



Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Matriz

Facultad de Ingeniería

Maestría en Transportes

Edwin Ramiro Tamayo Avalos

**ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA QUE UNA EMPRESA OPERADORA DE
TRANSPORTE PÚBLICO PASE DE MOTORES DE COMBUSTIÓN
INTERNA A MOTOR
A ELÉCTRICOS.**

Ing. Fredi Paredes V.

Fecha de graduación: Quito, (septiembre/2014),

DEDICATORIA

A Dios, por darme su amor infinito, brindarme inteligencia, sabiduría en el transcurso de mi carrera y bendecirme siempre en cada paso que doy.

A mi esposa, Sheyla León, mis hijos Drichelmo y Ramiro, por su incondicional apoyo en cada momento de mi vida y por la intensidad de su amor, por brindarme siempre palabras y consejos perfectos, por ser el motor de mi vida.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a sus autoridades y maestros que supieron compartir sus conocimientos y experiencia, para desarrollarme personal y profesionalmente.

A mi director de tesis, Ing. Fredi Paredes V., por brindarme su amistad, consejos y guiarme en la realización de este trabajo.

A todos ellos mi eterna gratitud.

Edwin Tamayo A.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
CONTENIDO.....	ii
ÍNDICE DE ECUACIONES	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLA.....	vii
CAPITULO I	1
1.1 Alcance	6
1.2 Objetivo General.....	7
1.3 Objetivos Específicos	7
1.4 Justificación.....	7
CAPITULO II	10
2.1 MOTOR DIÉSEL	11
2.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	12
2.1.2 CÁMARAS DE INYECCIÓN DIRECTA.	13
2.1.3 CÁMARAS DE INYECCIÓN INDIRECTA.....	14
2.1.4 SISTEMA DE INYECCIÓN DE DIÉSEL	15
2.1.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN LOS MOTORES DIÉSEL.....	17
2.1.6 FILTRADO DE COMBUSTIBLE	17
2.1.7 IMPORTANCIA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	19
2.1.8 VENTAJAS DE LOS MOTORES DIÉSEL	19
2.1.9 DESVENTAJAS DE LOS MOTORES DIÉSEL	20
2.1.10 TENDENCIA DEL DESARROLLO	21
2.1.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MOTORES A DIÉSEL.....	23
2.2 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	26
2.2.1 AUTOBÚS ELÉCTRICO	26
2.2.2 FUENTES LIMPIAS DE ENERGÍA PARA UN PARQUE AUTOMOTOR CON PROPULSIÓN ELÉCTRICA.	27
2.2.3 MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR.....	30
2.2.4 MOTORES ELÉCTRICOS PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (VE).....	31
2.2.5 LAS DIFERENCIAS ENTRE LOS CONDENSADORES Y LAS BATERÍAS	37
2.3 ESTRUCTURA DE COSTOS.....	42

2.3.1	COSTO DEL EQUIPO.(«CONTABILIDAD DE COSTOS»)	42
2.3.2	VIDA ECONÓMICAMENTE ÚTIL	42
2.3.3	UTILIZACIÓN DEL EQUIPO	43
2.3.4	VALOR DE SALVAMENTO O RESCATE DEL EQUIPO	43
2.4	COSTOS OPERATIVOS Y COSTOS DE PRODUCCIÓN	44
2.4.1	COSTOS OPERATIVOS EN UNA COMPAÑÍA DE BUSES	44
2.4.2	COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FLOTA DE BUSES	44
2.4.3	COSTOS QUE SE GENERAN EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS AL OPERAR LAS UNIDADES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	45
CAPITULO III		52
3.1	PROPUESTA EN LA CIUDAD DE QUITO	53
3.2	PROPUESTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	57
CAPITULO IV		62
4.1	Costos fijos	63
4.2	Costos variables	64
4.3	Costos operativos	65
4.4	Costos de producción	65
4.4.1	Departamentos de producción:	66
4.4.2	Departamentos de Servicio o de Apoyo:	66
4.4.3	Información base para la determinación de los costos presentes en la operación de las unidades de motor de combustión interna para la prestación del servicio.	69
4.5	Procedimiento:	71
4.5.1	Determinación de los costos presentes en la operación de las unidades para la prestación del servicio.	71
4.5.2	Tabulación de datos para el cálculo de los costos operativos	72
4.5.3	Cálculo de los costos operativos fijos	74
4.5.4	Cálculo de los costos de operación variables	76
4.5.5	Tabulación de datos necesarios para la obtención de los costos de producción	78
4.5.6	Depreciación	84
4.5.7	Costos de producción variables	85
4.5.8	Calculo del costo del vehículo eléctrico	89
4.6	Metodología de comparación entre los dos tipos de vehículos	96
4.7	Análisis de resultados	97

CAPITULO V	100
5.1 CONCLUSIONES.	101
5.2 RECOMENDACIONES.	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	111
MERCEDES BENZ 1721	112
BYD ELECTRIC BUS	115

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1: Ley de Faraday	32
Ecuación 2.2: Velocidad de Giro.....	35
Ecuación 2.3: Potencia de motor	36
Ecuación 2.4: Potencia	36
Ecuación 4.1: Costo administrativos total en \$ x km	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Gases de invernadero.....	2
Figura 1.2: Comparación entre las evoluciones del desarrollo económico y el desarrollo del transporte.	4
Figura 2.1. Motor a diésel	12
Figura 2.2 Composición de los gases de escape	22
Figura 2.3 Buses eléctricos.....	26
Figura 2.4 Demanda Doméstica Intervención 2020	29
Figura 2.5 Motor eléctrico para Vehículos Eléctricos	32
Figura 2.6 Tarjeta controladora de velocidad	33
Figura 2.7 Bus eléctrico BYD.....	40
Figura 3.1: Programas y Proyectos.....	54
Figura 3.2: Pendientes de DMQ.....	55
Figura 3.3: Ruta de bus eléctrico, en Quito.	56
Figura 3.4: Datos de recorrido.	56
Figura 3.5: Mapa vial de la Ciudad de Guayaquil.....	59
Figura 3.6: Mapa topográfico de Guayaquil.	60
Figura 3.7: Ruta de bus eléctrico, en Guayaquil.	60
Figura 3.8: Datos de recorrido.	61
Figura 4.1: Comportamiento del costo fijo.....	63
Figura 4.2: Comportamiento del costo variable.....	64

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2-1: Tipo de energía.....	30
Tabla 4-1: Costos operativos	65
Tabla 4-2: Costo de producción	65
Tabla 4-3: Bases de asignación.....	67
Tabla 4-4: Método directo	69
Tabla 4-5: Parámetros de funcionamiento de las unidades.....	70
Tabla 4-6: Consumo de combustible / Energía	70
Tabla 4-7: Consume de lubricantes	70
Tabla 4-8: Consumo de líquidos	71
Tabla 4-9: Consumo de llantas	71
Tabla 4-10: Parámetros de funcionamiento de la propuesta 1 con las unidades de combustión interna.	72
Tabla 4-11: Parámetros de funcionamiento de la propuesta 2 con las unidades de eléctricas	73
Tabla 4-12: Valor de recorrido total de la flota en km. en 20 días	74
Tabla 4-13: Costos administrativos fijos.....	76
Tabla 4-14: Costo administrativos total en \$x km por propuesta	76
Tabla 4-15: Costos administrativos variables x km	77
Tabla 4-16: Total costos administrativos x km.	77
Tabla 4-17: Costo de mano de obra fijos propuesta 1.....	79
Tabla 4-18: Costo de mano de obra fija, propuesta 2.	79
Tabla 4-19: Costo de garaje x km, propuesta 1.	80
Tabla 4-20: Costo de garaje x km, propuesta 2.	80
Tabla 4-21: Valor de precio de aceite.	81
Tabla 4-22: Valor total de compra de aceite.....	81
Tabla 4-23: Costo de mantenimiento preventivo motor Combustión interna x Km ..	82
Tabla 4-24: Costos de mantenimiento preventivo transmisión x km.....	82
Tabla 4-25: Costos de mantenimiento preventivo frenos x km.....	83
Tabla 4-26: Costo de mantenimiento preventivo Neumáticos x km.....	83
Tabla 4-27: Costo de mantenimiento preventivo x km	83
Tabla 4-28: Precio del Bus Mercedes Benz 1721.	84
Tabla 4-29: Costo total genera x km en el mantenimiento correctivo.	86
Tabla 4-30: Costo de consumo de combustible.	86

Tabla 4-31: Costo de producción Variable.	87
Tabla 4-32: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 1	88
Tabla 4-33: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 2	89
Tabla 4-34: Propuesta 1.	90
Tabla 4-35: Propuesta 2.	90
Tabla 4-36: Costos de mantenimiento preventivo transmisión x km.....	92
Tabla 4-37: Costos de mantenimiento preventivo frenos x km.....	93
Tabla 4-38: Costo de mantenimiento preventivo Neumáticos Mercedes x km.	93
Tabla 4-39 Costo de mantenimiento preventivo x km.	93
Tabla 4-40: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 1	95
Tabla 4-41: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 2.	96
Tabla 4-42: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 1.....	98
Tabla 4-43: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 2.....	98
Tabla 5-1: Parámetros de funcionamiento de las unidades.....	101
Tabla 5-2: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 1.....	101
Tabla 5-3: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 2.....	102

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha modificado tanto globalmente como regional, provocando una variación de todos los parámetros climáticos, gran parte se lo atribuye por la intervención directa del hombre lo cual se ha llamado efecto invernadero, este es el fenómeno por el cual la tierra retiene parte de la energía entregada por el sol.

La superficie de la Tierra recibe del Sol 161 w/m^2 y el Efecto Invernadero de la Atmósfera 333 w/m^2 , en total 494 w/m^2 , como la superficie de la tierra emite un total de 493 w/m^2 ($17+80+396$), supone una absorción neta de calor de $0,9 \text{ w/m}^2$, que en el tiempo actual está provocando el calentamiento de la tierra. (PROTOCOLO DE KIOTO Climático, 2010, p. 1 Germán Lagos S., Cristián Vélez C.)

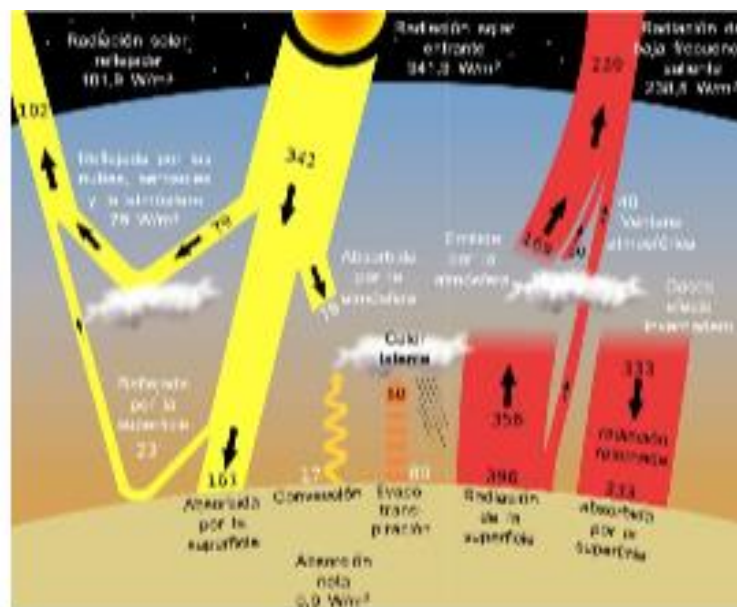


Figura 1.1: Gases de invernadero

Fuente: (PROTOCOLO DE KIOTO Climático, 2010, p. 1 Germán Lagos S., Cristián Vélez C.)

Los más importantes son:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Ozono (O₃)
- Óxido de nitrógeno (N₂O)
- Metano (CH₄)
- Clorofluorocarbonos (CFCx)
- Hexafloruro de Azufre (SF₆)

La mayor parte de estos gases que están provocando el efecto invernadero, son producidos por los motores de combustión interna, los mismos que por lo general son utilizados para el servicio de transporte público masivo, El transporte público es un sistema integral de medios de transporte de uso generalizado, capaz de dar solución a las necesidades de desplazamientos de las personas.

Un estudio ha demostrado que el crecimiento de la economía ha sido acompañado por un crecimiento similar, incluso superior, del transporte. (TRANSPORTE SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA Izquierdo & Monnet, 2003, p. 3)

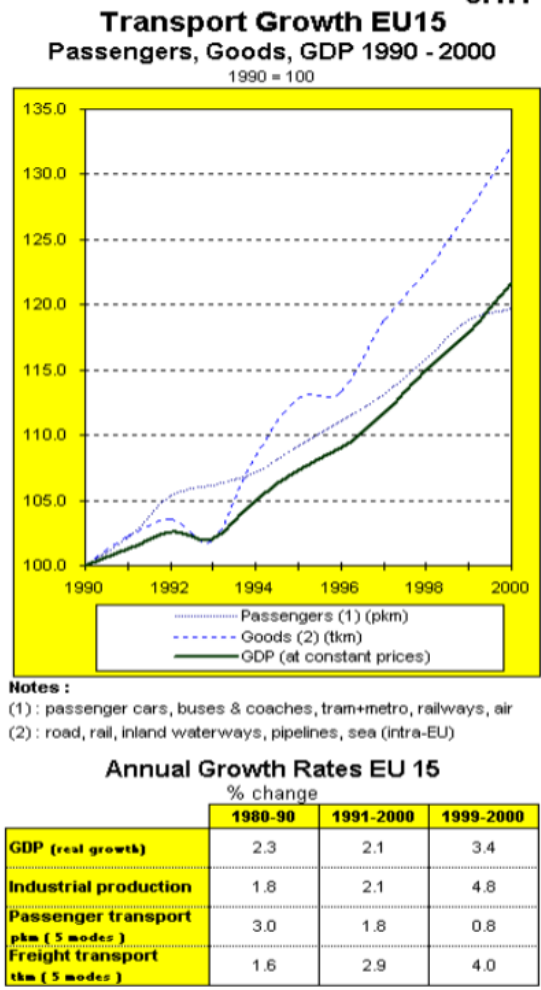


Figura 1.2: Comparación entre las evoluciones del desarrollo económico y el desarrollo del transporte.

Fuente: (TRANSPORTE SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA Izquierdo & Monnet, 2003, p. 3)

Como se indicó anteriormente para la transportación masiva e individual de la gente utiliza vehículos con motores de combustión interna, siendo éste, combustible fósil derivada del petróleo, como se indica en el siguiente estudio:

La matriz energética de los países de América Latina y el Caribe es en comparación con otras regiones del mundo una de las de mayor componente

renovable; aun así en el año 2009 cerca de las tres cuartas partes de su estructura correspondió a combustibles fósiles; y los estudios recientes de prospectiva energética no auguran mayor variación durante los próximos 25 años. (OLADE «MANUAL DE ESTADÍSTICAS ENERGÉTICAS 2011», s. f., p. 1)

Todo el transporte público utiliza buses con motores de combustión interna (convencionales), que cubren el 74% de la totalidad de viajes que se hace a través de este medio de transporte, éstos buses realizan aproximadamente dos millones doscientos mil viajes diarios, con un número de 131 rutas urbanas, las que son cubiertas por 41 operadoras privadas que trabajan con una flota aproximada de 2034 unidades. (Izquierdo Rafael «Transporte público de Quito con nuevo régimen jurídico: Agencia Pública de Noticias del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito», p. 3, 2003)

Además del transporte público operan en la ciudad un total de 44 operadoras de transporte escolar e institucional con un total aproximado de 2.720 unidades, y también cabe mencionar que existen 233 unidades de 23 operadoras que brindan el servicio turístico de pasajeros dentro del Distrito Metropolitano. («Operadoras de Transporte Escolar autorizados para atender paseos: Agencia Pública de Noticias del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: La Gerencia de Movilidad emitió los permisos para el Distrito», s. f.)

Ante tal realidad, la congestión vehicular y la contaminación atmosférica son dos grandes problemas que aquejan a las ciudades modernas ecuatorianas. La congestión se produce por la operación de vehículos motorizados en calles y avenidas que no son lo suficientemente amplias y adecuadas para albergar la gran cantidad de vehículos existentes. Mientras que, la contaminación se produce por las emisiones de gases, de las que los vehículos son responsables. Por lo tanto, el monitoreo del aire es una herramienta básica de la gestión ambiental y la información que produce debe ser utilizada en el diseño, implementación y evaluación de políticas de control de las fuentes generadoras de emisiones y de las acciones orientadas al mejoramiento de la calidad del recurso.

Como una de las medidas que se puede tomar para eliminar la contaminación de la ciudad, es cambiar el sistema de propulsión de los vehículos convencionales operados por combustibles fósiles a motores que no emitan contaminación, y utilicen energía renovable, como por ejemplo pueden ser motores eléctricos. Por lo tanto, es necesario estimar los costos que una flota de transporte público convencional utilizará para cambiar su tecnología a motores eléctricos.

1.1 Alcance

La presente tesis culminará con una estimación de costos para que una empresa operadora de transporte público pase de motores a combustión

interna a motores eléctricos, en la Ciudad del Distrito Metropolitano de Quito, así este estudio ayudará al gerente de una operadora de transporte público a que tome la decisión.

1.2 Objetivo General

Estimar costos para el cambio de tecnología de una flota de transporte público y además, incluir la implementación de la flota en una ruta estimada y la viabilidad económica para realizar este proyecto en el Distrito Metropolitano de Quito.

1.3 Objetivos Específicos

- 1- Estimar los costos de implementación y operación de una empresa operadora de transporte actual con los motores de combustión interna.
- 2- Estimar los costos de implementación (diseño de talleres, etc.) y de la operación con la nueva tecnología.
- 3- Realizar comparaciones entre los dos sistemas.
- 4- Proponer una ruta para la nueva flota de transporte dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

1.4 Justificación

Desde 1769 fecha (Fue el inventor francés, Nicholas Joseph Cugnot. Nace en Francia, el 25 de septiembre de 1725) en la que se inventó el automóvil muchas cosas están cambiando, a los procesos de propulsión no han existido

cambios significativos en más de un siglo, sin duda esa resistencia al cambio se debió principalmente a motivos políticos y económicos. Un claro ejemplo es la tecnología de los autos que se movían por aire comprimido, o eléctricos, principios totalmente desarrollados en los albores del siglo anterior, sin embargo estos sistemas de propulsión avanzados para su época y sobre todo amigables al ambiente fueron desechados, y se difundió otros sistemas menos amigables al ambiente, como son los propulsores de combustión interna.

Para todos es conocido que la contaminación del ambiente es un problema real y afecta principalmente al aire, el suelo y el agua. En lo que se refiere al aire, en la ciudad de Quito el principal agente de contaminación es el enorme parque automotor que tiene, con casi 600,000 vehículos (PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD PARA DMQ «Muni_Quito_2009_Plan_Maestro_Movilidad_2009-2025_Presentacion.pdf», s. f., p. 3). Contaminación que se ve incrementada por la irregular topografía de la ciudad, en donde para circular por algunos sectores se necesita mucha potencia vehicular. Las ordenanzas municipales casi nada han logrado para controlar la polución, apenas son paliativos, no se ha emprendido en un cambio estructural de fondo; se requieren, más bien políticas ambientales claras y efectivas que permitan asegurar el buen vivir de todos los habitantes de la ciudad de Quito.

La urgencia de estas políticas se hace inminente debido a que desde el punto de vista científico técnico las emisiones vehiculares son extremadamente nocivas para la salud humana, se sabe que en las emisiones automotrices existen 180 componentes tóxicos, el 60 % de ellos son cancerígenos («Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos», s. f. Darío Sbarato - Viviana M. Sbarato) , y sorpréndase, las emisiones nocivas no son las humaredas negras que se ve a simple vista, lo 10 más nocivo son los contaminantes micros y nano particulados existentes en las emisiones, nano partículas en su mayoría monómeras y radicales libres de menos de 500 nanómetros, que no tienen problema de ingresar por la piel, los ojos y mucosas a los núcleos de las células. A la larga se tendrá muchos casos de mutación genética, o cáncer en sus distintas versiones. Estas nano partículas provienen en mayor proporción según los estudios realizados de combustibles que hace poco se creía limpios, esto en referencia al etanol, los biocombustibles, o las gasolinas de alto octanaje. La solución es optar por energías limpias como es la electricidad, el Hidrógeno, la energía solar, o el aire comprimido. ¿Cuánto más es de esperar? el peligro está presente, los grupos de mayor riesgo son: niños, mujeres embarazadas y ancianos.

El presente proyecto de investigación, trata por tanto de analizar la factibilidad técnica de la estimación de costos para que una empresa operadora de transporte público pase de motores de combustión interna a motores eléctricos, en la Ciudad del Distrito Metropolitano de Quito.

CAPITULO II
CONCEPTOS PREVIOS

2.1 MOTOR DIÉSEL

El motor de combustión interna es una máquina térmica en la cual se obtiene trabajo mediante la combustión de una determinada cantidad de combustible en el interior de sus cilindros. Un motor diésel es una máquina de combustión interna que usa combustible inyectado de forma pulverizada dentro de los cilindros, los cuales contienen aire comprimido a una presión y temperatura relativamente altas. La temperatura del aire debe ser lo suficientemente alta como para permitir la ignición de las partículas del combustible inyectado. Ningún otro medio es empleado para producir la ignición. Debido al método de ignición usado, los motores diésel son a menudo llamados motores de ignición por compresión. Esto los diferencia de los demás motores de combustión interna llamados motores de ignición por chispa. Estos últimos motores emplean la gasolina como combustible y la mezcla de aire y gasolina entra en ignición mediante el uso de la chispa eléctrica.

Dadas las elevadas compresiones que se alcanzan en estos motores y el gran calor que desarrollan, los componentes que los forman están más reforzados y son más pesados que sus equivalentes de un motor de gasolina, por lo que estos motores son menos revolucionados, pero con una mayor disponibilidad de par motor a pocas revoluciones. Sus sistemas de refrigeración están más estudiados y cuidados que otros motores. («MOTORES DIÉSEL», s. f.)

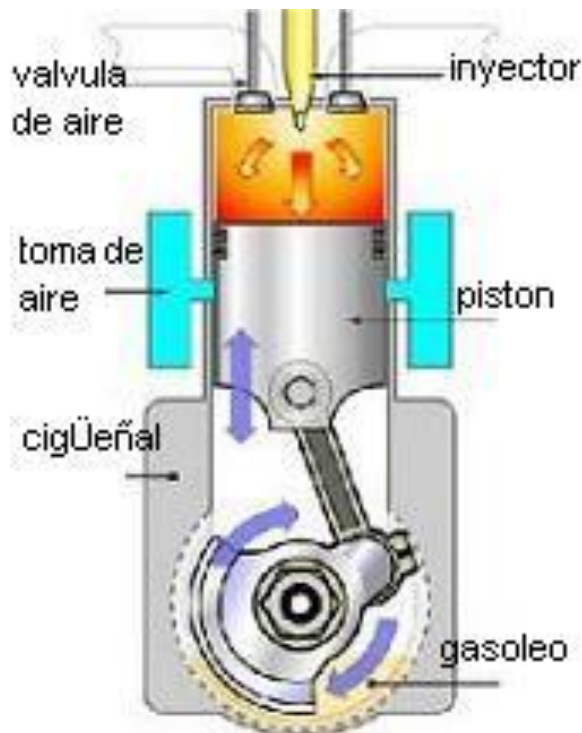


Figura 2.1. Motor a diésel

Fuente: «MOTORES DIÉSEL», s. f.

2.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un motor diésel funciona mediante la ignición (quema) del combustible al ser inyectado en una cámara (o pre cámara, en el caso de inyección indirecta) de combustión que contiene aire a una temperatura superior a la temperatura de auto combustión, sin necesidad de chispa.

La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, la compresión. El combustible se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión.

Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

Para que se produzca el auto inflamación es necesario pre-calentar el aceite-combustible o emplear combustibles más pesados que los empleados en el motor de gasolina, empleándose la fracción de destilación del petróleo comprendida entre los 220 y 350°C, que recibe la denominación de gasóleo.

Existen dos tipos de cámaras: de inyección directa e inyección indirecta.

2.1.2 CÁMARAS DE INYECCIÓN DIRECTA.

La inyección se realiza directamente en el cilindro, con alojamientos especiales en la cabeza del pistón que varían en su forma, para actuar como cámara de turbulencia y ayudar a la vaporización del combustible. La más usual es la de forma toroidal, que es una cavidad circular normalmente simétrica en el centro de la cabeza del pistón, con un pequeño cono en centro y apuntando hacia arriba.

Cualquiera que sea el tipo de cavidad, debe estar adaptada al inyector presente, que se monta en posición vertical o ligeramente inclinada sobre la culata, formando un ángulo preciso.

Dicho inyector contará con varios orificios de vertido del combustible, estando adaptado también al diseño de la cámara de combustión.

Dado que el grado de turbulencia es bajo, las relaciones de compresión son muy elevadas, del orden de 15:1 a 20:1, con lo que se consiguen grandes presiones y temperaturas y que hacen necesaria también una gran presión de la inyección.

Es un motor con poca pérdida de calor a través de las paredes, con lo que los arranques en frío se ven mejorados.

2.1.3 CÁMARAS DE INYECCIÓN INDIRECTA.

En esta disposición la combustión se desarrolla en dos cámaras, una de ellas la de turbulencia que normalmente es esférica, y que desemboca en la principal, que está constituida por el espacio comprendido entre el pistón y la culata.

La cámara de turbulencia representa los dos tercios del volumen total de la cámara de combustión.

En estas cámaras la presión de inyección es menos elevada, ya que la turbulencia creada en el pre cámara ayuda a la pulverización del combustible.

Esto se traduce en un funcionamiento del motor más suave y con menos sufrimiento para los distintos órganos que lo forman, ya que el paso de la combustión de una cámara a otra hace que la fuerza sobre el pistón se aplique de una forma más progresiva.

2.1.4 SISTEMA DE INYECCIÓN DE DIÉSEL

Para realizar la combustión es necesario inyectar una determinada cantidad de combustible finamente pulverizado en la cámara de combustión, en la cual se encuentra el aire comprimido y caliente. Dicha misión está encomendada a los inyectores, que reciben el combustible de la bomba de inyección.

El combustible debe ser inyectado en la cámara de combustión en forma bien definida, pues el correcto funcionamiento de un motor Diésel depende en gran parte de una inyección correcta. Las condiciones esenciales son:

- Suministrar a cada cilindro y en cada ciclo la cantidad de combustible justa, adecuándola a las condiciones de marcha del motor.

- Iniciar la inyección en el momento preciso, de forma que la combustión se realice de forma correcta y por completo, variando el punto de inyección a medida que el régimen de giro del motor y las condiciones de carga varía.
- Pulverizar el combustible, de forma que se reparta en minúsculas gotas para facilitar su inflamación.
- Dar a esas gotas la suficiente capacidad de penetración en la cámara donde se encuentra el aire comprimido.
- Difundir de manera uniforme las partículas de combustible en el aire de la cámara de combustión.

Los elementos encargados de cumplir estas necesidades son la bomba de inyección, que se encarga de dar combustible a cada inyector en el momento oportuno y a la presión requerida, en una cantidad determinada para cada condición de funcionamiento del motor, y los inyectores, que pulverizan el combustible en el interior de las cámaras de combustión de forma uniforme sobre el aire comprimido que las llena.

Los tipos de bomba de inyección empleados en el mundo del automóvil se dividen en dos grupos:

- Bombas de elementos en línea.
- Bombas rotativas.

2.1.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN LOS MOTORES DIÉSEL.

Es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, pudiéndose diferenciar dos apartados fundamentales:

- a). Circuito de alta presión, encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión.
- b). Circuito de baja presión, encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.

- El circuito quedaría formado así:
- Depósito de combustible.
- Bomba de alimentación.
- Filtro.
- Bomba de inyección.
- Inyectores.

2.1.6 FILTRADO DE COMBUSTIBLE

El petróleo bruto contiene una gran cantidad de impurezas que no se eliminan por completo en el proceso de destilación. Dichas impurezas suelen estar constituidas principalmente por azufre, asfaltos y silicatos, que se presentan

en forma de partículas muy duras y cuya densidad les permite mantenerse en el líquido durante cierto tiempo.

Por otra parte, y debido al uso y al paso del tiempo, el depósito de combustible puede almacenar polvo, arenas o partículas metálicas.

Por ello es esencial eliminar dichas suciedades, ya que al pasar por los diversos órganos del sistema de inyección producen una acción de esmerilado que acelera sobremanera el desgaste, con lo cual dichos componentes quedan inutilizados.

He aquí la necesidad de una escrupulosa limpieza del combustible hasta conseguir separar todas las impurezas que lleva consigo, al menos las que sean superiores a una milésima de milímetro.

Los encargados de cumplir esta misión son los filtros de combustible, que se emplazan entre la bomba de alimentación y la de inyección.

El elemento filtrante suele estar constituido por una especie de cartucho de papel poroso de celulosa especial o fieltro, impregnado de una sustancia que normalmente suele ser resina fenólica, que tiene la propiedad de absorber el agua que pueda contener el combustible, procedente de la condensación, que

puede atacar a las superficies metálicas del sistema de inyección, oxidándolas y deteriorándolas.

Dada la gran importancia que tiene el sistema de filtrado en un motor Diésel, se hace necesaria la reposición de los cartuchos filtrantes periódicamente, cada 15.000 km aproximadamente.

2.1.7 IMPORTANCIA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

La importancia de los motores de combustión interna puede observarse fácilmente ya que debido a estos, se obtiene el funcionamiento de buques de carga, granel, combate etc. Las marinas suelen emplear poco los motores a gasolina excepto en los aviones y botes pequeños. En cuanto a los motores Diésel su aplicación en los buques es enorme.

2.1.8 VENTAJAS DE LOS MOTORES DIÉSEL

- Alta potencia por libra de peso en la instalación, especialmente con motores de alta velocidad.
- Gran seguridad de operación
- Bajo consumo por hp-hora, lo que significa un aumento en la autonomía de los buques con estos motores

- Reducción en el peligro de incendio comparado con los motores a gasolina
- Rapidez en su operación
- Facilidad para el almacenamiento del combustible.

2.1.9 DESVENTAJAS DE LOS MOTORES DIÉSEL.

Las desventajas iniciales de estos motores (principalmente precio, costos de mantenimiento y prestaciones) se están reduciendo debido a mejoras como la inyección electrónica y el turbocompresor. No obstante, la adopción del pre cámara para los motores de automoción, con la que se consiguen prestaciones semejantes a los motores de gasolina, presenta el inconveniente de incrementar el consumo, con lo que la principal ventaja de estos motores prácticamente desaparece.

Actualmente se está utilizando el sistema common-rail en los vehículos automotores pequeños. Este sistema brinda una gran ventaja, ya que se consigue un menor consumo de combustible, mejores prestaciones del motor, menor ruido (característico de los motores diésel) y una menor emisión de gases contaminantes.

2.1.10 TENDENCIA DEL DESARROLLO

Los primeros motores diésel fueron de baja velocidad y muy pesados. Los primeros pasos de perfeccionamiento fueron:

- Incrementar la potencia de un diámetro y carrera dados, para aumentar la velocidad de operación, obteniendo así un mayor número de carreras de trabajo por minuto.
- Aumentar la presión del gas mediante el mejoramiento de la combustión para obtener un empleo más eficiente del aire en el interior de los cilindros. El paso siguiente fue reducir el peso de los motores por medio del uso cuidadoso de los materiales. evitando pesos innecesarios donde fuera posible.

Se usa materiales de alto grado de resistencia para un peso dado en las partes móviles como en las fijas, tales como aleaciones resistentes en vez de hierro fundido para las válvulas de escape, aleaciones de aluminio en vez de hierro fundido para los pistones, aleaciones de acero de alta resistencia para las bielas y cigüeñales, hierro fundido niquelado para las camisas etc.

Especial atención se ha puesto para aliviar las partes de movimiento alternativo con el objeto de eliminar las tan indeseables fuerzas de inercia con lo cual se ha logrado aumentar gradualmente la velocidad. Otro paso fue logrado acortando los motores mediante la disposición de los cilindros en V etc.

El último paso fue la sobrealimentación con lo cual se aumenta la cantidad de aire de admisión. Lo grandioso con esto un incremento en la cantidad de combustible quemado en el motor cuyo resultado es el aumento de la presión y por consiguiente la potencia desarrollada.

Los motores de combustión interna que poseen el ciclo Diésel tienen muchas características que un motor tipo Otto no posee lo más notable es que los motores Diésel tienen una alta eficiencia térmica por lo cual las emisiones de CO₂ son más bajas que un ciclo Otto con un mayor torque incluso en bajas velocidades

Los niveles de emisiones de escape son muy diferentes entre los motores a diésel y los motores de gasolina. Los motores a diésel emiten altos niveles de óxido de nitrógeno (Nox) y partículas de materia (PM) que los motores de gasolina, mientras que por su menor eficiencia de combustión, los motores de gasolina emiten altos niveles de CO, CO₂ y HC

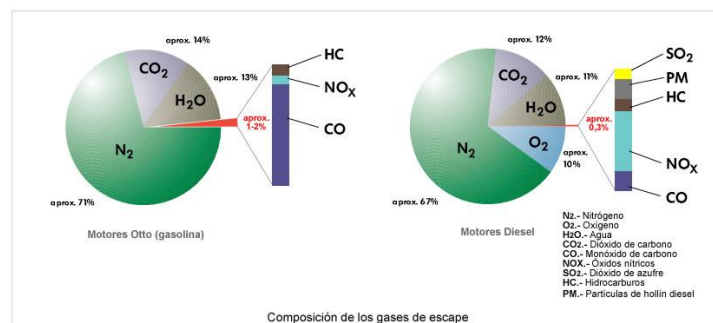


Figura 2.2 Composición de los gases de escape

Fuente: («Emisión de Gases de Escape en Motores Gasolina y Diesel», s. f.)

2.1.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MOTORES A DIÉSEL

Algunas especificaciones técnicas que tenemos y como diferencias tenemos que:

- Combustible: Aceite ligero Diésel
- Sistema de suministro de combustible: Inyección directa de alta presión hacia el cilindro vía bomba de combustible.
- Mezcla Aire-Combustible: No uniforme.
- Sistema de ignición: compresión inducida por combustión espontánea.
- Proporción de compresión: 15.5 – 23
- Sistema de control de salida: controlado exclusivamente por la cantidad de combustible jet (consumo fijo de la cantidad de aire, control de la proporción de mezcla) .

Eficiencia Termal (proporción de calor convertido en potencia contra el total de calor generado durante la combustión) – motores a diésel: tienen la característica de una alta eficiencia termal.

Eficiencia termal: proporción de calor convertido en potencia: 35 – 42%,
motores de gasolina: 25 – 30%.

CO₂: La eficiencia térmica de los motores a diésel se traduce en un menor consumo de combustible. 20 – 40% menor que los motores de gasolina.

Durabilidad: Vida útil de los motores a diésel es de 300.000 y 1.000.000 km o más (datos obtenidos de un vehículo montado), motores de gasolina: vida útil de 100,000 y 300,000 km o más.

Desempeño: Los motores a diésel generan un torque plano desde un rango de bajas velocidades, así que los vehículos de diésel son más fáciles de conducir.

Motores de gasolina: generan un torque durante una rotación a altas velocidades.

Observa a profundidad cualquier faceta de la vida moderna, detrás de los productos en una tienda, los servicios que disfrutas, el transporte que usas y das por hecho encontrarás motores a diésel.

Los motores a diésel son un colaborador clave en nuestro estilo de vida, transportando gente, apoyando a la distribución, generando poder y un componente vital en muchas industrias.

Los motores a diésel son extremadamente versátiles en sus aplicaciones, una de las razones de su flexibilidad es la capacidad de generar potencia desde pocos caballos de fuerza hasta miles de ellos.

Esto permite a los motores a diésel que le den potencia a todo, desde vehículos de pasajeros, camiones, barcos, equipo de construcción, generadores eléctricos para industrias o edificios. Ningún otro motor de combustión interna cuenta con un rango tan amplio de aplicaciones potenciales, lo que permite a los motores a diésel a jugar un rol muy importante en nuestras necesidades energéticas diarias.

La habilidad de aprovechar efectivamente el poder de pequeñas cantidades de combustible, hace a los motores a diésel económicamente amigables. Son también muy versátiles, corriendo el aceite de diésel no únicamente en automóviles y aceite pesado en barcos, pero puede también correr en una variedad de otros aceites como son los biocombustibles como los aceites vegetales y sintéticos, proporcionando de nuevas fuentes de energía amigables con el ambiente.

Para el tema de estudio se tomara como dato los valores del vehículo Mercedes Benz 1721, cual es el la marca de vehículo más común en las ciudades del Ecuador.

2.2 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Es un artefacto que permite transportar personas o carga, y usa como propulsor un motor eléctrico en lugar del motor de combustión interna. La energía necesaria para mover el motor eléctrico la proporciona una batería o acumulador.

Los buses eléctricos son aquellos vehículos propulsados por medio de la electricidad a través de distintos tipos de almacenamiento de energía, como pueden ser las baterías y condensadores. Diversas empresas a nivel mundial gastan millones de dólares en investigaciones para cada día más presentar innovación y mejor tecnología para ayudar a reducir la contaminación.

2.2.1 AUTOBÚS ELÉCTRICO



Figura 2.3 Buses eléctricos

Fuente: («Autobuses eléctricos que mantienen el 97% de batería después de 3.000 recargas rápidas | forococheelectricos», s. f.)

Sin duda el transporte público será el próximo objetivo de los motores eléctricos, un sector que se aprovechará de forma muy importante de la

evolución de la tecnología, y que supondrá un paso adelante tanto en cuanto a reducción de emisiones contaminantes, como en ahorro de combustibles y gastos de mantenimiento, ya que como explican los muchos responsables en investigaciones y proyectos, básicamente el usuario de este modelo tendrá que cambiar las ruedas, mientras que las pastillas de freno durarán el doble gracias al uso de la frenada regenerativa.

En cuanto a las características técnicas de este modelo encontramos un motor eléctrico de 90 kW (122 CV) continuo y 180 kW (245 CV) de máxima, con un par motor de 650 Nm. La energía procede de un pack de baterías de litio (LiFeP04) de 213 kWh de capacidad a 480V y que le proporcionan una autonomía media de 137 kilómetros con cada carga.

(«Autobuses eléctricos que mantienen el 97% de batería después de 3.000 recargas rápidas | forococheselectricos», s. f.)

2.2.2 FUENTES LIMPIAS DE ENERGÍA PARA UN PARQUE AUTOMOTOR CON PROPULSIÓN ELÉCTRICA.

Las Energías Alternativas en el Ecuador representan un gran potencial, debido a los distintos pisos climáticos. Dentro de este conjunto de energías se encuentra: energía hidráulica, energía geotérmica, energía solar, energía eólica, energía mareomotriz, biocombustibles.

En el Ecuador el ente rector en políticas energéticas renovables es el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, es así que dentro de su planificación presenta la matriz energética del Ecuador. Para cumplir este propósito se necesita conocer la situación actual energética y su evolución histórica.

La oferta energética compuesta por la producción doméstica más las importaciones, muestra una tendencia a la baja, con cada vez más dependencia de las importaciones. En el período 2006-2011, la oferta total promedio es de 234 millones de BEP (210 millones de BEP de producción nacional y 24 millones de BEP de importaciones). En el período 2012-2020 la oferta total promedio baja a 198 millones de BEP (166 millones de producción nacional y 32 millones de importaciones). Esta reducción se explica por la disminución de la producción petrolera.

De acuerdo al esquema de la nueva matriz energética, la participación del petróleo en la oferta energética se reducirá en 10 puntos porcentuales (de 92% a 82%), a favor de las energías renovables (hidro-energía, energía eólica y solar, Geotérmica y biomasa) que se incrementarán del 4% al 15% en el nuevo escenario. El comercio exterior caracterizado por la exportación de petróleo y la importación de productos refinados cambiará a partir del 2013.

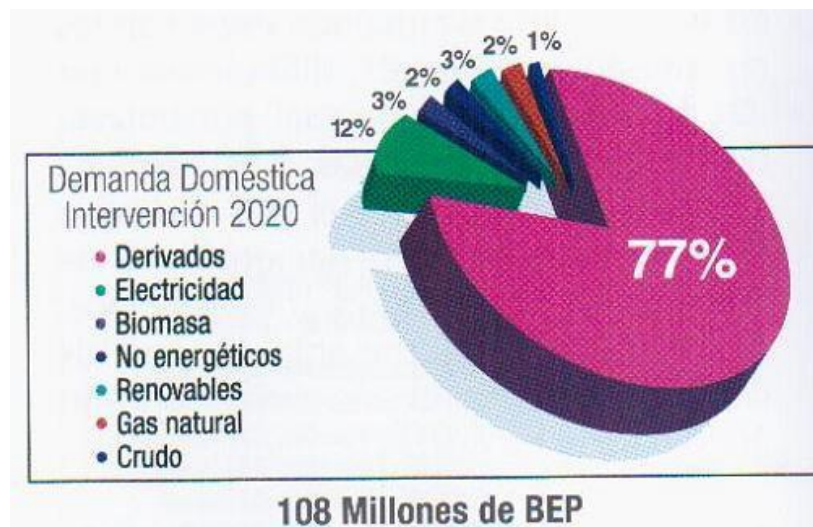


Figura 2.4 Demanda Doméstica Intervención 2020

Fuente MEER, Matriz Energética

En relación a la energía eléctrica, la matriz energética muestra claramente que los proyectos hidroeléctricos son de fundamental importancia para cubrir las necesidades del sector productivo. Los grandes proyectos Mazar, Sopladora, Toachi, Ocaña, Coca Codo Sinclair son los más importantes que proveerán una energía adicional de alrededor de 17600 GWh para el 2015 y permitirán a demás reducir los costos de la electricidad. A pesar del crecimiento hidrológico, será necesario contar también con el aporte térmico, y con el gas natural será posible contar con una oferta inclusive para exportación. Bajar los subsidios que para el país representa casi 500 millones de dólares por año. La producción de electricidad se duplicará de 13,8 a 30,4 miles de GWh al año 2020, con el mayor aporte de energía hidroeléctrica, disminución de combustibles fósiles en centrales térmicas, por tanto produciendo un ahorro considerable al país, hasta el 2025 se espera una

reducción de 20 millones de barriles de combustibles por año,. Lo que generará un ahorro de 2000 millones de dólares por reemplazo de 12000 GWh de hidroelectricidad, lo que representa un ahorro por día de 5 millones y medio de dólares(«Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design: Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi: 9780849331541: Books - Amazon.ca», s. f.)

2.2.3 MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR

La siguiente tabla se elabora usando información de la tabla disponible en el documento del CONELEC denominado Inventario de Recursos Energéticos, página 58. («PLAN DE EXPANSION DE LA GENERACION», s. f.)

TIPO DE ENERGIA	Total	Distribución
Hidráulica	2032.56	43.43
Térmica, Turbo gas	756.20	16.16
Térmica MCI	826.73	17.66
Térmica Turbo vapor	537.50	11.48
Fotovoltaica	0.02	0.00
Importación	25.00	11.22
Eólica	2.40	0.05
TOTAL	4680.41	

Tabla 2-0-1: Tipo de energía

Fuente: CONELEC 2009, Matriz Energética

En esta matriz no consta importantes fuentes de energía primaria como es la geotérmica, mareomotriz, biocombustibles, energías que serán descritas y

analizadas a continuación como parte de las energías primarias, y que están en proceso de pre factibilidad en el país.(«DEMANDA ELECTRICA», s. f.)

2.2.4 MOTORES ELÉCTRICOS PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (VE)

En este capítulo se hará una rápida descripción de los motores eléctricos, sin mayor profundidad, pues no es el propósito de este trabajo de investigación.

Existen algunas clasificaciones de motores eléctricos, la que es más conocida se basa en el tipo de corriente eléctrica que lo alimenta, así existen 2 tipos de motores: de corriente directa (DC) y de corriente alterna (AC).

El funcionamiento de un motor eléctrico se basa en la repulsión magnética producida por los polos de igual signo. La mayor parte de motores eléctricos tienen tres partes fundamentales: rotor, estator, y escobillas, ver la foto abajo. Debido a que el sistema de escobillas produce desgaste, el sistema ha sido cambiado por un controlador electrónico, que hace las veces de escobillas pero electrónicamente.



Figura 2.5 Motor eléctrico para Vehículos Eléctricos

Fuente: («Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design: Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi: 9780849331541: Books - Amazon.ca», s. f.)

El rotor está conformado por varias bobinas que adquieren un campo magnético según la posición relativa de las escobillas, que son las que transmiten la electricidad a las bobinas del rotor para su magnetización. Esta magnetización está sincronizada de tal manera que siempre las bobinas del rotor están en repulsión con las bobinas del estator. La fuerza de repulsión viene descrita por la ley de Faraday y por la ley de Lorentz.

$$F = \frac{\mu q_{m1} q_{m2}}{4\pi r^2} \quad \text{Ecuación 2.1: Ley de Faraday}$$

Donde:

F es fuerza (SI unidad: newton)

q_{m1} y q_{m2} son las magnitudes de los polos magnéticos (SI unidad: ampere-meter)

μ es la permeability del medio (SI unidad: tesla metro por ampere, Henry por metro)

Newton por ampere cuadrado)

r es la separación (SI unida: metro).

El estator por lo general tiene dos bobinas, que están siempre magnetizadas como un Norte y un Sur respectivamente. La electrónica hoy está muy avanzada y existen tarjetas para controlar la velocidad del motor, sin pérdida de torque, en la siguiente foto se muestra una tarjeta de control con capacidad para 5 velocidades diferentes, para un motor eléctrico AC:



Figura 2.6 Tarjeta controladora de velocidad

Fuente: : («Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design: Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi: 9780849331541: Books - Amazon.ca», s. f.)

2.2.4.1 MOTOR DC

Estos motores tienen una gran capacidad para regular la velocidad de rotación sin perder velocidad ni torque, este un factor importante en la propulsión de VE. En algunos motores DC el estator está constituido por varios imanes permanentes, o pueden estar activados por corriente eléctrica, con el consiguiente aumento en el consumo. Cuando Los devanados del estator no son imanes permanentes, las bobinas se alimentan de diferentes formas:

- En derivación: El estator se alimenta con igual tensión que el inducido.
- Independiente: El estator se alimenta con corriente independiente
- Serie: El estator se alimenta con la misma corriente que el inducido.
- Compuesto: Es una combinación de las anteriores

La ventaja de los motores de DC como se dijo es su capacidad para cambiar de velocidad sin disminuir el torque, al ser usados en VE no tienen dificultad de funcionar pues la fuente de energía son baterías que proporcionan una corriente directa constante.

2.2.4.2 MOTOR AC

Los motores eléctricos AC son muy usados en la industria, y necesitan variadores de frecuencia para el control de la velocidad, como en la tecnología de VE la fuente de energía son baterías de corriente directa, podrían usarse eventualmente estos motores pero con inversores y la electrónica de control necesaria. Existen 2 tipos de motores AC, los asíncronos y los síncronos.

2.2.4.2.1 MOTORES AC ASÍNCRONOS

En este tipo de motor el rotor gira a una velocidad menor que el campo magnético. Estos motores basan su funcionamiento en la creación de un campo magnético giratorio en el entrehierro, debido a la circulación de corriente alterna por los devanados trifásicos y la influencia de los polos magnéticos del estator. La velocidad de giro del campo magnético viene dada por la siguiente ecuación («manual Motores 30nov09 PDF - docuteka», s. f.):

Ecuación 2.2: Velocidad de Giro

Donde n_s es $n_s = \frac{120 \times f}{p}$ el número de devanados del estator y f es la frecuencia del motor. Como se ve existe una relación inversa entre el número de polos y la velocidad, esto es útil a la hora de obtener mayores torques. La potencia del motor puede ser calculada si se conoce la frecuencia y el torque requerido:

$$P = T \times V / 7,124 \quad \text{Ecuación 2.3: Potencia de motor}$$

T es el torque en Nm, V es la velocidad en rpm

2.2.4.2.2 MOTORES AC SÍNCRONOS

El campo magnético gira a igual velocidad que el rotor. Son usados en aplicaciones especiales de la industria, en donde se necesita velocidades bajas y alta potencia. La mayor ventaja de estos motores es que su factor de potencia puede ser igual a uno.

2.2.4.3 TORQUE Y POTENCIA DE UN ME

El torque de un ME se lo mide en un dinamómetro, y es un parámetro que viene descrito en las especificaciones técnicas de un motor, siendo físicamente el producto de la fuerza por la distancia en donde se aplica. Si se multiplica el torque por la velocidad angular del motor, se puede calcular la potencia del ME.

$$\text{Potencia} = \text{TORQUE} \times \omega \quad \text{Ecuación 2.4: Potencia}$$

Unidades:

Potencia en Watts, Torque en Nm, ω en 1/s

2.2.5 LAS DIFERENCIAS ENTRE LOS CONDENSADORES Y LAS BATERÍAS

Las baterías electrolíticas almacenan mucha carga (suficiente para mover un autobús 300 kilómetros a 120 Km/hora con menos de 1000 Kg de baterías), pero se cargan lentamente y tienen una vida media de entre 500 y 3000 ciclos de carga y descarga. Una vez superados estos ciclos, hay que reciclarlas.

Los condensadores por el contrario, almacenan poca energía (del orden de la necesaria para hacer unos pocos kilómetros en un autobús con 500 Kg de condensadores), pero tienen la ventaja de que se cargan de forma prácticamente instantánea, y admiten miles de millones de ciclos de carga y descarga durante su larguísima vida útil: Pueden durar perfectamente siglos, porque no están sometidos a ninguna clase de desgaste.

2.2.5.1 FUNCIONAMIENTO DE UN CONDENSADOR

Un condensador es el mecanismo de almacenamiento de electricidad más sencillo que existe: Simplemente son dos placas metálicas separadas por un aislante. Almacena la energía en forma de campo eléctrico entre las

placas. A mayor superficie de estas y menor separación entre ellas, mayor campo eléctrico (para el mismo voltaje) y mayor capacidad.

Uno puede construirse en su casa un condensador sin más que coger dos rollos de papel de aluminio, y otros dos rollos de papel, intercalar estos entre los otros y enrollar todo el sándwich aluminio-papel-aluminio-papel en un tercer rollo, que es lo que llamamos condensador. Cuanta más superficie enrollada tenga, más capacidad para almacenar electricidad en forma de campo eléctrico. En realidad, los condensadores han ido evolucionando mucho durante todo el siglo XX en diversos aspectos: Coste de los materiales, capacidad de almacenamiento de electricidad, tamaño, etc.

Hoy en día existen condensadores de al menos diez o doce tipos diferentes, con características y costes variados, pero se sigue investigando y cada década más o menos se produce una nueva revolución en el ámbito del estudio de los condensadores. Pero no vamos a usar los componentes más modernos y recientes, que son los que más capacidad tienen, porque son más caros, están patentados y queremos diseñar algo que se pueda construir fácilmente sin depender de ninguna empresa o patente concreta. Si nos centramos en los condensadores electrolíticos (un tipo de condensador tradicional de alta capacidad que prácticamente existe en cualquier aparato eléctrico, hecho con materiales súper baratos como el aluminio), obtenemos más o menos los siguientes números:

Energía por peso = 0.5 j/gr (Julios de energía por cada gramo de peso).

Energía por volumen = 0.67 j/cm³ (Julios por centímetro cúbico).

De esta forma, multiplicando por mil, tendremos 500 julios por kilogramo y 670 julios por litro.

En cuanto al coste, estamos hablando de unos 60 u 80 julios de capacidad de almacenamiento energético, por cada euro de coste, si los compramos ya hechos en la tienda de la esquina, pero si los fabricamos en serie, el coste fácilmente se reduce al coste del aluminio: Unos dos euros por kilogramo.

2.2.5.1.1 Ventaja del condensador

La altísima velocidad de carga de un condensador, comparada con la de las baterías (estamos hablando de miles de veces más rápido), tiene una ventaja adicional en el diseño optimizado de vehículos eléctricos: Permite recuperar prácticamente el 100% de la energía cinética del vehículo en las frenadas.

En efecto, los amantes de los vehículos eléctricos sabemos que este tipo de vehículos puede recuperar la energía de las frenadas para volver a cargar las baterías, ya que los motores eléctricos son reversibles (si les das

electricidad te dan vueltas, pero si les das vueltas te dan electricidad) pero ocurre que desgraciadamente una frenada ocurre en un tiempo corto: Unos pocos segundos.

Las baterías no pueden cargarse en pocos segundos, pero los condensadores sí. De forma que es razonable pensar que, en el futuro, todos los vehículos eléctricos de baterías incorporen condensadores en algún grado, con el fin de aprovechar más la energía perdida en las frenadas.

Las especificaciones técnicas de un bus eléctrico desarrollado son:



Figura 2.7 Bus eléctrico BYD.

Fuente: («BYD ebus , electric bus | Auto | BYD», s. f.)

Chasis	
Eje delantero	Piso bajo BYD en el eje delantero
Eje trasero	Eje trasero de accionamiento en las ruedas BYD
Suspensión	Suspensión y ECAS aire
Freno	Delantera & Trasera disc-Frenos, ABS
Neumáticos	275/70R 22.5
Motor	
Tipo	AC motor síncrono (Motor eléctrico sin escobillas) - BYDTYC90A
Max.Potencia	180 kW (90 kW x2)
Potencia nominal	150 kW (75 kW x2)
Max.torque	700 Nm (350 Nmx2)
Baterías	
Tipo	Fe batería
Capacidad①	324 kWh / 600 Ah (200 Ahx3)
Carga	
Potencia	60 kW (30 kWx2, 380V, 3 phase, AC)
tiempo de carga②	5h

Dimensiones		
Longitud	mm	12000
Anchura	mm	2550
Altura	mm	3360
Distancia entre ejes	mm	5950
Peso en vacío	kg	13300
Peso total	kg	19000
Asientos	personas	25+1
Area de silla de ruedas	personas	1
Rendimiento		
Velocidad máxima	km/h	70
Máxima capacidad de ascenso	/	15%
Mínima altura sobre el suelo	mm	140
Alcance	km	>=250
Radio de giro	m	12
Ángulo de enfoque / ángulo de salida	/	7°/7°

Fuente: («BYD ebus , electric bus | Auto | BYD», s. f.)

2.3 ESTRUCTURA DE COSTOS

Dentro de esta investigación se va a determinar los costos que se presentan para la generación del servicio que una compañía presta, así mismo se va a determinar su valor por kilómetro recorrido.

También podemos decir que al hablar de los costos que se desarrollan dentro de una empresa o compañía, es de vital importancia hacer una diferenciación entre lo que son los costos operativos y los costos de producción en sí, y a la vez hay que analizarlos por separado.

La estructura de costos propuesta sigue el esquema tradicional de clasificar los costos entre directos e indirectos.

2.3.1 COSTO DEL EQUIPO.(«CONTABILIDAD DE COSTOS»)

El valor de adquisición del equipo expresado en dólares considera el valor de la máquina, y costos de matrícula ante el organismo de Tránsito y Transporte (costo de matrícula). También debe considerar los costos de accesorios.

2.3.2 VIDA ECONÓMICAMENTE ÚTIL.

Es claro que una máquina en la medida en que es utilizada sufre desgaste en sus piezas, lo cual ocasiona que cada vez sean mayores los costos de

operación. Hay un momento en que es más económico o conveniente reemplazar el equipo viejo por uno nuevo; ese momento determina que la máquina ha llegado al fin de su vida útil. En este tipo de transporte y por requerimiento de la empresa se recomienda considerar una vida útil de máximo de 5 años.

2.3.3 UTILIZACIÓN DEL EQUIPO

Debido a que en la estructura de costos hay unos de naturaleza fijos, que deben distribuirse entre las unidades producidas por la máquina es necesario evaluar la utilización efectiva, expresada como las horas o días que el equipo trabaja durante el mes o durante el año (son éstos los períodos de tiempo habitualmente considerados en el análisis). Así mismo, es necesario evaluar las distancias recorridas y el número de viajes realizados anual o mensualmente.

2.3.4 VALOR DE SALVAMENTO O RESCATE DEL EQUIPO

El precio que tiene la máquina una vez culminada su vida útil. Su valor varía desde el costo del hierro representado en el peso de la máquina vendida como chatarra hasta, en algunos casos, el 60% del valor inicial. El valor de rescate depende del tipo de equipo, de su estado, de su escasez, de las condiciones

locales de la industria del transporte y, en síntesis, de la oferta y demanda de los equipos (mercado).

2.4 COSTOS OPERATIVOS Y COSTOS DE PRODUCCIÓN.

2.4.1 COSTOS OPERATIVOS EN UNA COMPAÑÍA DE BUSES.

Los costos operativos que se presentan en una compañía o en todas las compañías de este tipo son aquellos que se desarrollan netamente dentro del ámbito administrativo, de ventas y costos generales; es decir, todos aquellos gastos realizados para posibilitar la operación de la compañía como tal.

2.4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FLOTA DE BUSES.

En lo que se refiere a los costos de producción en una compañía de buses, se trata de todos aquellos costos que se presentan para así poder brindar un servicio, que en nuestro caso estamos hablando del servicio transporte público, se incurren a estos al prestar el servicio, dependen directamente en la operación cada uno de los buses.

Cabe indicar que esta diferenciación que se hizo entre lo que son costos operativos y costos de producción es por el tipo de compañía que se está analizando, pero en sí para ambos conforman lo que es el costo en general.

2.4.3 COSTOS QUE SE GENERAN EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS AL OPERAR LAS UNIDADES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO.

Los costos que se generan en una compañía de transporte de pasajeros al operar una unidad, son aquellos costos necesarios para poder prestar un servicio, estos pueden ser:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

2.4.3.1 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos pueden clasificarse en costos fijos y variables.

Costos fijos son aquellos que no dependen del volumen producido. Por lo tanto, se incurre en ellos aunque no se produzca nada; es decir, aunque el equipo no esté trabajando. Son ejemplos de costos fijos (en la evaluación de costos de equipos también se conocen como *costos de propiedad*) los pagos por rentas, los pagos de intereses, la depreciación, y los sueldos y salarios del equipo humano y básico.

Costos variables varían directamente con el volumen de la producción. Es claro que en tanto más se produce, se incurre en más costos variables (también llamados *costos de operación* o *de consumo*). Ejemplos de costos variables son los costos de mantenimiento y el consumo de combustible y lubricantes.

Un concepto importante es el correspondiente a los *costos marginales*. Se define «costo marginal» como la variación en el costo total resultante de un cambio unitario en el volumen de producción.

En términos económicos indica para un volumen de producción dado, el costo adicional en que la empresa debe incurrir para incrementar la producción en una unidad.

- **Costos de materiales directos.**- Son aquellos costos de adquisición de todos los materiales directos necesarios para la prestación de un servicio, por ejemplo en una compañía de transporte tenemos como materiales directos al diésel, llantas, aceites, refrigerante, entre otros.
- **Costos de mano de obra directa.**- Son los salarios de todos los trabajadores que se puedan identificar de una forma económicamente factible en la prestación de un servicio, se puede citar como ejemplo el sueldo de los operadores de cada una de las unidades.

2.4.3.1.1 COSTOS DE CAPITAL

Los *costos de capital* representan la forma como se va a recuperar la inversión durante la vida útil del equipo. Se entiende por «recuperación del capital, el valor reservado en la unidad de tiempo, de tal manera que al concluir su vida útil se cuente con los recursos para adquirir un equipo nuevo.

2.4.3.1.2 IMPUESTOS Y SEGUROS

Los impuestos a las máquinas de transporte incluyen el impuesto sobre el patrimonio, rodamiento, tarjeta de operación, etc., los cuales varían según el tipo de equipo y la política tributaria vigente. Por otra parte, si bien todo equipo debe tener el seguro obligatorio, el valor de las primas se incrementa según el riesgo que se desee cubrir.

2.4.3.1.3 COSTOS VARIABLES O DE OPERACIÓN

2.4.3.1.3.1 COSTO DE CONDUCTOR U OPERARIO DEL EQUIPO

Al analizar la incidencia de la mano de obra (conductor u operario) en el costo de una máquina, no sólo se debe considerar el jornal básico, sino las prestaciones sociales y las pérdidas de tiempo en que el operario recibe salario sin que trabaje la máquina. Las prestaciones sociales dependen de las leyes laborales vigentes y de las convenciones colectivas de trabajo. Deben

además tenerse en cuenta otros costos, como los recargos por horas extras, trabajo nocturno, trabajos en domingos y feriados y otras bonificaciones.

2.4.3.1.3.2 COMBUSTIBLE

El costo correspondiente al combustible depende del tamaño (potencia) del motor, de las condiciones de trabajo y del valor unitario del combustible. La fuente para obtener esta información puede ser las especificaciones del fabricante. Sin embargo, es mucho más confiable realizar mediciones directas de rendimiento en el consumo de combustible (por ejemplo, kilómetros recorridos con un litro de gasolina o consumo de combustible durante una hora de trabajo).

2.4.3.1.3.3 LUBRICANTES

Para la evaluación del consumo de lubricantes, la mejor fuente son los registros de los cambios que lleva el propietario o administrador de la máquina. De no disponerse de esta información pueden usarse datos suministrados por el fabricante, o tablas genéricas que correlacionan los consumos con la potencia del motor.

Entre los costos de lubricantes se incluye el aceite de motor, aceite para controles hidráulicos, aceite de transmisión, grasa, filtros. Aquí también se deben considerar los costos de estación; esto es, aseo y lavado del equipo.

2.4.3.1.3.4 LLANTAS

El renglón de costos correspondiente a llantas es de difícil estimación. Las llantas se deprecian en forma separada del equipo, ya que su vida útil es más corta. Esta, a su vez, depende del tipo de equipo y de las condiciones reales de trabajo.

2.4.3.1.3.5 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Es claro que las piezas del equipo están sujetas a fallas debido al desgaste ocasionado por el uso. La experiencia y las estadísticas son los mejores instrumentos para el cálculo de estos costos. Por eso es recomendable que se lleve un registro (bitácora) de los costos de las máquinas, con lo cual, este valor tendrá una acertada estimación. Es buena práctica construir una matriz de costos de mantenimiento, en la que se consignen todas las piezas del equipo, indicando su vida útil y su valor unitario, incluyendo el costo de la pieza y de la mano de obra (mecánico).

2.4.3.1.3.6 ELEMENTOS DE DESGASTE RÁPIDO

Hay elementos o piezas cuya vida útil es más corta que la de la máquina y su valor es considerable (es el caso de un tanquero) y que pueden ser depreciadas en forma independiente.

2.4.3.2 COSTOS INDIRECTOS

Los *costos indirectos* hacen referencia a aquellos gastos generales que realiza la empresa para hacer posible la ejecución de sus operaciones. Incluyen un margen para imprevistos. Su estimación no es sencilla; pero es posible, conociendo todos los aspectos que son considerados como costos indirectos, evaluarlos y distribuirlos entre las operaciones y/o equipos de la empresa en proporción a su cuantía.

- **Costos indirectos de producción.**- Son todos los costos que no sean parte de los materiales directos y la mano de obra directa que estén relacionados en la prestación de un servicio.

Dentro de los costos indirectos se incluyen:

2.4.3.2.1 ADMINISTRACIÓN

Gastos de administración central (honorarios de directivos y personal administrativo, gastos de oficina, asesorías, publicidad); administración y

gastos generales de operación (honorario de personal de talleres, despacho, venta de tiquetes, gastos de comunicación, vehículos de servicios generales); gastos de financiación (intereses por imprevistos, comisiones bancarias). Estos costos se reflejan en las cuotas de «despacho» o administración que habitualmente pagan los propietarios de equipos afiliados a empresas de transporte.

2.4.3.2.2 IMPREVISTOS

Es un margen para considerar posibles costos o situaciones no tenidas en cuenta en la evaluación.

2.4.3.2.3 UTILIDAD

Es la ganancia que el empresario espera obtener por su trabajo. Es una práctica común expresar los costos indirectos como un porcentaje de los costos directos.

CAPITULO III

LA UTILIZACIÓN DEL BUS ELÉCTRICO EN LA ESTRUCTURA DE PLAN DE MOVILIDAD EN DOS CIUDADES DEL ECUADOR.

3.1 PROPUESTA EN LA CIUDAD DE QUITO

Según plan maestro de movilidad para el distrito metropolitano de Quito 2009 – 2025, el objetivo es lograr la movilidad de las personas y mercaderías en el DMQ, se realice en condiciones: eficientes, eficaces y equitativas, que aporte al mejoramiento sostenible de la economía metropolitana y ciudadana, a la sostenibilidad ambiental, a la seguridad y en general, al fomento de la calidad de vida de la población. («PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD 2009 – 2025»).

Para el cumplimiento sobre la sostenibilidad ambiental se puede aplicar la utilización de buses eléctricos, el cual va a estar restringido por las especificaciones técnicas que nos proporcione el bus, en la actualidad como se indicó en el capítulo anterior un prototipo de bus eléctrico es el descrito anteriormente.

Los datos generales del DMQ son: («PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD 2009 – 2025»)

Área Urbana: 32.000 Has, Ciudad central: 18.500 Has

Densidad: 100 Hab. /Ha

Parque vehicular: 398.000 vehículos.

Desplazamientos motorizados percap./día 2.2

Demanda TC: 2'400.000 p/día

Cobertura Metrobús-Q: 600.000 p/día (25% TC)

Flota de TC: 2.698 – 52 Operadoras – 143 rutas.

Flota inter parroquial: 636

Flota escolares: 2.729

Taxis: 8.700.

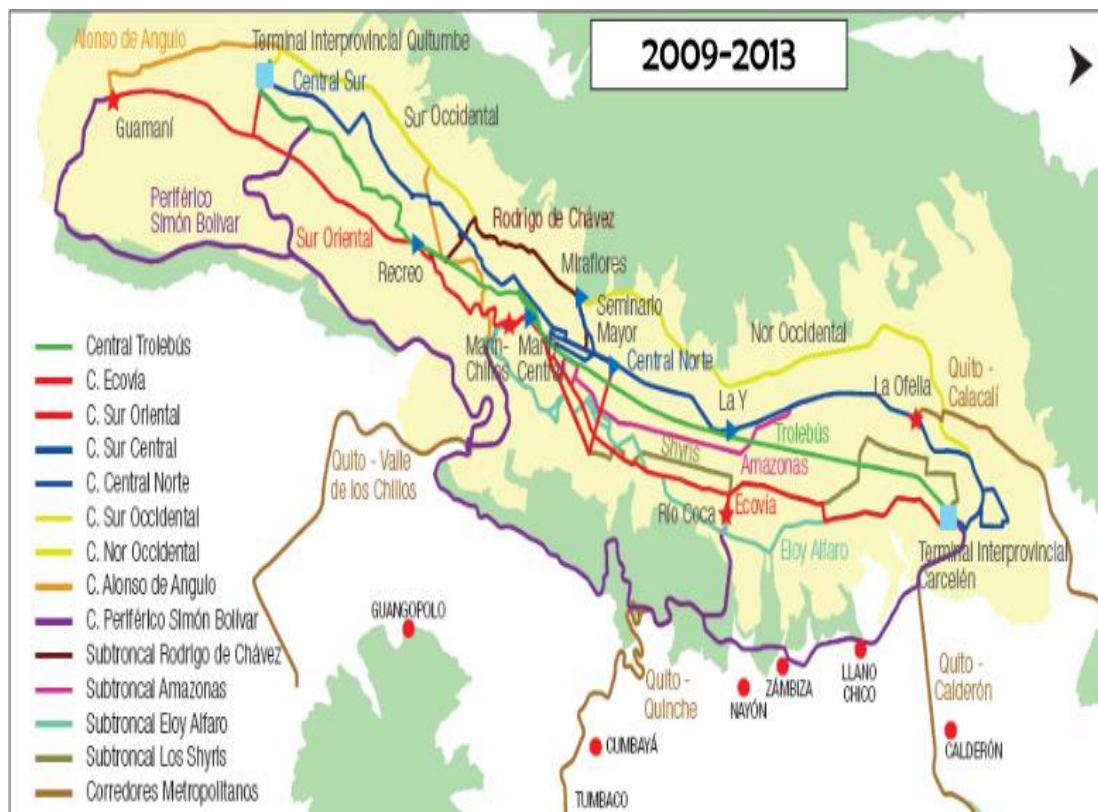


Figura 3.1: Programas y Proyectos

Fuente: («PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD 2009 – 2025»)

El DMQ se encuentra entre montañas por lo tanto tiene varias tipo de pendientes, las mismas que son importante para considerar en que sitio puede establecerse una ruta para la circulación de los buses eléctricos.

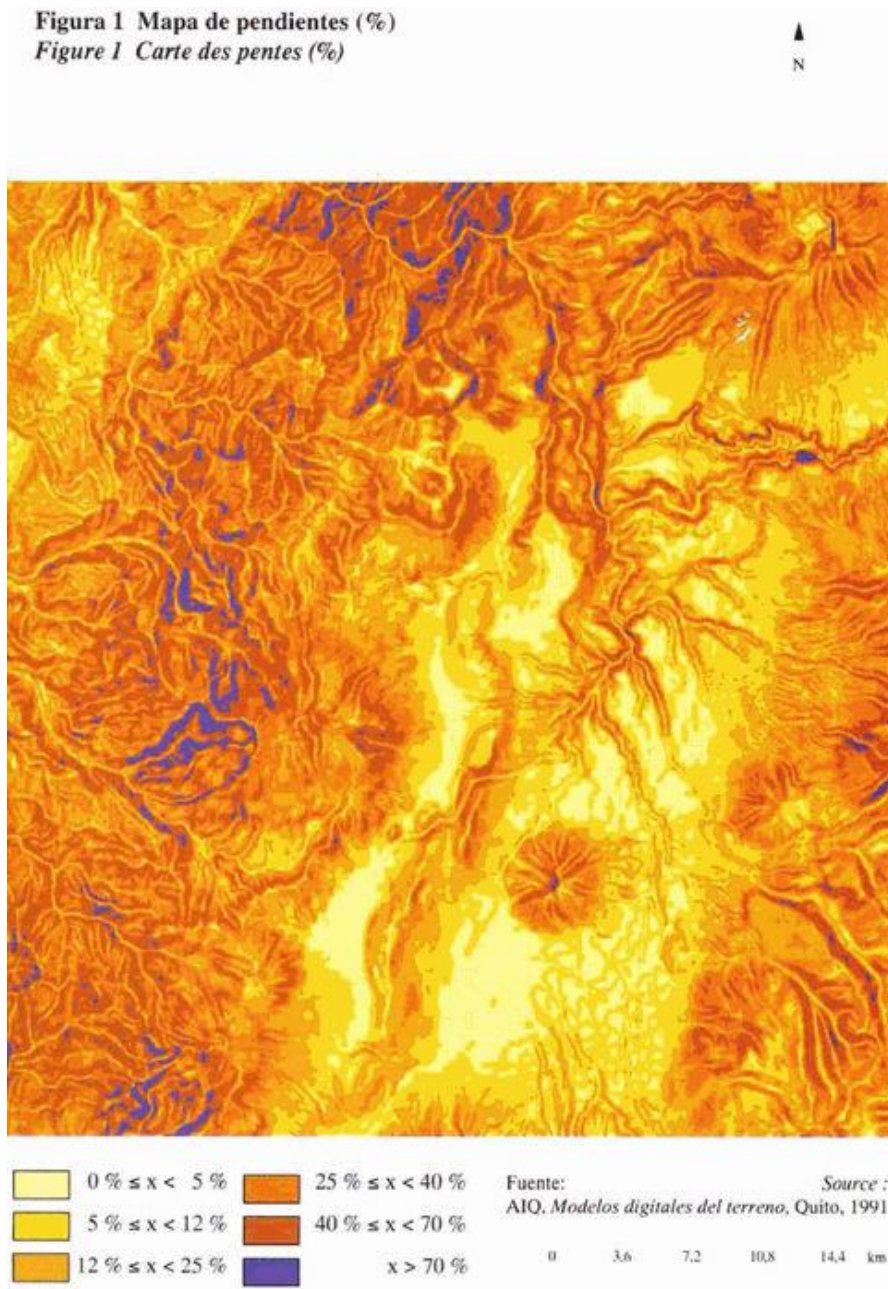


Figura 3.2: Pendientes de DMQ

Fuente: (AIQ, «modelos digitales del terreno, Quito «Pendientes del Distrito Metropolitano de Quito - Quito»)

Tomando en consideración las especificaciones técnicas del bus eléctrico se consideró la siguiente ruta:



Figura 3.3: Ruta de bus eléctrico, en Quito.

FUENTE: Google earth.

Los datos de la ruta son:

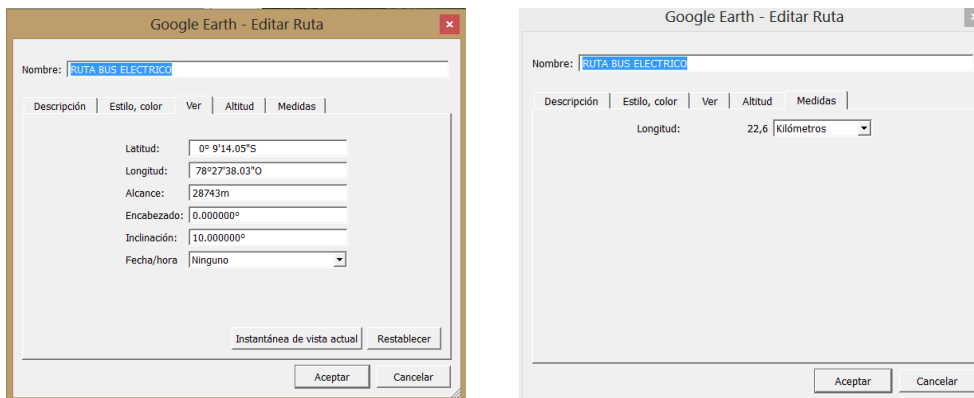


Figura 3.4: Datos de recorrido.

FUENTE: Gogle earth.

La ruta que se ha estimado es:

Parte de la parada del trole bus de la Ofelia, sigue por la Avenida Diego de Vásquez dirección sur, la cual tiene una pendiente aproximada de 1% tanto de bajada como de subida, posteriormente se conecta con la Avenida de la Prensa dirección sur, con una pendiente aproximada de 0% hasta llegar al redondel de la Y, la ruta coge la Avenida Diez de Agosto dirección sur hasta a la calle Bolivia, donde se tiene aproximadamente una pendiente de 0%, en la calle Bolivia se dirige con dirección occidental, cuya pendiente aproximadamente es de 1% hasta llegar a la Avenida Pérez Guerrero, en la Avenida Pérez Guerrero se toma la dirección noroccidente hasta llegar al redondel de la Universidad Central, cuya pendiente aproximada es de 0%. Al llegar a la Universidad Central se toma la Avenida América con dirección norte hasta llegar al redondel de las Naciones Unidas cuya pendiente aproximada es de 0%, en esta zona se sigue por la Avenida América hasta llegar al redondel de la Y, cuya pendiente aproximada de bajada es del 10%, en el redondel de la Y se sigue por la Avenida la Prensa con dirección norte hasta llegar a la Avenida Diego de Vásquez y llegar de nueva al terminal del Trole Bus de la Ofelia, todo el recorrido es aproximadamente de 22,6 km con una duración de 3 horas de recorrido a una velocidad de cruce de 30 km/h.

3.2 PROPUESTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Según el Sr. Alcalde la ciudad de Guayaquil en este próximo periodo de mandato, el desafío está en ampliar los linderos de la urbe para dotar a toda la ciudad de servicios básicos como alcantarillado, agua potable de calidad, vialidad, transporte digno, vivienda y un eficiente servicio de recolección de basura. («Jaime Nebot y su desafío de transformar a Guayaquil en una ciudad más incluyente | ANDES»,)

Como en el caso de la ciudad de Quito, para el cumplimiento sobre la sostenibilidad ambiental se puede aplicar la utilización de buses eléctricos, el cual va a estar restringido por las especificaciones técnicas que nos proporcione el bus.

Los datos generales de la ciudad de Guayaquil: («Guayaquil -VisitaEcuador - El Portal Oficializado de Turismo de Ecuador»)

Ubicación: Golfo de Guayaquil, al sur de la Provincia de Guayas

Temperatura: Promedio de temperatura de 25°C

Altitud: Tiene una altura aproximada de 6 m sobre el nivel del mar.

Superficie: de 5.237 Km²

Población: 2'526.927 habitantes aproximadamente, densidad poblacional la más alta del Ecuador.

Promedio de crecimiento poblacional de 2,70%.

Densidad 7.345,7 hab/km²

El transporte público es el principal medio de transporte de los guayaquileños.

Se estima que en la ciudad operan alrededor de 17.000 unidades de transporte público, entre los cuales están contabilizados buses, taxis, expresos y tricimotos.

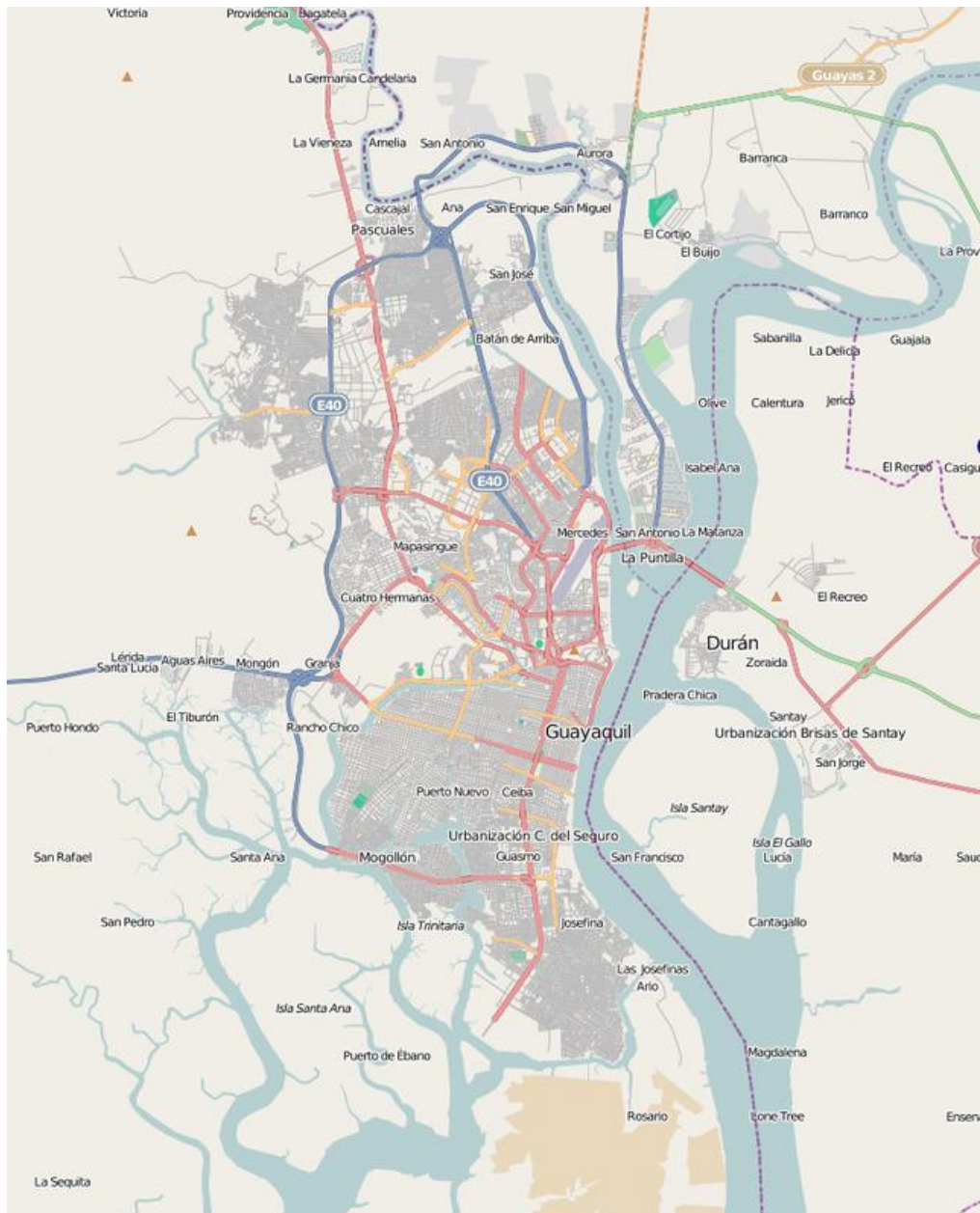


Figura 3.5: Mapa vial de la Ciudad de Guayaquil

Fuente: («Guayaquil - Wikipedia, la enciclopedia libre»)

El DMQ se encuentra entre montañas por lo tanto tiene varias tipo de pendientes, las mismas que son importante para considerar en que sitio puede establecerse una ruta para la circulación de los bues eléctricos.



Figura 0.6: Mapa topográfico de Guayaquil.

Fuente: («Mapa topográfico de la región de Guayaquil - Guayaquil»)

Tomando en consideración las especificaciones técnicas del bus eléctrico se consideró la siguiente ruta:

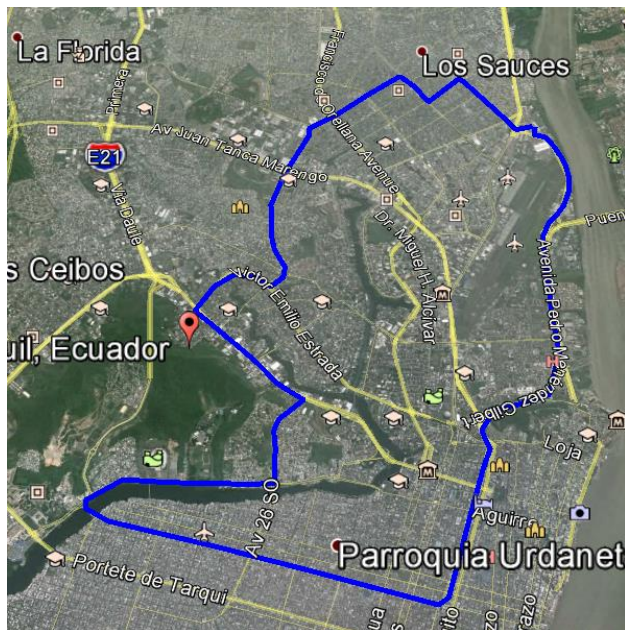


Figura 3.7: Ruta de bus eléctrico, en Guayaquil.

FUENTE: Google earth.

Los datos de la ruta son:

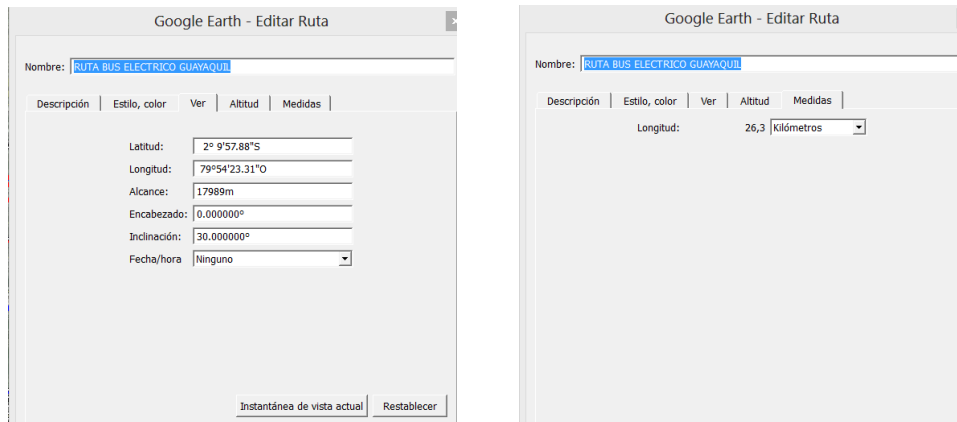


Figura 3.8: Datos de recorrido.

FUENTE: Gogle earth

La ruta que se ha estimado es:

Parte de la parada de la Metro vía, y comienza en la Avenida Benjamín Rosales con dirección sur este, hasta llegar a la Avenida Pedro Méndez Gilbert, siguiendo hacia el sur hasta llegar al Giro al túnel, siguiendo por la misma avenida, se llega hasta la Avenida Quito, para proseguir hasta la Avenida Machala hasta llegar a la avenida Carlos Gómez Rendón, con dirección oeste hasta llegar al puente que une la Avenida Barcelona Sporting Club y girar hacia el norte oeste se llega a la José María Velasco Ibarra con dirección norte, hasta llegar a la Avenida Carlos Julio Arosemena Tola con dirección norte, y se toma la Avenida Miraflores con dirección norte oeste, se llega a la calle Illanes con dirección norte hasta la Avenida Las Aguas se prosigue por la Avenida Benjamín Carrión Mora con dirección norte oeste hasta llegar al Callejón Isidro Ayora y se toma la dirección sur hasta la Avenida María Egas con dirección norte oeste, hasta llegar a la Avenida Antonio Parra y se toma la dirección sur hasta llegar de nuevo a la parada de la Metro vía. Todo el recorrido es aproximadamente de 26,3 km con una duración de 3,30 horas de recorrido a una velocidad de crucero de 30 km/h.

CAPITULO IV
COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS.

Algunos costos son duales; es decir, son directos e indirectos al mismo tiempo. El sueldo del gerente de la compañía es directo para los costos del área administrativa, pero indirecto para el área de producción. Como vemos, todo depende de la actividad que se esté analizando, a las vez estos pueden comportarse de forma fija o variable.

4.1 Costos fijos.

Son aquellos costos que no cambian cuando hay variaciones en el *nivel de la actividad* (**Nivel de actividad:** Es aquel en el cual se encuentra operando una empresa o compañía, se lo conoce también con el nombre de representación de la actividad, facilitada por el Economista Fernando Vivar en la materia de Administración un día martes 23 de octubre del 2007)

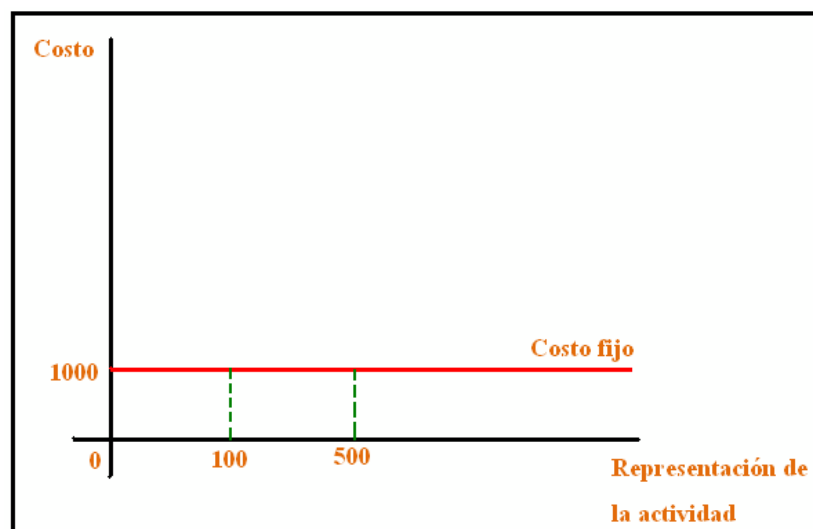


Figura 4.1: Comportamiento del costo fijo

Fuente: («COSTOS EN LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES», , p. 21)

4.2 Costos variables.

Costos variables son aquellos costos que cambian con las modificaciones en la representación o nivel de la actividad, pero este cambio es de forma proporcional.

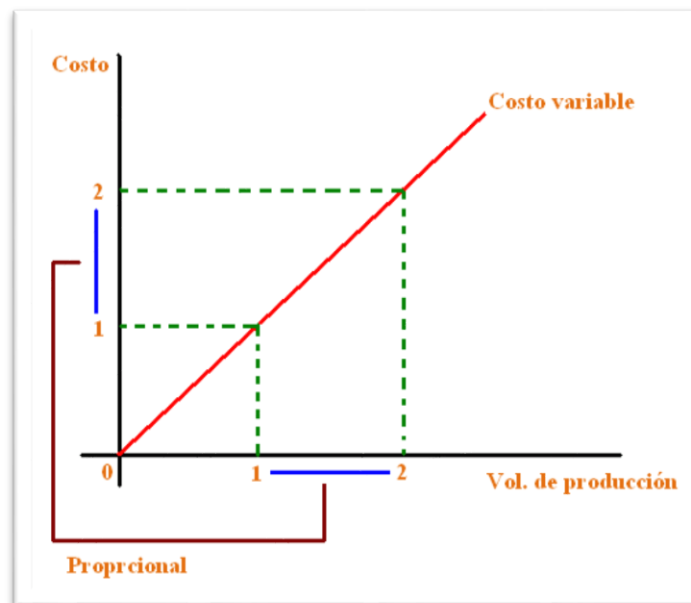


Figura 4.2: Comportamiento del costo variable.

Fuente: («COSTOS EN LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES»f., p. 21)

A partir de los conceptos de lo que son los costos tanto directos como lo que son los costos indirectos y su comportamiento dentro de una compañía, se va hacer un análisis por separado para lo que son costos, haciendo mención que estos dos también se dividen en costos fijos y costos variables como se va a presentar en las siguientes tablas.

4.3 Costos operativos.

Costos operativos Fijos	Costos operativos Variables
Costos administrativos	Impuestos
Seguros	Seguro
Garaje	Servicios Básicos
Depreciación de Equipo de Oficina	Mantenimiento de oficina
Vigilancia de la Planta

Tabla 4-0-1: Costos operativos

Fuente: («COSTOS EN LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES»f., p. 21)

4.4 Costos de producción.

Costo de producción Fijos	Costos de producción Variables
Costos relacionados con los operadores de los buses	Mantenimiento preventivo
Depreciación del bus	Costos relacionados con el combustible, o energía

Tabla 4-0-2: Costo de producción

Fuente: («COSTOS EN LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES»f., p. 21)

Además para poder obtener un resultado claro y conciso del costo de producción que origina las unidades que conforman la compañía, este va a ser analizado o calculado por medio de los tres elementos que como ya se mencionó anteriormente son:

- Material directo
- Mano de obra directa
- Indirectos de fabricación.

Para ayudarnos con el cálculo del costo que se genera en una compañía de este tipo nos hemos basado en las siguientes definiciones de los departamentos que consta la misma.

4.4.1 Departamentos de producción:

Son los departamentos donde ocurre la transformación de la materia prima para convertirla en producto terminado como por ejemplo el departamento de mantenimiento, mantenimiento de control, entre otros.

4.4.2 Departamentos de Servicio o de Apoyo:

Son los que proporcionan apoyo a los departamentos de producción, sin estar involucrados en la transformación de la materia prima como por ejemplo, Monitores en la compañía, el departamento de mantenimiento, intendencia, informática, recursos humanos, servicios médicos, etcétera.

Debido a que los departamentos de servicio son los que proporcionan apoyo a los departamentos de producción, los costos presupuestados de estos departamentos deberán asignarse a los de producción para después determinar las tasas de gastos indirectos de fabricación en los diferentes

departamentos productivos.

Tiene la misma importancia la selección de una base adecuada para la asignación de los gastos indirectos de fabricación en los departamentos de servicio, por la que se presenta a continuación en la tabla 4 algunas de las bases de asignación más comunes para los departamentos de apoyo:

Departamentos de apoyo	Base de asignación
Mantenimiento	Horas de mantenimiento
Recursos humanos	Número de empleados
Informática	Número de horas prestadas
Ingeniería	Horas de actividad profesional.
Cafetería	Número de empleados
Intendencia	Número de empleados
Contabilidad	Horas de mano de obra Costo de mano de obra
Almacén	Requisiciones recibidas
Energía eléctrica	Kilowatts – hora

Tabla 4-0-3: Bases de asignación

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

Incluso cuando estas son las bases más utilizadas en los departamentos de servicio para asignar costos indirectos se debe siempre asegurar que la base

de asignación seleccionada sea la mejor, por lo que es necesario dar especial atención cuando los departamentos de apoyo prestan entre sí servicios recíprocos. Por ejemplo, en una empresa el departamento de informática puede prestar servicio al departamento de recursos humanos y viceversa, o bien, el departamento de intendencia presta servicios a todos los demás departamentos de apoyo. En estos casos se tiene que establecer la interacción que existe entre cada uno de los departamentos y aplicar el método más adecuado, para nuestro caso debido a que es el método más usado y a la vez se trata de una compañía mediana se procedió a ocupar el “**método directo**”, para la asignación de gastos indirectos de fabricación (**GIF**) de los departamentos de servicio a los departamentos de producción.

El método directo es el más usado debido a su sencillez y por qué se hace caso omiso de los servicios que prestan recíprocamente los departamentos de servicio o apoyo. Los costos de los departamentos de servicio son asignados directamente a los departamentos de producción.

A continuación se presenta la estructura en la tabla 5, por medio de la cual se procederá a dar la asignación de gastos indirectos de fabricación (**GIF**) de los departamentos de servicio a los departamentos de producción, utilizando el “**método directo**.”

	Departamentos de apoyo	Departamento de producción	Total horas de mantenimiento en departamentos de producción	Total consumo combustible por hora en departamento producción
Costos indirectos estimados antes de la asignación				
Servicios proporcionados				
Razones asignación mantenimiento				
Razones asignación Combustible energía hora				

Tabla 4-0-4: Método directo

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»).

4.4.3 Información base para la determinación de los costos presentes en la operación de las unidades de motor de combustión interna para la prestación del servicio.

Para la recaudación de datos para el cálculo de costo por kilómetro nos valdremos de los parámetros de los cuales están sujetas cada una de las unidades ya sea esta la circulación como el consumo que genera el mismo.

Las siguientes tablas contienen la información base de los parámetros de ruta y los consumos que puede generar cada vehículo.

Numero de recorridos por día.	-----
Distancia de recorrido (Km.)	-----
Recorrido diario. (Km.)	-----
Días de trabajo por mes.	-----
Kilometraje por mes	-----

Tabla 4-0-5: Parámetros de funcionamiento de las unidades

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

COMBUSTIBLE	Cantidad	Numero	Precio	Precio
Diésel				
Energía				

Tabla 4-0-6: Consumo de combustible / Energía

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

ACEITES	Cantidad por cambio (gal)	Numero de veces por mes	Precio unitario	Precio total
Aceite de motor (gal)				
Aceite de caja (gal)				
Aceite de corona. (gal)				

Tabla 4-0-7: Consume de lubricantes

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

LÍQUIDOS	Cantidad por cambio (gal)	Numero de veces por año	Precio Unitario	Precio total
Líquidos de freno.				
Líquidos				

Tabla 4-0-8: Consumo de líquidos

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

TIPO	Cantidad por cambio	Número de veces por año	Precio unitario	Precio total.
Tipo 1				
Tipo n				

Tabla 4-0-9: Consumo de llantas

Fuente: («Contabilidad de costos - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar»)

4.5 Procedimiento:

4.5.1 Determinación de los costos presentes en la operación de las unidades para la prestación del servicio.

Para la determinación de los costos presentes en la operación de la flota vehicular se la calculará por una base de asignación, así teniendo los consumos que genera cada unidad para su funcionamiento, en las siguientes tablas se detallan los costos generados en una compañía Anónima

4.5.2 Tabulación de datos para el cálculo de los costos operativos.

Para la determinación del costo por kilómetro del costo operativo se tomarán en cuenta los parámetros de funcionamiento que se presentan en la tabla 6, estos parámetros serán supuestos por la ruta que se determinó, en las siguientes tablas se presentan los parámetros de operación. Para el cálculo de los costos se utilizan valores aproximados tanto para los costos que generan el departamento administrativo como también el departamento de producción.

Parámetros de funcionamiento	Ruta
Numero de recorridos por día.	4
Distancia de recorrido (Km.)	22,6
Recorrido diario. (Km.)	90,4
Días de trabajo por mes.	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5
Kilometraje por mes	1.808

Tabla 4-0-10: Parámetros de funcionamiento de la propuesta 1 con las unidades de combustión interna.

Fuente: Edwin Tamayo

Parámetros de funcionamiento	Ruta
Numero de recorridos por día.	4
Distancia de recorrido (Km.)	26,3
Recorrido diario. (Km.)	105,2
Días de trabajo por mes.	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5
Kilometraje por mes	2.104

Tabla 4-0-11: Parámetros de funcionamiento de la propuesta 2 con las unidades de eléctricas

Fuente: Edwin Tamayo

La estimación de la flota de buses de combustión interna o de eléctricos es de 50 unidades. Otro cálculo importante es el valor promedio en treinta días de circulación de toda la flota, este servirá para saber el costo por kilómetro del costo administrativo, en la siguiente tabla se observa el valor de kilómetros recorridos por todas las unidades, este valor es calculado mediante la multiplicación del recorrido de una unidad en un día, luego se la multiplica por treinta días que es el número de días que labora el departamento administrativo, como el costo administrativo va a incidir en cada una de las unidades el valor se multiplica y nos da como resultado el valor de kilómetros recorridos por la flota.

Propuesta	Valor en kilómetros recorridos x día	Valor de kilómetros recorridos x 30 días	Valor de kilómetros recorridos x todas las unidades en 30 días.
1	90,4	2.712	135.600
2	105	3.150	157.500

Tabla 4-0-12: Valor de recorrido total de la flota en km. en 20 días

Fuente: Edwin Tamayo

4.5.3 Cálculo de los costos operativos fijos.

Los costos que se presentan en la siguiente tabla son costos presentes en la operación de las unidades, los cuales no están relacionados directamente con el funcionamiento de las mismas, pero son necesarios para el departamento administrativo para el funcionamiento de esta compañía, estos están establecidos de acuerdo al cargo de cada uno de los que conforman el departamento administrativo de la mencionada compañía, cada uno de los cargos fueron es considerado según el organigrama funcional de la mayoría de flotas.

CONCEPTOS	Costo mensual	Total
ADMINISTRATIVOS.		
Sueldos (Gerente, secretaria, mensajero, Jefe de mantenimiento)	2.049,4	
Décimo tercero sueldo	170,76	
Décimo cuarto sueldo	106,0	
Vacaciones	85,4	
Aporte IESS patronal	249,02	
Fondo de reserva	170,76	
Gastos de representación	450,00	
Gastos responsabilidad	450,00	

Honorarios	800,00	
Servicios ocasionales	250,00	
Indemnizaciones	1.500,00	
	Total	6.281,34
SERVICIOS		
Servicios básicos	465,00	
Servicio correo	15,00	
Mantenimiento oficina	210,00	
Mantenimiento equipos de oficina	150,00	
Mantenimiento edificio	850,00	
Programas de contabilidad	50,00	
Publicidad	100,00	
Reproducción de documentos	50,00	
Viáticos y pasajes nacionales e internacionales	500,00	
Seguros	12.200,00	
Capacitación	80,00	
Alquiler de vehículos	50,00	
Impuestos y multas	200,00	
Contribuciones a instituciones de control	250,00	
Gastos sociales y agasajos	1.250,00	
Donaciones	200,00	
Gastos legales	300,00	
Servicios de frecuencia	200,00	
IVA COMPRAS	450,00	
Varios servicios	300,00	
Depreciaciones	350,00	
	Total	18.220,0
MINISTROS Y MATERIALES		
Materiales de oficina	250,00	
Útiles de limpieza	75,00	
Combustibles	35,00	
Uniformes	100,00	
	Total	460,00
GASTOS FINANCIEROS		
Intereses	450,00	
	Total	450,00
SERVICIOS ESPECIALES		
CONTADOR	500,00	
ASESOR JURÍDICO	500,00	

	Total	1.000,00
TOTAL COSTOS ADMINISTRATIVOS FIJOS		26.411,34

Tabla 4-0-13: Costos administrativos fijos.

Fuente: («CONTABILIDAD DE COSTOS», s. f.)
 («Salarios Mínimos Sectoriales 2014 | Ministerio de Relaciones Laborales», s. f.)

Para obtener el costo de operación unitario por kilómetro es necesario dividir el costo total operacional para el número de kilómetros de toda la flota como se indica.

$$\text{Costo administrativos total en \$ x Km.} = \frac{\text{Costo total administrativo}}{\text{Número de kilómetros de la flota}} =$$

Ecuación 4.1: Costo administrativos total en \$ x km

(«COSTOS EN LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES», s. f.)

Propuesta	1	2
	135.600	157.500
Costo administrativo total \$ x Km	0,195	0,168

Tabla 4-0-14: Costo administrativos total en \$x km por propuesta

Fuente: Edwin Tamayo

4.5.4 Cálculo de los costos de operación variables.

Para continuar con el cálculo del costo de operación de la compañía, es necesario tomar en cuenta también los costos indirectos variables que son necesarios para que el departamento administrativo permanezca en vigencia. Tales costos son mencionados en tabla 4-15

Descripción	Cantidad	Costo total \$	Costo x kilómetro
Seguros Propuesta 1	1	244,00	0,0018
Seguros Propuesta 2	1	244,00	0.0015

Tabla 4-0-15: Costos administrativos variables x km

Fuente: Edwin Tamayo

Este es necesario pagar un deducible a la Compañía aseguradora en la cual al provocarse un accidente se debe cancelar el valor especificado en la tabla anterior correspondiente al costo administrativo variable.

A continuación se va sacar lo que es el valor total en lo que se refiere al costo administrativo, el mismo que va a ser la suma del costo administrativo fijo + el costo administrativo variable como se presenta a continuación:

Descripción	Propuesta 1	Propuesta 2
Total gastos administrativos fijo	0,195	0,168
Total gastos administrativos variable	0,0018	0,0015
Total gastos administrativos	0,1968	0,1695

Tabla 4-0-16: Total costos administrativos x km.

Fuente: Edwin Tamayo

Cabe destacar que un período de trabajo es de 20 días o tres semanas, mientras que el período de trabajo en el departamento administrativo es de 30 días, a lo que se quiere llegar es que cada unidad cambia 1,5 veces

con respecto al período del departamento administrativo.

Para el cálculo del valor por kilómetro para el departamento administrativo se tiene que sumar los kilómetros recorridos por mes de la flota, el valor total del costo administrativo se tiene que dividir para el valor total de kilómetros recorridos de tal forma que se obtenga el costo por kilómetro del departamento administrativo.

4.5.5 Tabulación de datos necesarios para la obtención de los costos de producción.

Los costos directos en el funcionamiento de las unidades pueden tener como en el anterior caso un comportamiento fijo o variable, estos costos por lo general son de mantenimiento preventivo, por ejemplo un costo directo en la operación es el lubricante (aceite) que viene a ser un material directo.

4.5.5.1 Costos de producción fijos.

En las siguientes tablas se tabularan datos para el cálculo del valor por kilómetro de los costos directos fijos.

4.5.5.1.1 Costos fijos de mano de obra.

Se presentan costos fijos los cuales son como se muestran a continuación.

Descripción	Cantidad	Costo total \$ x día	Kilómetros laborados al día	Costo por kilómetro recorrido
Sueldo operador	1	15	90,4	0,166
Sueldo del oficial	1	8	90,4	0,0885
	Total	30	Costo x Km. recorrido	0,2545

Tabla 4-0-17: Costo de mano de obra fijos propuesta 1.

Fuente: Edwin Tamayo

Descripción	Cantidad	Costo total \$ x día	Kilómetros laborados al día	Costo por kilómetro recorrido
Sueldo operador	1	15	105	0,143
Sueldo del oficial	1	8	105	0,076
	Total	30	Costo x Km. recorrido	0,219

Tabla 4-0-18: Costo de mano de obra fija, propuesta 2.

Fuente: Edwin Tamayo

En lo que se refiere al servicio de garaje se ha considerado que todas las unidades lo pagan ya que 80% de las mismas lo hace y también se proyecta que a futuro la compañía disponga de garajes en las puntas de inicio de ruta y dicho gasto va a ser absorbido directamente por las mismas unidades, este gasto es presentado a continuación mediante la siguiente tabla.

Descripción	Cantidad	Costo total \$ x día	Kilómetros laborados al día	Costo por kilómetro recorrido
GARAJE	1	3,0	90,4	0.0332
Costo total de garaje x Km.			0,0332	

Tabla 4-0-19: Costo de garaje x km, propuesta 1.

Fuente: Edwin Tamayo

Descripción	Cantidad	Costo total \$ x día	Kilómetros laborados al día	Costo por kilómetro recorrido
GARAJE	1	3,0	105	0.0286
Costo total de garaje x Km.			0,0286	

Tabla 4-0-20: Costo de garaje x km, propuesta 2.

Fuente: Edwin Tamayo

Para la tabulación de costos generados por mantenimiento se supone una sola marca con motor de combustión interna y una sola marca de vehículo eléctrico y así obtener un costo de mantenimiento, el resultado de este análisis nos proporcionara el costo que genera un bus de marca Mercedes.

4.5.5.1.2 Costos fijos de mantenimiento preventivo o material directo.

En el análisis que se hizo en esta flota para que cada bus pueda circular y desempeñar su actividad es necesario tomar en cuenta los gastos que genera el desarrollo de dicha actividad, por lo tanto se ha desarrollado una tabulación

de los gastos más relevantes, dichos gastos son los referidos al mantenimiento preventivo.

- **Aceite Motor:**

El motor del vehículo seleccionado utiliza el aceite:

	Galones	Precio	Total
Penzoil	5	32	160

Tabla 4-0-21: Valor de precio de aceite.

Fuente: Edwin Tamayo

El recorrido por mes de la unidad en la propuesta 1 es de 1808 km, y en la propuesta 2 es 2100 km aproximadamente, y el cambio de lubricante se lo realizará en promedio para las dos propuestas cada dos meses.

	Cambios	Precio	
Penzoil	6	160	960

Tabla 4-0-22: Valor total de compra de aceite.

Fuente: Edwin Tamayo

Las siguientes tablas presentan los costos directos de mantenimiento preventivo para una unidad de marca Mercedes Benz.

Insumo.	cantidad	P/u \$	P/total \$	Periodo	Precio
Aceite de motor	5gl	32	160	4000	0,04
Filtro de Aceite.	1	16	16	4000	0,004
Filtro de aire	1	87	87	20000	0,0044
Filtro de combustible	1	32,5	32.5	8000	0,0041
Calibración de válvulas	1	60	60	70000	0,0008
Líquido refrigerante	5gl	9,5	497,5	90000	0,0055
total					0,0588

Tabla 4-0-23: Costo de mantenimiento preventivo motor Combustión interna x Km

Fuente: Edwin Tamayo

Insumo	cantidad	P/u	P/total \$	Periodo de cambio (Km)	Precio x km
Aceite de caja	2,5	45,5	113,75	30000	0,0038
Aceite del diferencial	3	65,5	589,5	30000	0,0197
Calibración Del juego del pedal.	1	10	10	20000	0,0005
Líquido de embrague	1	14	14	70000	0,0002
total					0,0242

Tabla 4-0-24: Costos de mantenimiento preventivo transmisión x km

Fuente: Edwin Tamayo

Insumo	cantidad	P/u \$	P/total \$	Periodo de cambio (Km.)	Precio x Km.
Calibración de frenos	1	15	15	10000	0.0015
				total	0,0015

Tabla 4-0-25: Costos de mantenimiento preventivo frenos x km.

Fuente: Edwin Tamayo

Insumo	Cantidad	P/u \$	P/total \$	Periodo de cambio (Km.)	Precio x Km.
Rotación de neumáticos y control de Presiones.	9	10	90	20000	0,0287
				total	0,0287

Tabla 4-0-26: Costo de mantenimiento preventivo Neumáticos x km

Fuente: Edwin Tamayo

Para determinar el costo fijo generado por el mantenimiento que se da a las unidades se procederá a sacar un valor total de: motor, transmisión, frenos y neumáticos, a continuación se presenta la tabla en la que se indica el valor total generado por mantenimiento preventivo

Costo de mantenimiento =

Marca	Costo total de mantenimiento preventivo en \$
Mercedes	0,1132

Tabla 4-0-27: Costo de mantenimiento preventivo x km

Fuente: Edwin Tamayo

El valor promedio de mantenimiento preventivo viene a ser el valor de producción por mantenimiento presente en la operación de las unidades.

4.5.6 Depreciación.

Otro punto de vital importancia a considerar para la obtención del costo por kilómetro dentro de los costos fijos que generan los buses es la depreciación a las que se encuentran sometidas las unidades, para lo cual se ha hecho una investigación sobre los precios a los que se encuentra un chasis Mercedes Benz en la casa comercial Star Motors.

Cabe indicar que la depreciación para la maquinaria está prevista para un período de compañía todavía se siguen depreciando ya que la unidad con mayor antigüedad fue fabricada en el año 2013. A continuación se presentan los precios del chasis y de la carrocería.

MERCEDES BENZ 1721	
CONCEPTO	VALOR \$
Chasis	\$75.500
Carrocería	\$45.000
Precio del bus	\$120.500

Tabla 4-0-28: Precio del Bus Mercedes Benz 1721.

Fuente: Edwin Tamayo

Calculo de la depreciación para un MERCEDES BENZ 1721:

Precio	120.500 dólares
Vida útil	10 años
Tiempo utilización	14 horas x día
Trabaja en el mes	20 días
Total=	50.21 Dólares

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido propuesta 1= \$ 50.21 / 90,4

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido = \$0.555

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido propuesta 2= \$ 50.21 / 105

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido = \$0.478

4.5.7 Costos de producción variables.

Los costos de producción variables que pueden generar las unidades en su operación estarán dados directamente por lo que es el mantenimiento correctivo, combustible, más la mano de obra razón y a la vez el precio que le cuesta el reemplazo del mismo, los componentes que se han analizado son aquellos que sufren desperfectos con mayor frecuencia.

Neumáticos delanteros:

General 80R22.5	2	\$ 326,80	\$ 653.60
-----------------	---	-----------	-----------

Neumáticos Posteriores:

900R20	4	\$ 143,5	4817,7
--------	---	----------	--------

Mantenimiento correctivo de un Mercedes Benz

Insumo	cantidad	P/u + mano de obra	P/total \$	Periodo de cambio (Km.)	Precio x Km.
Cambio de termostatos	1	97,50+15.00	112.50	180000	0,00063
Cambio de bandas	2	32,00+20.00	104.00	90000	0,00012
Kit de reparación del conjunto hidráulico del embrague	1	213,00+45.00	258.00	200000	0,0013
Disco de embrague.	1	270+180	450.00	200000	0,0023
Cambio de crucetas.	3	65.00+30.00	285.00	300000	0,00095
Cambio de ferodos	6	46,50+80.00	759,00	40000	0,0189
Retenes	6	16,00+36.00	312,00	40000	0,0078
Cambio de neumáticos delanteros	2	326.80+12.00	677.6	70000	0.0097
Cambio de neumáticos traseros	4	143,5+12.00	622	70000	0.0089
Total \$				0.0506	

Tabla 4-0-29: Costo total genera x km en el mantenimiento correctivo.

Fuente: Edwin Tamayo

El consumo de combustible es estimará de acuerdo a valores de fábrica y tomando en cuenta una reducción del 25% por la situación geográfica de la ciudad.

Descripción	Precio x galón	Galones x Km (75%)	Precio x Km
Diésel	1,056	0,097 * 1,25	0.128

Tabla 4-0-30: Costo de consumo de combustible.

Fuente: Edwin Tamayo

El costo de valor por kilómetro del costo de producción variable de mantenimiento correctivo es:

CONCEPTO	VALOR \$
Mantenimiento correctivo de Mercedes	0,0506
Valor de consumo de combustible	0,128
Valor total	0,1786

Tabla 4-0-31: Costo de producción Variable.

Fuente: Edwin Tamayo

Con los valores obtenidos de los costos de producción fijos y variables y los costos directos fijos y variables se procede a calcular el costo total generado por kilómetro en la circulación de un vehículo para la prestación del servicio.

CONCEPTO	VALOR	VALOR TOTAL
Costos administrativos fijos		
Costos administrativos fijo x km	0,195	
Total administrativo fijo en \$ x km		0,195
Costos administrativos variables		
Costos administrativos variables x km	0,0018	

Total administrativos variables en \$ x km		0,0018
Costos de producción fijos		
Costos fijos de mano de obra directa x km	0,219	
Valor del costo directo fijo por mantenimiento x km	0,1132	
Costo de garaje x km	0,0332	
Valor de la depreciación	0,555	
Total de costos de producción fijos en \$ x km		0,9204
Costos de producción variables		
Costo total fijo promedio variable x km	0,1786	
Total costo de producción variable \$ x km		0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$		1,2994

Tabla 4-0-32: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 1

Fuente: Edwin Tamayo

CONCEPTO	VALOR	VALOR TOTAL
Costos administrativos fijos		
Costos administrativos fijo x km	0,168	
Total administrativo fijo en \$ x km		0,168
Costos administrativos variables		

Costos administrativos variables x km	0,0015	
Total administrativos variables en \$ x km		0,0015
Costos de producción fijos		
Costos fijos de mano de obra directa x km	0,219	
Valor del costo directo fijo por mantenimiento x km	0,1132	
Costo de garaje x km	0,0286	
Valor de la depreciación	0,478	
Total de costos de producción fijos en \$ x km		0,8388
Costos de producción variables		
Costo total fijo promedio variable x km	0,1786	
Total costo de producción variable \$ x km		0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$		1,1869

Tabla 4-0-33: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 2

Fuente: Edwin Tamayo

4.5.8 Calculo del costo del vehículo eléctrico.

El tiempo de uso del bus eléctrico se toma en cuenta los datos iniciales del bus a motor a combustión interna para las dos propuestas:

Parámetros de funcionamiento	Ruta
Numero de recorridos por día.	4
Distancia de recorrido (Km.)	22,6
Recorrido diario. (Km.)	90,4
Días de trabajo por mes.	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5
Tiempo de recarga (h)	10
Kilometraje por mes	1808

Tabla 4-0-34: Propuesta 1.

Fuente: Edwin Tamayo

Parámetros de funcionamiento	Ruta
Numero de recorridos por día.	4
Distancia de recorrido (Km.)	26,3
Recorrido diario. (Km.)	105,2
Días de trabajo por mes.	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5
Kilometraje por mes	2.104

Tabla 4-0-35: Propuesta 2.

Fuente: Edwin Tamayo

4.5.8.1.1 Costos fijos de mantenimiento preventivo o material directo.

En el análisis es el mismo del vehículo de combustión interna.

La potencia máxima del bus seleccionado es de 180 Kw, y de potencia nominal de 150 Kw. («BYD ebus , electric bus | Auto | BYD», s. f.)

Si se multiplica el tiempo diario de uso del VE, por su consumo de energía se tiene: Energía diaria del VE = 150.000 Watts * 14 h = 2.100.000 Wh. Como existen 50 vehículos que atender, se necesitaría una energía para todos ellos de: 2.100.000 Wh* 50 = 105.000.000 Wh, diariamente, es decir 105 Mwh.

Cada día el VE necesita 2.100.000 Wh, es decir 2.100 Kwh. el costo del Kwh es de 9,33 centavos de dólar sin impuestos («Tarifas Energía Eléctrica Ecuador 2014 Mayo Junio Sube el Luz Aumento de la tarifa de electricidad | Noticias del Ecuador y el Mundo 2014», s. f.), por lo que el gasto diario del vehículo en la propuesta 1 para movilizarse por lo menos 22,6 km a una velocidad de no más de 40 km/h será:

$(0,0933 \text{ USD/Kwh}) * 2.100 \text{ Kwh} = 195,93 \text{ USD} + \text{Reserva para reposición de baterías, que ésta reposición es de 88 centavos de dólar diarios, total } \$196,81, \text{ el costo por kilómetro recorrido diario es } 0,1148.$

El gasto diario del vehículo en la propuesta 2 para movilizarse por lo menos 26,3 km a una velocidad de no más de 40 km/h será:

$(0,0933 \text{ USD/Kwh}) * 2.100 \text{ Kwh} = 195,93 \text{ USD} + \text{Reserva para reposición de baterías, que ésta reposición es de 88 centavos de dólar diarios, total } \$196,81, \text{ el costo por kilómetro recorrido diario es } 0,1336.$

La potencia para la carga de las baterías del bus es de 60 Kw, se realizara la carga en un tiempo estimado 10 h, realizando el mismo cálculo que el anterior tenemos:

$$60.000 * 10 = 600.000 \text{ Wh.}$$

Para los 50 vehículos se utiliza $600.000 \text{ Wh} * 50 = 3.000.000 \text{ Eh}$, diariamente es decir 3 Mwh.

El costo por kilómetro recorrido diario es:

$0,0933 * 600 = 55,98 \text{ USD}$ + Reserva para reposición de baterías, que es igual a 88 centavos de dólar diarios, total es 56,86, el costo por kilómetro recorrido diario para la propuesta 1 es 0,3975, para la propuesta 2 es 0,4626.

El total de costo eléctrico del vehículo propuesta 1 es 0,5123, propuesta 2 es 0,5962.

Insumo	cantidad	P/u	P/total \$	Periodo de cambio (Km)	Precio x km
Aceite de caja	2,5	45,5	113,75	30000	0,0038
Aceite del diferencial	3	65,5	589,5	30000	0,0197
Calibración Del juego del pedal.	1	10	10	20000	0,0005
Liquido de embrague				70000	0,0002
				total	0,0242

Tabla 4-0-36: Costos de mantenimiento preventivo transmisión x km

Fuente: Edwin Tamayo

Insumo	cantidad	P/u \$	P/total \$	Periodo de cambio (Km.)	Precio x Km.
Calibración de frenos	1	15	15	10000	0.0015
				total	0,0015

Tabla 4-0-37: Costos de mantenimiento preventivo frenos x km

Fuente: Edwin Tamayo

Insumo	Cantidad	P/u \$	P/total \$	Periodo de cambio (Km.)	Precio x Km.
Rotación de neumáticos y control de Presiones.	9	10	90	20000	0,0287
				total	0,0287

Tabla 4-0-38: Costo de mantenimiento preventivo Neumáticos Mercedes x km.

Fuente: Edwin Tamayo

Costo de mantenimiento =

Marca Vehículo eléctrico	Costo total de mantenimiento preventivo en \$
Propuesta 1	0,5667
Propuesta 2	0.6506

Tabla 4-0-39 Costo de mantenimiento preventivo x km.

Fuente: Edwin Tamayo

Calculo de la depreciación para un **BYD electric bus**: («BYD Auto Electric Bus | Plug In America»)

Precio	550.000 dólares
Vida útil	10 años
Tiempo utilización	14 horas x día
Trabaja en el mes	20 días
Total=	220,17 Dólares

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido propuesta 1 = \$ 220,17 / 90,4

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido = \$ 2,54

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido propuesta 2 = \$ 220,17 / 105

DEPRECIACIÓN x Km. recorrido = \$ 2,097

El valor promedio de mantenimiento preventivo viene a ser el valor de producción por mantenimiento presente en la operación de las unidades.

CONCEPTO	VALOR	VALOR TOTAL
Costos administrativos fijos		
Costos administrativos fijo x km	0,195	
Total administrativo fijo en \$ x km		0,195
Costos administrativos variables		
Costos administrativos variables x km	0,0018	

Total administrativos variables en \$ x km		0,0018
Costos de producción fijos		
Costos fijos de mano de obra directa x km	0,219	
Valor del costo directo fijo por mantenimiento x km	0,5667	
Costo de garaje x km	0,0332	
Valor de la depreciación	2,54	
Total de costos de producción fijos en \$ x km		3.3589
Costos de producción variables		
Costo total fijo promedio variable x km	0,1786	
Total costo de producción variable \$ x km		0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$		3.7343

Tabla 4-0-40: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 1

Fuente: Edwin Tamayo

CONCEPTO	VALOR	VALOR TOTAL
Costos administrativos fijos		
Costos administrativos fijo x km	0,168	
Total administrativo fijo en \$ x km		0,168
Costos administrativos variables		

Costos administrativos variables x km	0,0015	
Total administrativos variables en \$ x km		0,0015
Costos de producción fijos		
Costos fijos de mano de obra directa x km	0,219	
Valor del costo directo fijo por mantenimiento x km	0,6506	
Costo de garaje x km	0,0286	
Valor de la depreciación	2,097	
Total de costos de producción fijos en \$ x km		2.9952
Costos de producción variables		
Costo total fijo promedio variable x km	0,1786	
Total costo de producción variable \$ x km		0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$		3.3433

Tabla 4-0-41: Costo total de operación de vehículo Mercedes, propuesta 2.

Fuente: Edwin Tamayo

4.6 Metodología de comparación entre los dos tipos de vehículos.

Para determinar la metodología de comparación, se puso énfasis en las prestaciones que cada vehículo nos da para el servicio de transporte urbano, es decir, principalmente en las especificaciones técnicas de funcionamiento.

Posteriormente se realiza la comparación entre costos directos e indirectos de la operación de cada tipo de vehículo.

La operación del vehículo o el mantenimiento que se debe realizar a los vehículos se lo puede hacer con la misma infraestructura de taller, ya que para realizar los mantenimientos correctivos y preventivos es el mismo tipo de herramienta y personal.

4.7 Análisis de resultados

A continuación se presenta un resumen de los costos de los dos tipos de vehículos que se ha considerado para este estudio:

Propuesta 1

Parámetros de funcionamiento	Ruta	
Numero de recorridos por día.	4	
Distancia de recorrido (Km.)	22,6	
Recorrido diario. (Km.)	90,4	
Días de trabajo por mes.	20	
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5	
Kilometraje por mes	1.808	

CONCEPTO	VALORES MERCEDES	VALORES BYD ELECRIE
Total administrativo fijo en \$ x km	0,195	0.195
Total administrativos variables en \$ x km	0,0018	0,0018

Total de costos de producción fijos en \$ x km	0,9204	3.3589
Total costo de producción variable \$ x km	0,1786	0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$	1,2994	3,7343

Tabla 4-0-42: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 1.

Fuente: Edwin Tamayo

Propuesta 2

Parámetros de funcionamiento	Ruta
Numero de recorridos por día.	4
Distancia de recorrido (Km.)	26,3
Recorrido diario. (Km.)	105,2
Días de trabajo por mes.	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5
Kilometraje por mes	2.104

CONCEPTO	VALORES MERCEDES	VALORES BYD ELECTRIC
Total administrativo fijo en \$ x km	0,168	0.168
Total administrativos variables en \$ x km	0,0015	0,0015
Total de costos de producción fijos en \$ x km	0,8388	2,9952
Total costo de producción variable \$ x km	0,1786	0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$	1,1869	3,3433

Tabla 4-0-43: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 2

Fuente: Edwin Tamayo

De la tabla se desprende que todos los costos administrativos fijos y variables, el costo de producción variable permanecen constante, ya que toda la infraestructura y personal serán los mismos para la operación de esta flota.

Los costos de producción fijos cambia más por el valor de la depreciación del vehículo, ya que el resto de valores permanecen constante, por tanto el costo total x kilómetro recorrido va hacer mucho más caro.

La propuesta 2 es la más factible para los dos tipos de motor ya que tiene un mayor recorrido diario de servicio el vehículo.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Los parámetros de funcionamiento de los vehículos

- Parámetros de funcionamiento	Ruta 1	Ruta 2
Numero de recorridos por día.	4	4
Distancia de recorrido (Km.)	22,6	26,3
Recorrido diario. (Km.)	90,4	105,2
Días de trabajo por mes.	20	20
Tiempo de recorrido aproximado (h)	3,5	3,5
Kilometraje por mes	1.808	2.104
Pendiente %	0 - 40	0

Tabla 5-1: Parámetros de funcionamiento de las unidades

Fuente: Edwin Tamayo

La diferencia entre las dos rutas es principalmente la pendientes que tienen que sortear los buses para realizar los recorridos, siendo su principal restricción para la utilización en transporte público

- Los costos de los tipos de buses en cada ruta:

CONCEPTO	VALORES MERCEDES	VALORES BYD ELECTRIC
Total administrativo fijo en \$ x km	0,195	0.195
Total administrativos variables en \$ x km	0,0018	0,0018
Total de costos de producción fijos en \$ x km	0,9204	3.3589
Total costo de producción variable \$ x km	0,1786	0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$	1,2994	3,7343

Tabla 5-2: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 1.

Fuente: Edwin Tamayo

CONCEPTO	VALORES MERCEDES	VALORES BYD ELECTRIC
Total administrativo fijo en \$ x km	0,168	0.168
Total administrativos variables en \$ x km	0,0015	0,0015
Total de costos de producción fijos en \$ x km	0,8388	2,9952
Total costo de producción variable \$ x km	0,1786	0,1786
Costo total x kilómetro recorrido en \$	1,1869	3,3433

Tabla 5-3: Tabla comparativa de vehículos. Propuesta 2

Fuente: Edwin Tamayo

Del costo de producción fijo, y del costo total por kilómetro recorrido se concluye que la viabilidad económica de la implementación de una flota de buses eléctricos es el doble o triple de inversión para la operación necesaria para buses con motores de combustión interna.

- La inversión inicial para el funcionamiento de un flota de bus de combustión interna es 4.4 veces menor que la inversión que se realice en el mismo número de bus para el funcionamiento, además, se debe considerar que para lograr el mismo servicio se deberá adquirir por lo menos el doble de número de buses eléctricos, dando un elevado costo de inversión inicial.
- La infraestructura que se necesita para dar los mantenimientos a los de vehículos combustión interna es la misma que se utiliza en el

mantenimiento de los buses eléctricos, por lo tanto, los valores de costos administrativos fijos son los mismos.

- La topografía de la ciudad de Quito es muy irregular las vías van desde pendientes de 0 % hasta pendientes 45 %, dando como resultado que es necesario contar con potencia y torque del motor del bus para poder recorrer en la ciudad.
- El diseño estructural de los buses permite que sea sobrecargado con un 70 % de su capacidad, es decir, que si el bus es de 40 pasajeros solo sentados podrán embarcarse en el bus 28 personas más paradas, pero en la realidad en el bus de combustión interna se lo sobre carga con un 120 % aproximadamente, siendo capaz de realizar recorrido con un pendiente de 40 %. Mientras que el bus eléctrico su capacidad máxima es de 40 personas solo sentadas para poder recorrer en pendientes máximas del 15 %, dando como resultado que este tipo de bus solo podrán realizar recorridos en lugares casi planos.
- El bus de combustión interna puede recargar el combustible en 15 minutos y seguir realizando el recorrido, por lo tanto, para una determinada ruta el bus podrá realizar varias ciclos en la ruta, mientras que el bus eléctrico puede recorrer 248 kilómetros aproximadamente («BYD Auto Electric Bus | Plug In América», s. f.), y deberá cargar la batería durante un tiempo de 5 horas, por lo tanto, se deberá contar

con un mayor número de buses para poder servir a la comunidad de igual forma que el bus de combustión interna.

- Los gastos de operación de los buses es menor el de los buses eléctricos que el de los buses de combustión interna ya que el costo de la corriente eléctrica es menor que el costo de combustible.
- Los buses eléctricos al utilizar energía renovable no contaminan, al contrario de los buses de combustión interna ya que utilizan combustible fósil.
- Hasta el momento no existe un reciclado de las baterías de los vehículos eléctricos lo cual producirá una contaminación de productos no reciclados y altamente contaminantes.
- En cuanto al consumo de llantas al aumentar el número de buses eléctricos para cumplir con la demanda de los usuarios, se producirá una mayor contaminación del medio ambiente.
- Por tanto, al final de cuentas tanto el bus eléctrico como el bus de combustión interna contaminan el medio ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES.

- La opción de utilización de vehículos que utilizan energías renovables, deberá ser desarrollado para poder cumplir con las mismas prestaciones que presta el bus de combustión interna.
- Para la utilización de los buses de combustión interna en la ciudad de Quito se debe planificar rutas cortas y de pendientes como máximo del 10%.
- El gobierno debería dar mayores incentivos a la transportación pública para poder adquirir este tipo de buses y así poder bajar el costo de la inversión inicial, de tal forma que sea rentable la utilización de este tipo de tecnologías.
- El gobierno debería proveer estaciones de carga para este tipo de buses y de vehículos livianos.
- Este tipo de vehículos debería tener una combinación de conexión permanente de corriente para de esta forma poder mejorar el rendimiento del vehículo.

BIBLIOGRAFÍA

CONTABILIDAD DE COSTOS. (s. f.). Recuperado a partir de <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/5585/1/205.pdf>

Contabilidad de costos: un enfoque gerencial - Charles T. Horngren, George Foster, Srikant M. Datar - Google Libros. (s. f.). Recuperado 22 de abril de 2014, a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zDCb9fDzN-gC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Horngren,+Charles&ots=PGF2w-J84u&sig=kv1SGtLzDensKkzWkN5UYdAEa9A#v=onepage&q=Horngren%2C%20Charles&f=false>

COSTOS EN LA OPERACION DE LAS UNIDADES. (s. f.). Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1127/3/Capitulo%202.pdf>

Emision de Gases de Escape en Motores Gasolina y Diesel. (s. f.). Recuperado 24 de agosto de 2014, a partir de <http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm>

Guayaquil - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2014, a partir de http://es.wikipedia.org/wiki/Guayaquil#mediaviewer/Archivo:Mapa_vial_de_Guayaquil.png

Guayaquil -VisitaEcuador - El Portal Oficializado de Turismo de Ecuador -
Ofertas con un ahorro hasta el 70% en sus viajes. (s. f.). Recuperado
20 de mayo de 2014, a partir de
<http://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=361>

Jaime Nebot y su desafío de transformar a Guayaquil en una ciudad más
incluyente | ANDES. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2014, a partir
de <http://www.andes.info.ec/es/noticias/jaime-nebot-desafio-transformar-guayaquil-ciudad-mas-incluyente.html>

Mapa topográfico de la región de Guayaquil - Guayaquil. (s. f.). Recuperado
20 de mayo de 2014, a partir de <http://www.zonu.com/America-del-Sur/Ecuador/Guayas/Guayaquil/Fisicos.html>

Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals,
Theory, and Design: Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay,
Ali Emadi: 9780849331541: Books - Amazon.ca. (s. f.). Recuperado 16
de abril de 2014, a partir de <http://www.amazon.ca/Modern-Electric-Hybrid-Fuel-Vehicles/dp/0849331544>

Salarios Mínimos Sectoriales 2014 | Ministerio de Relaciones Laborales. (s. f.).
Recuperado 23 de abril de 2014, a partir de
<http://www.relacioneslaborales.gob.ec/salarios-minimos-sectoriales-2014/>

Tarifas Energía Eléctrica Ecuador 2014 Mayo Junio Sube el Luz Aumento de
la tarifa de electricidad | Noticias del Ecuador y el Mundo 2014. (s. f.).
Recuperado 4 de agosto de 2014, a partir de
<http://metroactiva.com/blog-noticias-ecuador/2014/05/tarifas-energia->

electrica-ecuador-2014-mayo-junio-sube-el-luz-aumento-de-la-tarifa-
de-electricidad/

REFERENCIAS.

- <http://forococheselectricos.com/2013/06/autobuses-electricos-que-mantienen-el-97-de-bateria-despues-de-3-000-recargas-rapidas.html>
- <http://www.pluginamerica.org/vehicles/byd-auto-electric-bus>
- <http://www.byd.com/la/auto/es/ebus.html>
- <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeKioto.pdf>
- <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP5.pdf>
- http://www.leca.org.ar/libros/ca/CONTAMINACION_DEL_AIRE_3_DE_5.pdf
- http://www.omaumalaga.com/subidas/archivos/noma/arc_2082/exta/pdf/Rafael_Izquierdo_%26%2334%3BTransporte_Sostenible_y_sostenibilidad_energ%E9tica%26%2334%3B.pdf
- http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjmbr/v32_2/old0179.pdf
- http://docuteka.net/pdf/bmanualb-bmotoresb-30nov09-bunca_79ef95aaf96dfbd3dcc23372bef0fd6d
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/BUENOS_AIRES/1357/Documentos/demotdi.htm
- http://urbegestion.com/images/Documentos/Muni_Quito_2009_Plan_Maestro_Movilidad_2009-2025_Presentacion.pdf
- http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/operadoras_de_transporte_escolar_autorizados_para_atender_paseos--3706
- <http://www.zonu.com/America-del-Sur/Ecuador/Pichincha/Quito/Fisicos.html>
- <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP6.pdf>

<https://www.flacso.org.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=39699>

http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/transporte_publico_de_quito_con_nuevo_regimen_juridico--5966

ANEXOS

MERCEDES BENZ 1721

Motor

MB OM 924 LA | EURO 5
4 cilindros verticales en línea, turbocooler

potencia máxima [NBR ISO 1585]	153 kW (208 cv) a 2.200 rpm
par motor máximo [NBR ISO 1585]	280 Nm (20,6 mkgf) @ 1.300 a 1.600 rpm
cilindrada total	4.800 cm ³
consumo específico	195 g/kWh a 1.300 rpm
Filtro de aceite - tipo	con elemento de papel
Filtro de aire - tipo	sec, con elemento de papel
sistema de lubricación	por circulación de agua, con bomba
unidad inyectora	ITC (Diesel Technology Company)
	individual con control electrónico
sistema de inyección	directa, con generador electrorínico
compresor (accionamiento)	para engranaje
Boja de trabajo	500 mm a 10 bar con 2.600 rpm

Transmisión

MB G 85 - 6 [accionamiento por palanca]
6 marchas sincronizadas

relación de transmisión	1 = 4,70 / 3,81 / 3,29 / 2,48 / 1,99 / 0,73
	marcha directa = 4,29
embrague	MF 395 • monodisco, seca • hidráulico

Ejes

eje delantero • MB VL 3/8 D - 4,5 • tipo puño
eje trasero • MB HL4 / 060 D-10 (corona D410) • armadura central con tubos de acero insertados

relación	1 = 5,857 (41:7)
----------	------------------

Suspensión • Neumáticos • Dirección • Chasis [tipo: escalera, remachado]

suspensión eje delantero	ballestas semi elípticas con 2 amortiguadores telescópicos de doble acción y barra estabilizadora
suspensión eje trasero	ballestas semi elípticas con 2 amortiguadores telescópicos de doble acción y barra estabilizadora
ruedas	7.50 X 22,5
arrozales	27 5/80 R 22,5
dirección hidráulica	27 8007 ratio: 20,6 : 1

Desempeño

OF 1721 | MB G 85 - 6
MB HL4 / 060 D-10 | 275/80 R 22,5

relación	1 = 5,857 (41:7)
velocidad máxima [km/h]	111
potencia máxima [PSV]	37

Sistema eléctrico

tensión nominal	24 V
alternador	28 V / 80 A
batería	2 x 12 V / 170 Ah

Frenos

a aire comprimido, de dos circuitos
tambor en la delantera y tambor en la trasera

área de frenado [cm ² /eje]	5.437 cm ²
regulador automático de freno	si
freno de estacionamiento	cable de acero accionador • accionado manualmente, con actuación en las ruedas traseras
freno motor	mariposa en el tubo de escape • accionamiento electro mecánico
Top Brake	si

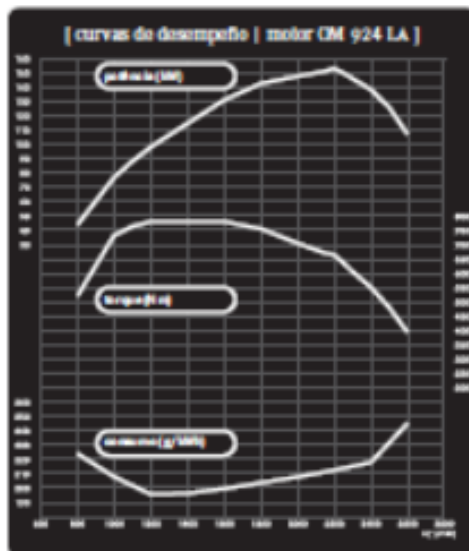
Volúmenes de suministro [1]

tanque de combustible	300
acero en el chasis	[m ³] 15 • [mts] 12
caja de cambios	9
cuerpo del diferencial	[pzs] 1 encaje 10
sistema de lubricación	28 [mts cableado]
tanque de AdBlue	25

www.mercedes-benz.com.br

[1] Item opcional. Algunos de los items mencionados en este folleto son opcionales y pueden no estar inmediatamente disponibles. Deje un contacto con Dealer Mercedes-Benz y verifique las configuraciones ofrecidas para el fabricante de la más completa línea de vehículos comercializados en América Latina. Mercedes-Benz de Brasil se reserva el derecho de cambiar

las especificaciones técnicas de sus productos sin previa información. La(s) imagen(es) presentada(s) en este folleto son meramente ilustrativas. La protección al medio ambiente es un principio en el desarrollo de los productos Mercedes-Benz. Mercedes-Benz es una marca del Grupo Daimler, Stuttgart, Alemania.



BYD ELECTRIC BUS

Home | [Join](#) | [Contact](#) | [Shop](#)



[Why Plug In Vehicles?](#) | [Take Action](#) | [Vehicles](#) | [Charging](#) | [Multimedia](#) | [Blog](#) | [About Us](#)

[Home](#) | [Vehicles](#) | [BYD Auto Electric Bus](#)

BYD Auto Electric Bus



Description

The BYD Electric Bus (also known as eBus and K9 in China) is a full size, all-electric bus that seats 32 (including driver). The roof of the bus is lined with solar panels, which provide power to the "Fe" battery. With BYD's "Fe" battery, the bus can travel over 155 miles in the city. A three-phase fast charger can bring the battery from empty to 50% in about an hour and from empty to full in about three hours. The BYD Electric Bus is 12 meters (39 feet) long and weighs about six tons.

Specs

Vehicle Type: Commercial Vehicles
 Drivetrain: EV
 Range: 155 mi
 Target: Now Available
 Top Speed: 62 mph
 Connector Type: Other
 Price (USD): \$550,000
 Price (USD): 0
 Vehicle Website:
[BYD Electric Bus](#)

Comments

The electric vehicles are

2013-12-22 — [Jennifer Cruz](#) (not verified)

The electric vehicles are getting popular among people. It is good sign that the public transport system is also concerned about the environment. The electric buses will be very much helpful in reducing the amount of pollution. The BYD buses will use solar energy and are emission free and are capable of carrying 32 passengers.

[reply](#)

Of course that the electric

2013-06-15 — [Yulu Bao](#) (not verified)

Of course that the electric cars have only benefits for the environment. But until a mass production should be possible, the electric cars manufacturers must think also about the efficiency. Yes, these buses are just free in using solar energy but the question is what is the capacity of storing this energy? You need a lot of energy to have on disposal in order for a big engine to work on normal parameters. And you do not control the sun all the time, like on cloudy days, on nights and so on.

[reply](#)

Related Content

- [BYD Auto F3DM](#)
3 years 32 weeks ago
- [BYD Auto e6](#)
3 years 36 weeks ago

Vehicle information subject to change. This information is licensed under Creative Commons and may be used for non-commercial purposes providing it is attributed to Plug In America. Any changes to the information must be distributed under a similar license.



Real Life EV Stories	State & Donation	YouTube Videos	Our History
The Case for Electricity	Volunteer	Photo PhotoAlbum	Our Team
State & Federal Incentives	Policy Issues	Press	Our Events
Links & Resources	Upcoming Events	Webinars	Contact Us
Frequently Asked Questions	Procedural Materials		
	Pilot Program		
	Battery Storage		
	Host a Party		
	Plug In @ Work		

[Home](#) | [Join](#) | [Donate](#) | [Shop](#)

Copyright 2006 - 2014 Plug In America. "Car and plug" design is a registered trademark of the Electric Auto Association.