones tomadas en el momento en que sucede un inconveniente con la maquina esto quiere decir que son mantenimientos no programados o planeados, cuando se habla de preventivo son mantenimientos programados en un calendario y por lo general son mantenimientos más extensos y de más precaución, predictivo son mantenimientos de revisión de las partes del montacargas, es decir motores, tren de rotación, tren de elevación, transmisión, batería, rodamientos entre otros. Y cuando se hace referencia a lubricación este hace énfasis en las partes que requieren lubricación.

Teniendo en cuenta el tipo de mantenimiento requerido se puede diseñar un cronograma de mantenimiento que incluye lo siguiente:

**Mantenimiento diario:** Todos los operarios de montacargas deben realizar el mantenimiento diario al comienzo de cada turno. Se debe inspeccionar visualmente para detectar fugas, daños evidentes en el montacargas, revisar el estado de los neumáticos, el funcionamiento de las luces de seguridad, servicio, frenos de estacionamiento, la bocina, y la dirección, como también, deben comprobar el funcionamiento del mástil al subir y bajar las horquillas con y sin carga, y finalmente, verificar los niveles de aceite del motor, combustible, agua del radiador y el fluido hidráulico.

**Mantenimiento mensual:** Se debe realizar después de cada 200 horas de funcionamiento por un mecánico capacitado. Dicho mantenimiento pueden incluir: La lubricación de los componentes del chasis y mástil reemplazo del aceite del motor, limpieza del filtro de aire, el ajuste de la velocidad de relativa del motor y la sincronización del encendido en los camiones propulsados por motores, intervención de elevación e inclinación funcionamiento del cilindro, tensión de la correa, y para los carros propulsados por motores, bujías, punto de distribuidor, la tapa y el rotor.

**Mantenimiento trimestral:** es un mantenimiento que se realiza cada 600 horas de uso, el cual puede incluir: Inspección de la barra, freno de mano, tensión de la cadena de elevación , el funcionamiento del mástil , rodillos de transporte , elevación e inclinación funcionamiento del cilindro , bomba de aceite hidráulico , diferencial y aceite de la transmisión , filtro de combustible , válvula de ventilación positiva del cárter (PCV), y las mangueras del motor, limpieza del exterior del radiador y sustitución del filtro de combustible, en cuanto al del filtro hidráulico, limpieza y vaciado del separador de agua en camiones diesel, el ajuste del tope de desembrague.

**Mantenimiento semestral:** Cada 1.200 horas y puede incluir : Inspección de la operación servofreno, el rodamiento de los pernos de la culata del motor y las tuercas del colector, sustitución del líquido de frenos , aplicación de grasa para cojinetes , aplicación de líquido refrigerante del motor , filtro de combustible , elemento de filtro de combustible y separador de agua en camiones diésel.

## **2.2 Distribuidores de Montacargas en Colombia.**

Actualmente en Colombia hay grandes marcas que ofrecen gran variedad de máquinas de carga; empresas como am&m, Nike Colombia, Crown, Hyster, Distoyota se han posicionado en el mercado, y que ofrecen al cliente diferentes montacargas como por ejemplo, am&m ofrece montacargas de 3 a 4 ruedas, de combustión interna, empresas como Nike Colombia, Crown, Hyster o Distoyota ya ofrecen un portafolio más amplio, como los de combustión interna, eléctricos, a gas o gasolina, o de diésel y eléctricos los cuales son duales.

En los últimos años las empresas buscan mejorar su productividad en las bodegas de logística para mejorar sus procesos de inventarios, de este modo las empresas también buscan facilitar la movilización de la mercancía mediante el uso de los montacargas sin embargo, muchas de estas empresas no realizan un estudio detallado de las características de los montacargas y que tanto pueden ahorrar en inversión a la hora de adquirir los montacargas.

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

El estudio maneja de forma consecutiva un análisis cuantitativo y cualitativo, en cuantitativo evidenciará los contrastes de los montacargas eléctricos en términos porcentuales y monetarios. En el primer caso se demostrara diferentes variables de entorno a las diferentes características de los tipos de montacargas más comunes en el mercado, teniendo en cuenta documentos que colaboren al análisis y profundicen el manejo de la información obtenida durante el análisis, mediante la cual permitirá comprender las posibles ventajas y desventajas del montacargas eléctrico y que tan factible puede ser frente a los montacargas de combustión interna.

#### **3.1 Análisis cuantitativo**

El análisis cuantitativo hace referencia a comprender la importancia en cuantos costos, gastos, ingresos y otros asuntos monetarios, de otra forma también analizan el rendimiento, eficacia y eficiencia de los montacargas eléctricos, esto con el fin de analizar las variables que puedan ser influyentes dentro de unos procesos que involucran los diferentes montacargas en las industrias colombianas. Esto con razón de tener más amplitud del tema a tratar y una guía primordial para tener una conclusión basada en la evidencia sobre los montacargas eléctricos en Colombia.

El proceso cuantitativo se aplicara por dos etapas, primera etapa se evaluara los diferentes tipos de motores y sus características principales y la segunda etapa tendrá en cuenta todos los costos directos como indirectos que pueden llegar a generar los montacargas.

Estas dos etapas observaran las diferencias de los montacargas exponiendo variables favorables como no, estas diferencias se darán en cuanto a esfuerzo, costos de mantenimiento de cada uno de los diferentes tipos de montacargas (con relación al tipo de fuente de energía que se estará utilizando).

### **3.1.1 Primera Etapa**

En esta etapa se lograra evidenciar cuales son las características de cada tipo de motor, teniendo como punto de referencia la fuente de energía que utiliza para lograr su debida función. El primer tipo de motor que vamos a analizar en cuanto esfuerzo utilizado con relación a su eficiencia es el del montacargas de combustión interna y después los montacargas eléctricos.

Para efectos del estudio se utilizan unas referencias específicas de montacargas, en donde se tendrán como punto de comparación con los diferentes tipos de motores.

Los montacargas como referencia para el análisis comparativo son los de referencia TCM la cual es una marca reconocida en Colombia en todas las industrias, uno de sus representantes más fuertes es Derco S.A y Nissan que pertenece a la clasificación del rango 1,5 kg.

Se decidió en el grupo de trabajo seleccionar estas particularidades para desarrollar un análisis más profundo dentro del proyecto.

### **3.1.2 Segunda Etapa: Análisis de costos**

Gracias a los datos numéricos clasificados por tipo de energía, y características de cada montacargas podemos hacer un análisis cuantitativo en donde los puntos referencia numéricos son clave para el desarrollo del análisis. En esta sección se tendrá en cuenta las variabilidades usadas en la industria y se monetizaremos con motivo de desarrollar un análisis en cuántos costos y gastos de cada montacargas con el fin de realizar comparaciones objetivas en donde se exponga las situaciones dentro de la industria colombiana.

Para llevar a cabo el análisis correspondiente es necesario la recolección de datos relacionados con gastos y costos que se incurren al momento del uso de cualquier montacargas sin importar el tipo que son. Mantenimiento, gastos de tipo de combustible o movimiento y etc.

También es importante tener en claro que las variables más importantes en el momento de llevar a cabo la operación son: Horas en Operación y Precio del tipo de energía.

Se realizará las diferencias respectivas en cuanto a costos y se expresara mediante a graficas donde se pueden observar características con sus beneficios. Logrando tener resultados evidentes de diferencias monetarias por medidas de tiempos diferentes.

### **3.2 Anlisis Cualitativo**

Durante el desarrollo de esta etapa de análisis se buscará identificar aspectos importantes de carácter cualitativo que permita la diferenciación frente a los diversos tipos de montacargas, con el objetivo de lograr un acercamiento claro a las características de los montacargas eléctricos para así continuar con la evaluación de la viabilidad para su implementación en la industria colombiana.

Por otra parte, se analizarán análisis de documentos con respecto al tema de los montacargas eléctricos para lograr verificar qué tantas ventajas conllevaría la implementación de los montacargas eléctricos en la industria colombiana.

## 4. FACTORES DE ÉXITO

En el capítulo a continuación se identifican los factores diferenciadores que se deben tener en cuenta a la hora del contraste entre los montacargas eléctricos con los convencionales, para tener una perspectiva mas clara sobre las características que ponen en ventaja a los montacargas eléctricos frente a los no eléctricos.

### 4.1 Factores técnico-mecánicos

Los resultados permiten tener más centrada la información para así obtener los datos de la segunda etapa del análisis cuantitativo donde se realiza una revision más profundo del manejo de información de los documentos de aporte al proyecto y de este modo hacer un análisis en cuanto a las características de los tipos de montacargas, la tabla 5 permite entender las características primordiales de los 4 tipos de montacargas analizados.

Tabla 5  
*Caracterización principal de cada tipo de montacargas*

	<b>Montacargas eléctrico</b>	<b>Montacargas gasolina</b>	<b>Montacargas diésel</b>	<b>Montacargas a gas</b>
<b>Fuente de energía</b>	Electricidad	Gasolina	Diésel	Gas
<b>Capacidad de levante</b>	7000 kg	8000 kg	9000 kg	5000 kg
<b>Potencia</b>	150 hp	155-160 hp	155 hp	130 hp
<b>Velocidad máxima con carga</b>	14km/h	19 km/h	18.6km/h	13.8km/h
<b>Numero de ejes</b>	3-4	4	4	4
<b>Tipo de motor</b>	Eléctrico	Combustión interna cilindraje	Combustión interna cilindraje	Combustión interna

Nota: Valor más alto 5000. Tabla realizada con base en información obtenida de folletos de venta.

La Tabla 5 evidencia que el rendimiento del motor, es el aspecto más importante puesto que tiene que ver con el posible rendimiento que puede ofrecer la máquina y que en cuanto a esto se puede observar así mismo la eficiencia que puede ofrecer cada montacargas, en cuanto al montacargas eléctrico y el montacargas de combustión interna las variaciones en cuanto a capacidad de levante y potencia del motor no son tan amplias con respecto a las del montacargas a gas, demostrando así que el montacargas eléctrico es un vehículo que está a la par con los otros tipos de montacargas en cuanto se habla de potencia y resistencia. Por otra parte aspectos en cuanto a emisión de gases donde varios documentos resaltan como ventaja competitiva el que los montacargas eléctricos no emitan gases tóxicos como los montacargas de combustión interna esto facilitando el uso del montacargas eléctrico en un recinto cerrado.

#### **4.2 Factores influyentes para la compra de montacargas**

Frente a un análisis realizado a una investigación del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América en el cual hace mención a las posibles ventajas que poseen los vehículos de carga eléctrica que en este caso serían los montacargas eléctricos, y así mismo que posibles desafíos enfrentan estos vehículos eléctricos en la incursión del mercado y como estos. Según Gerkenmeyer, C., Kintner-Meyer, MCW & DeSteele, J.G. (2010) en la investigación realizada para el Departamento de Energía de los Estados Unidos, se afirma que actualmente dentro de la maquinaria pesada existente en América, los vehículos eléctricos son representativos ya que no requieren de “cuantiosos subsidios gubernamentales al ser más competitivos con la oferta de los montacargas de combustión interna”.

En principio, lo anterior permite entender la fuerza y el empuje que se está evidenciando en el mercado de la maquinaria pesada por parte de los montacargas eléctricos, esto gracias a que muchos de los clientes que desean adquirir los montacargas eléctricos ven en este tipo de maquinaria especificaciones y ventajas frente a los montacargas convencionales, lo cual permite en primera estancia entender que el mercado de los montacargas eléctricos ha incrementado

gracias a la capacidad y características que poseen los montacargas de PEV; muchos de los consumidores se inclinan a escoger los montacargas eléctricos por su eficiencia y su ahorro en combustible, otros porque ven un ahorro en materia de mantenimiento de maquinaria, o como también simplemente porque no generan emisiones, estos aspectos colaboran a que este nicho de mercado se desarrolle y permita un incremento del mismo. Es claro que entre el día de hoy y a finales del año 2012 el mercado de los montacargas en general ha incrementado pero el nicho de los montacargas eléctricos ha incrementado aún más según lo muestra la Tabla 5.

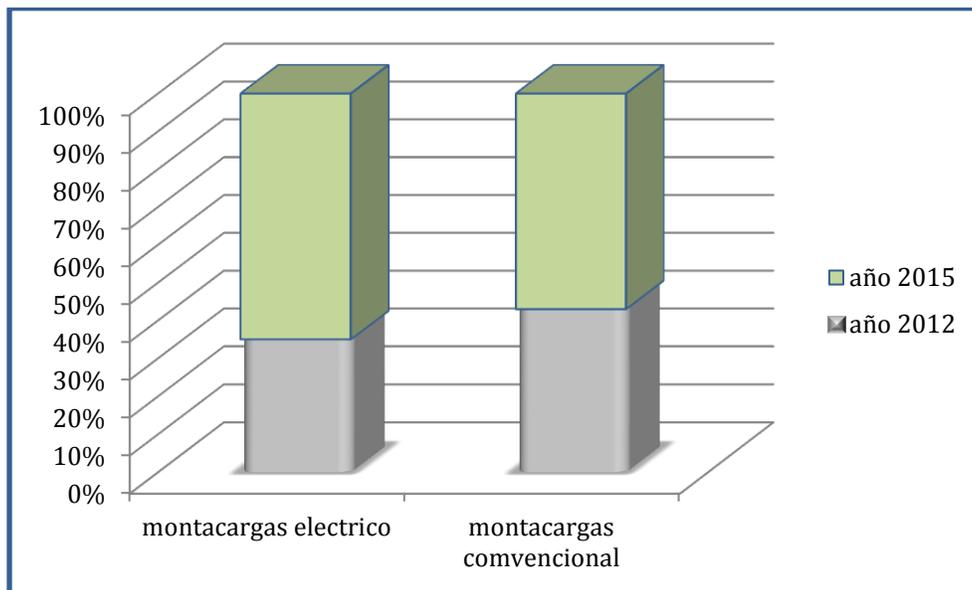


Figura 7: Crecimiento porcentual del mercado de los montacargas. Valor máximo es de 70% (0.70). Recuperado de Gerkenmeyer, C., et al. (2010).

El factor del mercado es un factor influyente para el cliente a la hora de tomar la decisión de implementación de montacargas en la industria ya que como se observa en la (Figura 7) el crecimiento del mercado de montacargas eléctrico a tomado la delantera frente a los montacargas convencionales siendo un factor influyente en la decisión de compra; así mismo, permite evidenciar una influencia en el factor decisivo de compra por parte del consumidor puesto que el comprador se ve influenciado por una tendencia de mercado, sin embargo, no se puede dejar a un lado la principal causa de elección de los consumidores es el análisis detallado del coste, caracterización del montacargas y beneficio tradicional de la maquinaria. Mirando detenidamente aspectos que corroboran al crecimiento de la preferencia por los montacargas

eléctricos como se menciona anteriormente, es que muchos de los consumidores también se centran en beneficios y riesgos. En la parte de beneficios entran a jugar factores como por ejemplo la tecnología de las baterías, el motor eléctrico, los materiales de los vehículos, sistemas de transmisión y de seguridad de la maquinaria o como también los sistemas de corriente.

#### **4.2.1 Riesgos para la Decisión de Compra.**

Según Ungar, E., Mueller, H. & Smith, B (2010) existen factores vitales en referente a la comparación de montacargas, es el factor beneficio riesgo. Es claro que los precios de los diferentes tipos de montacargas varían de acuerdo a los componentes del mismo, como por ejemplo ejes, motor, potencia, fuente de energía, entre otras características. En el caso de los montacargas eléctricos un factor que afecta el precio es la capacidad de la batería, en el caso de los montacargas de gasolina el factor que altera el precio, es el caballaje y la potencia del motor así mismo para los montacargas de diésel y en el caso de los montacargas a gas el factor que afecta el precio es la capacidad de tanque. Por otra parte ciertos factores técnicos y comerciales.

Según el estudio realizado por el Departamento de Energía donde hace referencia a un análisis realizado por Ungar, E., et. al (2010) explica que los montacargas eléctricos se enfrentan a riesgos técnicos y comerciales que pueden afectar la decisión de los consumidores para la adquisición de la maquinaria (ver la tabla 6). Haciendo referencia al mismo documento, el uso y compra de montacargas se ve potencialmente afectado por los riesgos técnicos y comerciales. Los riesgos técnicos plantean el reto que los montacargas eléctricos no pueden alcanzar el costo u objetivos de rendimiento de los distintos componentes de los vehículos de carga necesarios para cubrir el costo del vehículo y al rendimiento que exige el mercado, al menos no de una manera oportuna. El riesgo comercial hace referencia a factores que plantean un reto diferente. Factores que influyen en que el consumidor y factores los fabricantes de montacargas y con un atractivo en comparación con otras opciones. Como resultado, estos factores comerciales también incluyen el cambio de la percepción del público y los intereses, o cambios en general las condiciones del mercado. (Ungar, E. et. al, 2010).

Tabla 6

*Factores De Influencia Para El Consumidor Con Respecto a Los Montacargas Eléctricos.*

<b>Riesgos Técnicos</b>	<b>Riesgo Comercial</b>
Batería	Mercado
Energía proporcionada por la batería	Rendimiento
Densidad de Potencia	Diseño del montacargas
Costo de Producción	Financiación
Desgaste de la batería	Seguridad
Fiabilidad	Tecnología
Seguridad	Percepción ambiental
Puntos de carga	Economía
Sistema de control de poder	Conveniencia de carga
Motor y transmisión	Costos de producción
Eficiencia	Garantía de maquinaria

Nota: Factores de influencia para el consumidor con respecto a los montacargas. Tabla realizada con base en información obtenida de Ungar, E. et. al (2010).

Esto aclara que los factores tanto técnicos como comerciales afectan la decisión del consumidor frente a los montacargas eléctricos, sin embargo se evidencia que los factores técnicos son factores que también se observan con respecto a otro tipo de montacargas incluso los riesgos técnicos de los montacargas eléctricos son riesgos mínimos con respecto a los riesgos de los montacargas convencionales.

En consecuencia con lo anterior, los resultados se presentan en los siguientes aspectos a mencionar los cuales hacen énfasis en la caracterización de los montacargas eléctricos, teniendo

en cuenta el estudio de Ungar, E. Et. Al (2010) el cual hace referencia a las ventajas competitivas y posibles desventajas de los montacargas electricos, Este autor hace énfasis en que las diferencias entre los diferentes tipos de montacargas están influenciados principalmente por la característica más importante y primordial la cual es la influencia de la batería y la capacidad de poder del motor esto conbinado con la eficiencia. En cuanto a los montacargas eléctricos se permite evidenciar que los factores principales que influyen el factor decisivo para la compra del vehículo son la carga de batería y su potencia, la forma de carga y el control del sistema, así como también por otras partes del sistema eléctrico del montacargas.

### **4.3 Ventajas de Implementación del Montacargas Eléctrico**

Teniendo en cuenta lo mencionado por Ungar, E. et. al, (2010), algunas de las ventajas esenciales que pueden generar mayor impacto en la industria para la adquisición de un montacargas eléctrico teniendo en cuenta aspectos que facilitan y reducen los costos y tiempo en la empresa. Por otra parte, mediante un análisis detallado de documentos del departamento de energía de los estados unidos donde permite hacer una comparación para obtener los pros y los contras en cuanto a los montacargas eléctricos y así mismo evidenciar las posibles ventajas y desventajas de este tipo de montacargas.

**No se requiere combustible:** debido a que son montacargas eléctricos no requieren el uso de combustibles fósiles.

**No produce emisiones:** otro punto a favor de los montacargas eléctricos es que no producen emisiones lo cual disminuye el costo de adecuación para hacer uso de los montacargas es decir ventilación en las bodegas etc., así mismo es eco amigable reduciendo los gases tóxicos.

**Menos tiempo requerido para el mantenimiento:** gracias a la facilidad en que están ensamblados los montacargas eléctricos permite acceder de manera más simple al motor, otro punto a favor es que no es necesario lubricación de ninguna pieza del motor ya que es eléctrico esto también va de la mano con la reducción de costos de mantenimiento donde se estima menos presupuesto para el mantenimiento de la transmisión eléctrica.

**Reducción de ruido:** es uno de los factores interesantes ya que para la mayoría de los operarios de montacargas les resulta un poco incómodo y estresante el ruido de los montacargas convencionales, y según la indagación arroja que los montacargas eléctricos están equipados con piezas que logran una reducción del ruido en la maquinaria interna del vehículo.

Con consecuente con lo anterior se permite identificar el por qué es más factible la implementación del montacargas eléctricos en contraste con el montacargas convencional y adicionalmente deben ser tomado en cuenta la caracterización detallada con el fin de llegar al beneficio para la industria colombiana.

No se puede dejar de un lado las desventajas, ya que es otro factor que influye al consumidor para la toma de decisión en cuanto a la adquisición de la maquinaria. Para basarse en las desventajas se analizara la siguiente tabla para lograr esclarecer las desventajas que se evidencian.

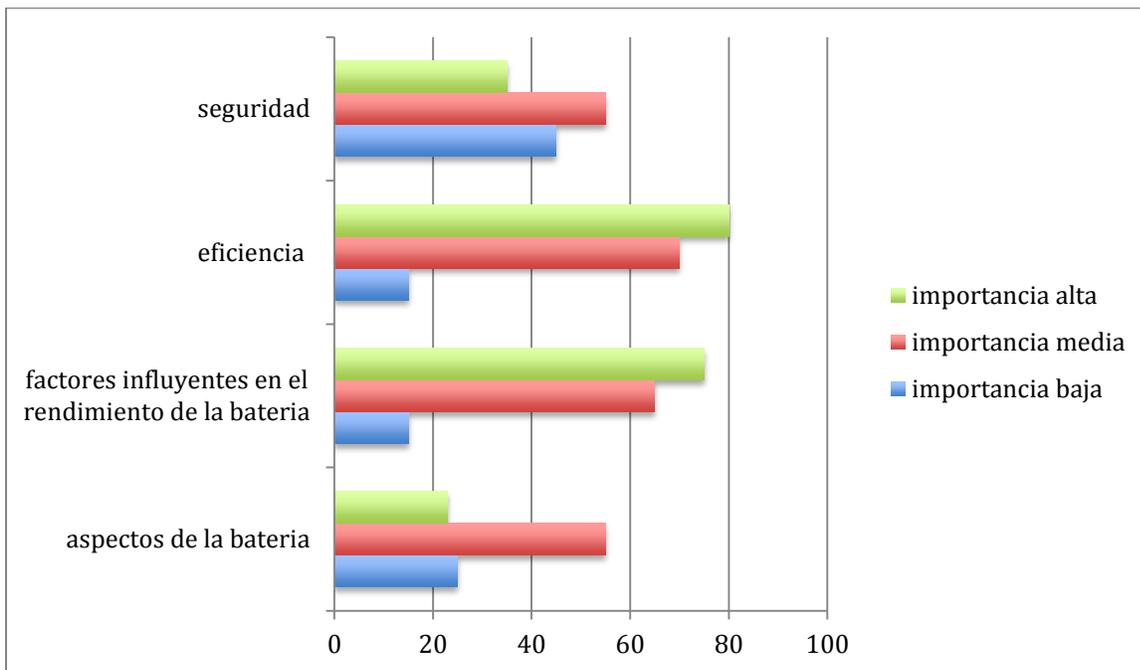


Figura 8: Factores técnicos de importancia para decisión de compra. Valor más alto 80. Tabla realizada con base en información obtenida en Ungar, E. et. al (2010)

La figura 8 muestra que la mayor parte de los factores que influyen en las posibles desventajas y riesgos generales de los montacargas son el rendimiento de la batería. Ya que es un factor que afecta de manera indirecta la potencia del montacargas, y capacidad de elevación ya que se genera una reducción de peso del vehículo. Dicho lo anterior las posibles desventajas para los montacargas eléctricos es el rendimiento y el posible desempeño que este puede tener en diferentes lugares, como por ejemplo rampas o desniveles. Así mismo algunos aspectos como el reemplazo de las baterías y los sitios de cargas de las baterías, son claves en el manejo de este tipo de montacargas. El cuidado con la batería es esencial puesto que es una sensible. Otra desventaja, es los puntos de carga esto puede ser un inconveniente para las compañías puesto que deben adecuar el lugar donde se hará uso de la maquinaria para así poder implementar el puesto de carga para cada montacargas esto como desventaja se ve reflejado en tiempo, espacio y dinero.

## 5. RESULTADOS CUANTITATIVOS

En esta sección encontramos una comparación sobre aspectos técnicos logrando obtener diferencias en términos de porcentaje e identificando bajo unos parámetros ventajas y desventajas; por otro lado, encontramos un análisis donde destaca el consumo de energía y el precio de adquisición, teniendo como objetivo la identificación de costos para una comparación en horas, días, semanas y años.

La tabla 5 muestra los resultados comparativos de los montacargas seleccionados todos bajo el criterio 1,5 kg, y con el diferenciador de fuentes de energías diferente. Esto para poder identificar porcentualmente atributos, y lograr definir cuál es mejor en capacidad de trabajo.

Tabla 7  
*Montacargas gasolina TCM 1,5 kg*

TCM 1,5 kg				
<b>Modelo:</b> Fhg15t-3	<b>Tipo de energía:</b> Gasolina			
<b>Rendimiento</b>				
Desplazamiento adelante-reversa	19,5	Km/H		Km/H
Levantamiento (cargado)	600	Levantamiento (vacío)	680	(mm/seg)
Descargue (cargado)	450	Descargue (vacío)	550	(mm/seg)
Fuerza tracción máxima (cargado)	1200	Fuerza tracción máxima (vacío)	1570	KG

Nota: Tabla realizada con base a información suministrada por “<http://www.tcmforklifts.com>”

Se observa que el montacargas de combustión interna (ver figura 9 y tabla 8) que tiene las características de utilizar gasolina, tiene un mayor desplazamiento con este tipo de energía además podemos de igual manera mirar que su habilidad de levantamiento es superior a los demás, ya que tiene 600 (mm/Seg) ya sea cargado a su máxima capacidad y de vacío tiene 680 (mm/Seg). Podemos resaltar que otra habilidad mayor que los demás es la fuerza de tracción el

cual es muy observado por los industriales para ver su potencial en Planta, en este caso la fuerza de tracción máxima es de 1570 y la fuerza de tracción máxima vacío es de 690.



Figura 9: Montacargas gas o LP TCM 1,5kg.

Tabla 8  
Montacargas gas o LP TCM 1,5kg

TCM 1,5 kg				
Modelo: cf30		Tipo de energía: gas,lp- g/lp		
Rendimiento				
Desplazamiento adelante-reversa	17,5	Km/H		Km/H
Levantamiento (Cargado)	620	Levantamiento (vacío)	650	(mm/seg)
Descargue (cargado)	500	Descargue (vacío)	500	(mm/seg)
Fuerza tracción máxima (cargado)	700	Fuerza tracción máxima (vacío)	1550	Kg

Nota: Tabla realizada con base a la información suministrada por <http://www.tcmforklifts.com>

Según las características encontradas en los montacargas de gas (ver la figura 10 y tabla 9), se evidencia no una gran variación entre las características con el montacargas de combustión interna de “gasolina”, aunque se logra ver una disminución en cuanto a todas las características de rendimiento 17,5 en km/h desplazamiento hacia al frente y hacia atrás, descargue como cargue de 500 mm/Seg.

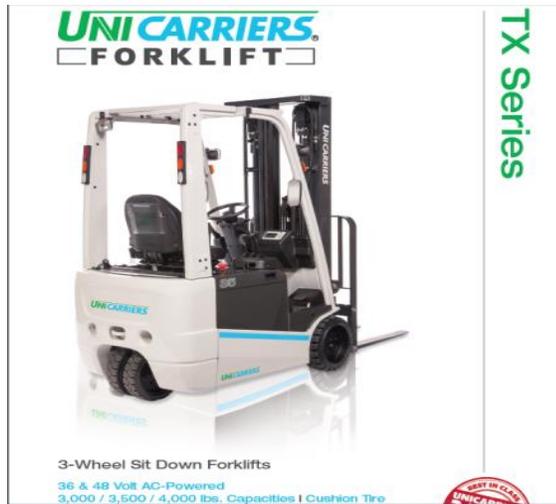


Figura 10: Montacargas Eléctrico Motor Eléctrico.

Tabla 9  
Modelo TX30N MONTACARGAS ELECTRICO

TCM 1,5 kg				
Modelo: Tx30n 48v		Tipo de energía: Eléctrica		
Rendimiento				
Desplazamiento adelante-reversa	16	Km/H		Km/H
Levantamiento (cargado)	400	Levantamiento (vacío)	600	(mm/seg)
Descargue (cargado)	500	Descargue (vacío)	500	(mm/seg)
Fuerza tracción máxima (cargado)	1050	Fuerza de tracción máxima (Vacío)	1050	KG

Nota: Tabla realizada con base a la información suministrada por <http://www.tcmforklifts.com>

Las características de los montacargas eléctricos, se evidencian en la ficha técnica que los valores son reducidos a los de los otros dos observando, aunque se maneja el mismo rango de 1,5 kg su diferencia de capacidad de carga y de velocidad no se percatan en mayoría de las industrias, pero si llega hacer en capacidad técnica menor a los de los demás.

La Tabla 10 de comparación porcentual tiene como virtud expresar los cambios que se encuentran en porcentajes, logrando evidenciar que tipo de montacargas son los que tiene mayor virtud en cuanto a algunas especificaciones técnicas.

Tabla 10  
*Comparación Perceptual*

	<b>Tipo de Vehículo</b>				
	Eléctrico	Gasolina	%	Gas o LP	%
Desplazamiento adelante-reversa	16	19,5	-22%	17,5	-9%
Levantamiento (cargado)	400	600	-50%	620	-55%
Descargue (cargado)	500	450	10%	500	0%
Fuerza Tracción máxima (cargado)	1050	1200	-14%	700	33%
Levantamiento vacío	600	680	-13%	650	-8%
Descargue (vacío)	500	550	-10%	500	0%
Fuerza de tracción máxima (vacío)	1050	1570	-50%	1550	-48%

Nota: Recuperada de

Esta tabla contiene especificaciones técnicas que todo montacargas debe manejar por su cualidades de construcción, se observa una comparación en cuanto los montacargas eléctricos, buscando cuales son las características de cada montacargas positivas como negativas. Los resultados fueron:

- Desplazamiento adelante y reversa en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontré que es 22% menos eficiente el eléctrico y el montacargas vs montacargas de

LP o Gas es del 9% menos eficiente eléctrico, concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado.

- Levantamiento (cargado), en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 50% menos eficiente que el eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es 55% menor el eléctrico concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado.
- Descargue (cargado) en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 10% más eficiente eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es del 0%; concluyendo que manejan las mismas características en comparación al de gas pero es más eficiente en cuanto descargue que el de gasolina.
- Fuerza de tracción máxima (cargado), en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 14% menos eficiente el eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es del 33% concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado en cuanto a gasolina y en comparación al de gas puede ser más efectivo.
- Levantamiento (vacío) en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 13% menos eficiente el eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es del 8% de igual forma siendo menos eficaz, concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado.
- Descargue (vacío), en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 10% menos eficiente el eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es del 0% concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado en comparación al de gasolina y el montacargas de gas maneja los mismo porcentajes.

- Fuerza de tracción máxima (vacío) en comparación al montacargas eléctrico vs gasolina se encontró que es 50 % menos eficiente el eléctrico y el montacargas vs montacargas de LP o Gas es del 48%; concluyendo que el montacargas eléctrico es el menos capacitado.

## 5.1 Resultados de Costos

En esta segunda parte, a partir de la entrevista realizada a Ángel Ortigón, (ver Anexo No. 1) un experto en administración con logros en diferentes industrias del petróleo, logramos obtener datos relevantes para nuestro estudio. Uno de los datos más relevantes discutidos en la entrevista fue el promedio por día que se usaba en un montacargas, teniendo en cuenta que en el día se trabaja.

Por día un montacargas de gasolina se gasta alrededor de 2,40 galones teniendo en cuenta que al día se trabajan un promedio de 8 horas y media en él. De igual forma nos suministró con el dato de galones usados por vehículo de gas al día que son 6.79 galones.

Podemos observar en la Tabla 12 los parámetros hipotéticos de uso del montacargas, logrando identificar que se maneja 8 horas y media, seis días a la semana, 48 semanas al año y 2.448 horas al año.

Tabla 11  
*Información de horas, días, semanas y años*

	Gas	Gasolina	AC o eléctrico
Horas por día	8,5	8,5	8,5
Días a la semana	6	6	6
Semanas por año	48	48	48
Horas anuales	2448	2448	2448

Nota: Tabla realizada con base a entrevista realizada a Ángel Ortigón (ver Anexo 1)

**Costo por consumo de energía:** El costo de consumo de energía está dividido en hora, días, semanas y años. Esto para lograr evidenciar de forma más detallado los costos.

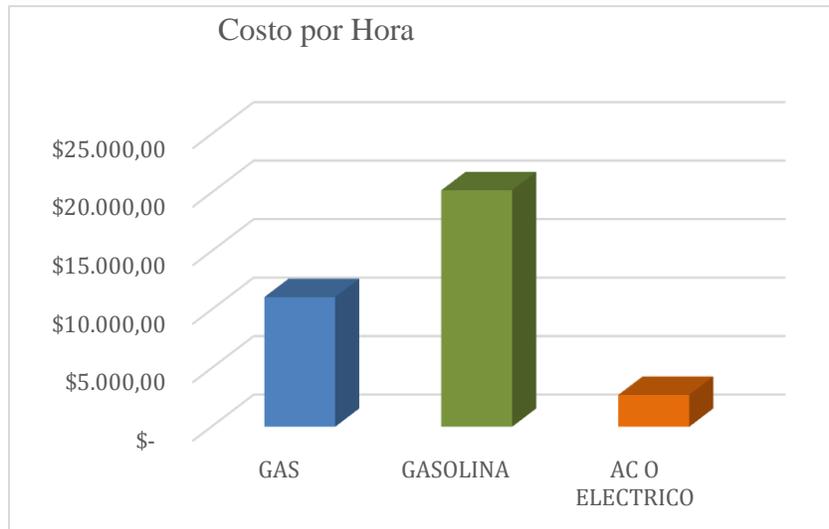


Figura 11: Comparación monetaria por Hora. Muestra el consumo por hora de cada montacargas.

La Figura 11 costo por día representa que el gas utiliza 11,087.62 pesos, gasolina 20.220,59 pesos y el eléctrico utiliza por hora 2723.04 pesos. Evidenciando el bajo consumo monetario del eléctrico.

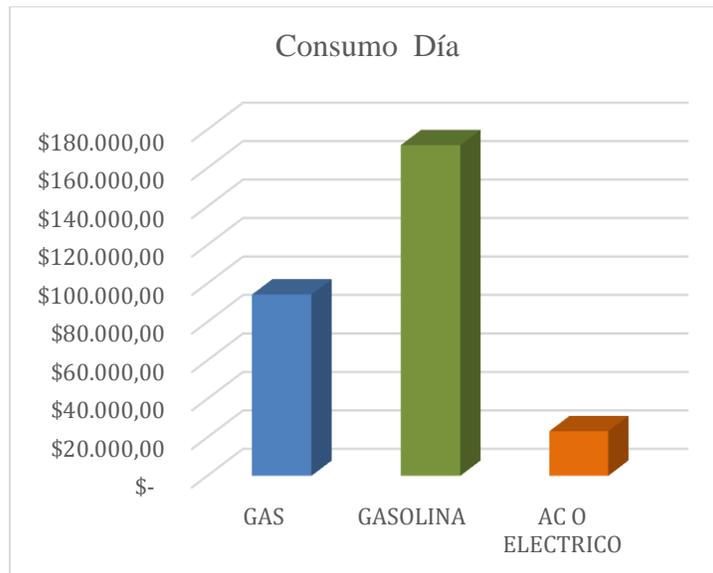


Figura 12: Comparación monetaria por día. Muestra el consumo diario de cada montacargas, teniendo en cuenta que el día está dado por 8,5 horas.

La anterior Figura demuestra que el consumo diario del gas de un montacargas es equivalente en pesos a 94,244.79\$, el de gasolina 171,875.00 pesos y el eléctrico consiguiendo el menor en 23,145.83 pesos.

La Figura muestra la diferencia monetaria que tiene el montacargas de gasolina en comparación a los otros, demostrando que su consumo es mucho mayor que los demás, y el montacargas eléctrico demostrando que su consumo es el mínimo de todos, los cálculos realizados para la extracción de estos cálculos fue costo de hora por el número de horas utilizadas en el día.

**Comparación monetaria por semana:** La siguiente grafica muestra el consumo semanal de cada montacargas. Teniendo en cuenta que la semana esta dado por 6 dias laborales.

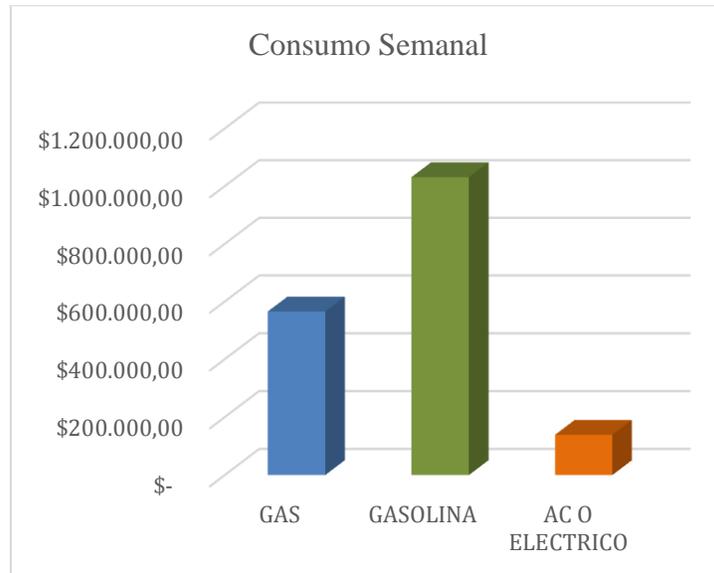


Figura 13: Consumo semanal (6 días) de un montacargas.

En la gráfica se encuentra la misma tendencia del consumo de gasolina, sigue siendo superior a los demás teniendo un consumo de 1.031.250 \$ pesos manejando 6 días a la semana,

increíblemente el consumo del gas es menor 49% lo que hace que su precio se mantenga en la mitad del precio de la gasolina, y montacargas eléctrico pautando como el menor de todos por un rango alto.

**Comparación monetaria por Año:** la siguiente grafica muestra el consumo anual que representaría cada montacargas.

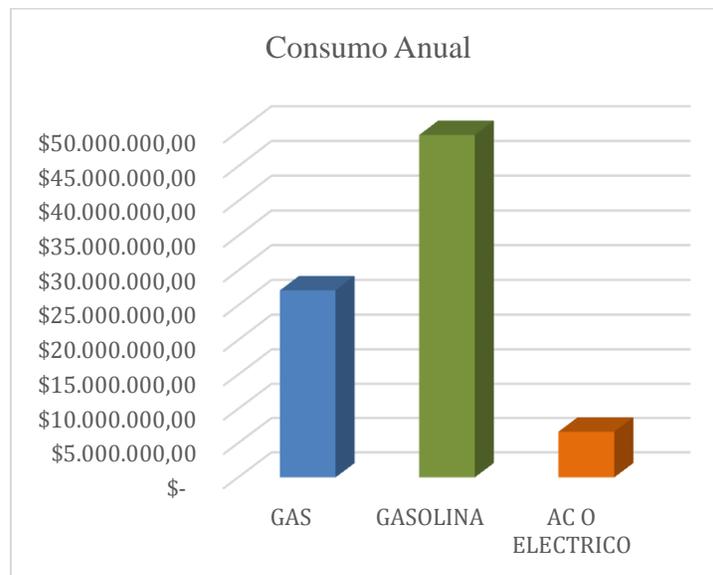


Figura 14: Consumo Anual.

La gráfica muestra que por gas se consume 27, 142,500.00 pesos, gasolina 49, 500,000.00\$ pesos y eléctrico 6, 666,000.00 pesos .se puede evidenciar la constante economía del montacargas eléctrico.

Tabla 12  
*Total gastos de consumo por tipo de energía*

<b>Costo de tipo energía</b>	<b>Gas</b>	<b>Gasolina</b>	<b>AC o eléctrico</b>
8,5 horas por día	\$ 94,244.79	\$ 171,875.00	\$ 23,145.83
Días a la semana	\$ 565,468.75	\$ 1,031,250.00	\$ 138,875.00
Costo al año	\$ 27,142,500.00	\$ 49,500,000.00	\$ 6,666,000.00

Esta tabla resume los resultados de horas, días y años. Aquí de igual forma se puede señalar que el montacargas eléctrico es el más económico teniendo costos anual de 6.666.000,00 pesos una diferencia muy importante en comparación a los otros montacargas. Concluyendo que el montacargas eléctrico suma el total más económico y puede ser la opción más deseada para los empresarios que buscan economía.

A continuación se encuentra la diferencia monetaria de los montacargas, identificando cuales son los posibles “ahorros” que se podrían tener al momento de utilizar el montacargas eléctrico.

**El cambio monetario con respecto al AC ELECTRICO vs GASOLINA:** La gráfica identifica que el montacargas eléctrico tiene un costo de 23,145.83 pesos por hora y el de gasolina de 171,875.00 pesos, esto significando un ahorro al momento de usar el montacargas eléctrico de 148,729.17 pesos si no se usa el de gasolina y se opera con el eléctrico.

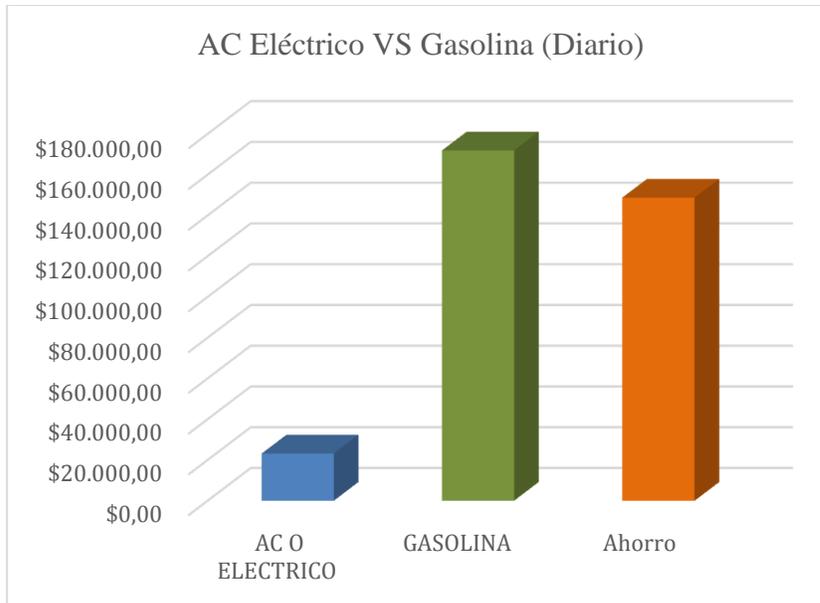


Figura 15: Costo diario de un montacargas eléctrico y de gasolina.

**El cambio monetario con respecto al AC ELECTRICO vs GAS O LP:** La siguiente tabla muestra el costo del año de un montacargas eléctrico y de gasolina.

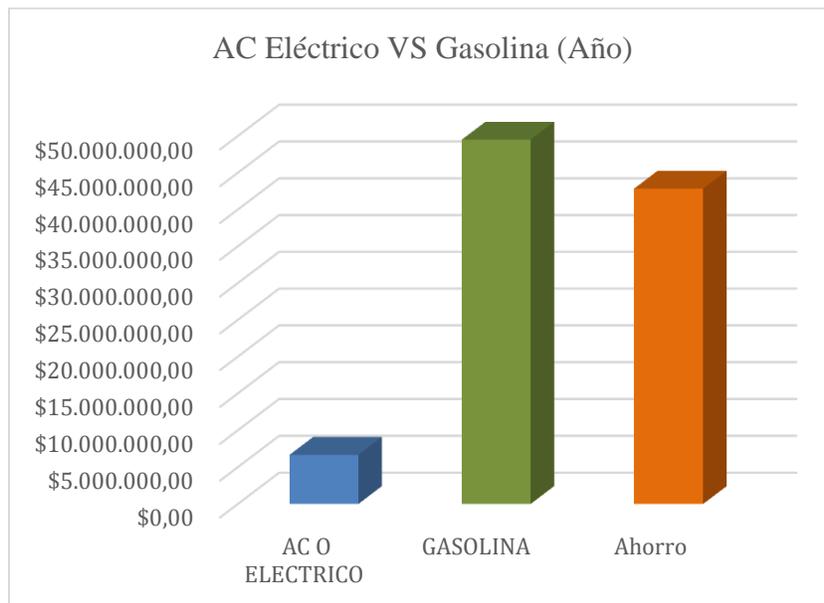


Figura 16: Ac electrico vs Gasolina

En este caso se observa en la figura “AC ELECTRICO VS GASOLINA AÑO” como en el año se tendría un ahorro de 42,834,000.00 pesos al usar montacargas eléctrico en vez de los tradicionales de gasolina, significando que remplazo de los montacargas de gasolina a eléctricos tendría un beneficio monetario.

**El cambio monetario con respecto al AC ELECTRICO vs GAS O LP DIA:**

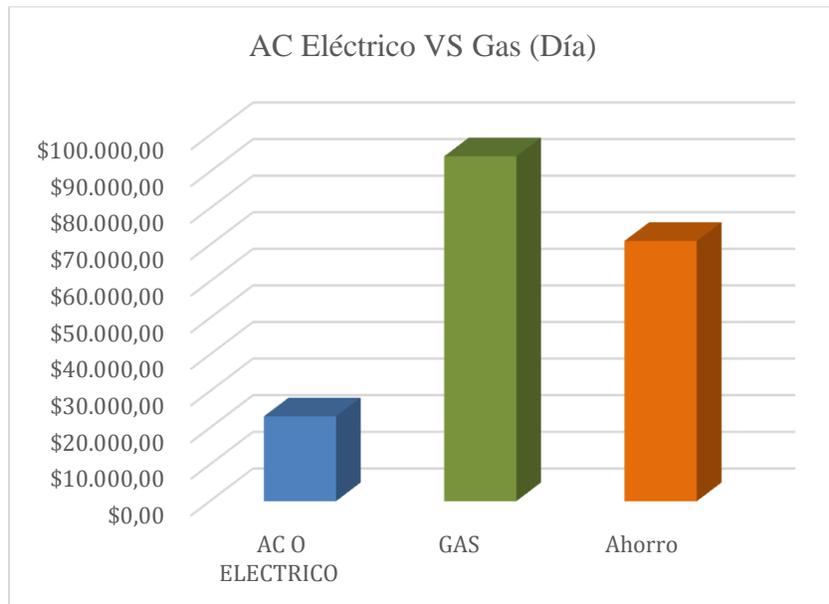


Figura 17: Costo del día (8,5 horas) de un montacargas eléctrico y de Gas o LP.

La gráfica identifica que el montacargas eléctrico tiene un costo de 23,145.83 \$ por hora y el de gas o LP es de 94,244.79\$, esto significando un ahorro al momento de usar el montacargas eléctrico de 71,098.96 pesos diarios si no se usa el de gas o LP y se opera con el eléctrico.

### El cambio monetario con respecto al AC ELECTRICO vs GAS O LP AÑO:

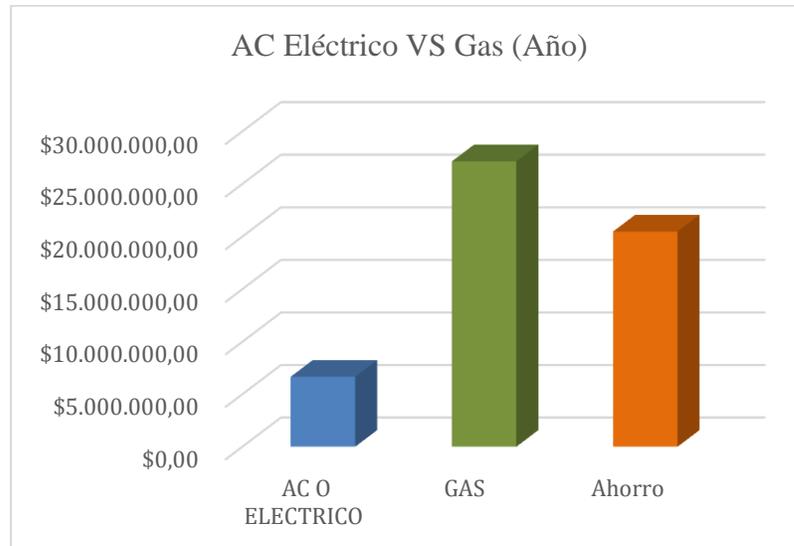


Figura 18. Costo anual de un montacargas eléctrico y de Gas o LP

La grafica nos muestra como los costos anuales de un montacargas eléctrico y de Gas o LP, el costos del montacargas eléctrico es de 6, 666,000.00 pesos y el de Gas o LP es de 27, 142,500.00. La barra de color amarilla muestra la diferencia de los dos montacargas indicando que al usar el montacargas eléctrico anualmente por encima del de gasolina se estaría ahorrando 20, 476,500.00 pesos.

### Costo de adquisición comparación:

Una de las variables más importantes al momento de comprar montacargas es su precio de adquisición o precio de compra, la tabla 13 muestra los precios promedio que se utilizan en Colombia.

Tabla 13  
*Costo adquisición*

<b>Tipo de combustible</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Precio - promedio venta</b>	
Gasolina	3 TON	\$ 100,000,000.00	PROMEDIO
LP o gas	3 TON	\$ 93,000,000.00	PROMEDIO
Electricidad	3 TON	\$ 113,000,000.00	PROMEDIO

Nota: Tabla basada en cotizaciones de la empresa DERCO S.A.

Las diferencias económicas se encuentran según el tipo de combustible. Es importante especificar que el precio de adquisición casi siempre es el punto más trascendental al momento de decidir qué tipo de montacargas comprar.

En el análisis cuantitativo se puede observar, unas especificaciones importantes en cuántos cálculos técnicos y cálculos monetarios, esto se manejó en dos etapas las cuales se pudo encontrar características importantes como el tipo de montacargas más eficiente frente a los demás y montacargas más económico.

La comparación inicial se confrontó los montacargas eléctricos con los de gas o Lp y gasolina, esta confrontación fue sobre los indicadores técnicos, midiendo Desplazamiento adelante y reversa, Levantamiento (cargado), Descargue (cargado), Fuerza de tracción máxima (cargado), Levantamiento (vacío), Descargue (vacío) y Fuerza de tracción máxima (vacío), en la confrontación de eléctricos vs gasolina muestra que los montacargas de gasolina tiene el mayor porcentaje por encima del eléctrico y la eficiencia de la maquina en cuanto a movimiento y esfuerzo es mayor y se resalta en la Tabla 7 (Comparación porcentual). En cuanto a la confrontación de eléctricos vs Gas o LP se identifica que los montacargas de Gas O LP también tienen mayor los indicadores técnicos aunque llega hacer más equilibrado los valores. Concluyendo que los montacargas eléctricos no trabajan del mismo modo en cuanto a los indicadores confrontados ya que tuvo los valores más bajos en casi todas los porcentajes.

En la señalización y comparación de costos, se observa que los montacargas eléctricos bajo las mismas circunstancias que los montacargas de Gas o LP y gasolina tienen un consumo de fuente de energía más económica, se evidencia que la comparación de “eléctrico vs gasolina” se obtuvo que diariamente se ahorra \$148,729.17 pesos al usar un vehículo eléctrico ya que su consumo de electricidad es mucho más económico, esto concluyendo año se tendría un ahorro de \$42’834,000 pesos (este cálculo teniendo en cuenta que se trabajan 24 días al mes)

En la comparación “eléctrico vs gas o LP” se determinó que el ahorro fue de \$71,098.96 Pesos el cual significa que al año los vehículos eléctricos podrían ahorrarse \$20’476.500 Pesos. Esto deja como resultado que con un vehículo eléctrico si se logra ahorrar dinero, y que es importante este factor diferenciados en análisis de costos. Logrando ser una de las variables más importantes al momento de ver los montacargas eléctricos.

## 6. CONCLUSIONES

El tipo de energía que requiere es el aspecto primordial a la hora de hacer la elección de que montacargas adquirir para la industria, es importante recalcar que un montacargas eléctrico tiene una vida útil más larga que el montacargas de combustión interna, adicionalmente ofrece una mayor capacidad de maniobra y un costo relativamente medio de operación en cuanto a mantenimiento es algo costoso pero se ve compensado con el ahorro en combustible, por otro lado los montacargas eléctricos no generan tanto ruido y son ideales para pequeñas áreas encerradas. Pero sin embargo, la carga de la batería puede tardar mucho tiempo.

Por otro lado, los montacargas de gas o combustión interna ofrecen menores costos de mantenimiento y una larga vida útil, y también es bastante rápido al momento de realizar el reabastecimiento de combustible en comparación con el cobro de un montacargas eléctrico. Pero por otra parte estos montacargas tienen un alto nivel de emisiones y son bastante ruidoso a la hora de operar. También se presenta el problema de almacenamiento de combustible que requiere un amplio almacén. Posteriormente estos vehículos operados por diésel, gas o gasolina.

## 7. RECOMENDACIONES

Por medio de este estudio se identificaron aspectos técnicos y costos para el empresario colombiano que desea adquirir un montacargas, y según las características de su industria pueda escoger el que más le convenga. Se puede concluir que el montacargas eléctrico tiene ventajas y desventajas. Según el punto de vista que se observe tendrá beneficios como contras, y por esto es necesario que el empresario conozca cuales son las características de los montacargas eléctricos, y haga una comparación de beneficios /costos con su necesidad.

Se pudo concluir que los montacargas eléctricos tienen grandes desventajas en variables técnicas de esfuerzo mecánico, en las confrontaciones con montacargas de combustión siempre estuvo por debajo, y aunque alcanzo a estar al par en unos aspectos, la mayoría de características en cuanto esfuerzo dieron porcentajes negativos.

El montacargas eléctrico aunque son más costosos en cuanto inversión inicial, se observa que su fuente de energía siempre es más económica que las demás, y que es significativa la disminución costos que representa, así ahorrando más dinero del pensado a largo plazo.

Otras características a observar al momento de elegir un montacargas, es importante primaria mente tener en cuenta que hay ciertos factores que se deben considerar a la hora de elegir un montacargas, se debe principalmente tener claras las diferencias y limitaciones, seguido de que tipo de energía requiere el vehiculo, capacidad de carga, tamaño, altura de elevación, y duración en funcionamiento, así mismo, de manera mas profunda tener en cuenta aspectos vitales como mantenimiento.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Alawi, B. M. & Bradley, T. (2013) Total cost of ownership, payback and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. En *Applied Energy* (103), 488-506.
- Blue, J. (2013) Especificaciones de montacargas eléctrico. (S. Smith. Trans.) Recuperado de: [http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-montacargas-electrico-lista\\_550894/](http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-montacargas-electrico-lista_550894/)
- Cunningham, B. ()
- Enterprise, T. (2007) Recuperado de [www.teuforklift.com](http://www.teuforklift.com)
- Gerkenmeyer, C., Kintner-Meyer, MCW & DeSteele, J.G. (2010) Technical challenges of plug-in hybrid electric vehicles and impacts to the US power system: Distribution system analysis. United States of América: U.S. Department of Energy.
- Fishelson, J., Freckleton, D. & Heaslip, K. (2013). Evaluation of Automated Electric Transportation Deployment Strategies: Integrated Against Isolated. *IET Intelligent Transport Systems*, 7(3), 337-344.
- Krauss, C. (15 de Enero de 2016) Stock Prices Sink in a Rising Ocean of Oil. *The New York Times*. Recuperado de [http://www.nytimes.com/2016/01/16/business/energy-environment/oil-prices-one-million-barrel-glut.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2016/01/16/business/energy-environment/oil-prices-one-million-barrel-glut.html?_r=0)
- Schroeder, A. & Traber, T. (2012). The economics of fast charging infrastructure for electric vehicles. En *Energy Policy*, 43 (issue C), p. 136-144.
- Ungar, E., Mueller, H. & Smith, B (2010) Benefits and Challenges of Achieving a Mainstream Market for Electric Vehicles. United States of América: U.S. Department of Energy.