

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Adaptación de un Sistema Electro-Mecánico Motriz a una Bicicleta

Andrés Felipe Benítez Salgado

Juan Diego Sánchez Arboleda

Alfredo Valarezo, Ph.D., Director de Tesis

Tesis de Grado presentada como requisito
para la obtención del Título de Ingeniero Mecánico

Quito, mayo de 2014

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Adaptación de un Sistema Electro-Mecánico Motriz a una Bicicleta

**Andrés Felipe Benítez Salgado
Juan Diego Sánchez Arboleda**

Alfredo Valarezo, Ph.D.
Director de Tesis

Nelson Herrera, Ing.
Miembro del Comité de Tesis

Cristina Camacho, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Alfredo Valarezo, Ph.D.
Director de Ingeniería Mecánica

Ximena M. Córdova, Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Andrés Felipe Benítez Salgado
C. I.: 1722634662

Firma: _____

Nombre: Juan Diego Sánchez Arboleda
C. I.: 1715410799

Fecha: Quito, mayo de 2014

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedicamos a nuestras familias y amigos que siempre han estado ahí para apoyarnos

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por su apoyo incondicional, a los profesores que semestre a semestre nos fueron guiando, a la Universidad San Francisco de Quito, al departamento de Ingeniería Mecánica y en especial a Alfredo Valarezo, quien siempre nos apoyó incondicionalmente en este trabajo de emprendimiento e investigativo.

Resumen

Este proyecto de tesis nace de la necesidad de crear un sistema acoplable a cualquier bicicleta que brinde transporte económico y amigable con el ambiente alineado con el plan maestro de movilidad para el Distrito metropolitano de Quito 2008-2025, que comprende en cuanto al transporte no motorizado; el fortalecimiento del sistema actual de las ciclo vías, implementación de ciclo parqueaderos y sistemas de promoción y educación.

Se analizarán técnica y comercialmente dos sistemas de propulsión con distinta potencia y diferente sistema de montaje para obtener el más adecuado para las condiciones locales.

Este proyecto incluye una investigación de los antecedentes históricos de la bicicleta eléctrica, un análisis comparativo de los sistemas existentes en el mercado enfocado en buscar el más óptimo para la geografía local, el dimensionamiento del motor tanto teórico como experimental, el proceso de montaje de los prototipos que emplean un motor eléctrico brushless DC de 36 V y 500W ubicado dentro del aro de la llanta y un motor brushed DC de 36V y 350W de potencia ubicado a la altura de los pedales, una batería de Li Ion (litio-ion) de 36 V y 9 A-h un análisis comparativo entre estos dos sistemas de propulsión que incluye discutir aspectos tanto técnicos como comerciales, el estudio de mercado para su comercialización y la posterior reingeniería para el prototipo escogido.

Abstract

This project aims to create an inexpensive and environmentally friendly transport system which can be coupled to any bike according to the master mobility plan for Quito 2008-2025 which comprises of including non-motorized transportation, strengthening the current system of bicycle routes, bicycle parking lots, and implementing promotional and educational systems.

Two systems of propulsion with different power and different mounting system will be analyzed technically and commercially in order to obtain the most suitable for local conditions.

Within this project, research about the historical background about the "ELECTRIC BICYCLE" is conducted. A comparative analysis is developed to consider the existing systems in the market searching for the most optimal for the local geography. The prototypes are going to be adapted to a commercial bicycle. These prototypes will use a 36V, 500W, DC, brushless motor, and a 36V, 350W, DC, brushed motor. Both use a 36V, 9A-h Li-Ion battery. Theoretical and experimental analysis of the motor and a comparative analysis between two propulsion systems are also developed regarding the technical and business aspects. Subsequently, an inverse engineering analysis is conducted for the chosen prototype.

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract	8
Índice de Figuras	14
CAPITULO 1	16
ANTECEDENTES	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Historia	18
1.3 Viabilidad económica	23
1.3.1 Generalidades: Suposiciones y variables a considerar	23
1.3.2 Metodología de Evaluación	26
1.3.3 Análisis y Resultados	27
1.4 Viabilidad legal del uso de bicicletas eléctricas	28
CAPITULO 2	32
DISEÑO	32
2.1 Fuente de Energía Eléctrica para las Bicicletas	33
2.2.2 Cargador de Batería.....	35
2.3 Sistema de Propulsión.....	42
2.3.1 Motor.....	42
2.3.2 Relación de Transmisión	48
2.4 Controlador	50
CAPITULO 3	52
ENSAMBLAJE	52
3.1 Ensamblaje	52
3.1.1 Motores	52
3.1.2 Bicicleta	53
3.1.3 Batería	55
2.1.4 Acelerador	57
2.1.5 Frenos	57
3.1.6 Controlador	58
3.2 Sistema Brushed/ Montado en la Cuadro	59
3.3 Sistema Brushless / Montaje en la Rueda	63
CAPITULO 4	66
ANÁLISIS DE MERCADO	66

4.1 Introducción	66
4.2 Determinación de la Muestra	66
4.3 Encuesta para determinar la demanda potencial insatisfecha	68
4.3.1 Conclusiones de la Encuesta	70
4.4 Plan de Marketing	71
4.4.1 Mercado Objetivo.....	71
4.5 Estrategia de marketing.....	72
4.5.1 Estrategia de Diferenciación	72
4.5.2 Estrategia de Diversificación	72
4.6 Mix de marketing.....	73
4.6.1 Producto.....	73
4.6.2 Precio	73
4.6.3 Plaza.....	74
4.6.4 Promoción.....	74
4.7 Ventas.....	78
4.7.1 Proyección de Ventas Anual.....	78
4.8 Aspecto Legal del Producto	79
4.9 Análisis Financiero.....	80
4.9.1 Activos fijos.....	80
4.9.2 Activos diferidos.....	81
4.9.3 Gastos mensuales.....	81
4.9.4 Variables Macroeconómicas.....	82
4.9.5 Costo de materia prima	82
4.9.6 Plantilla Laboral	83
4.9.7 Financiamiento de la Inversión.....	83
4.10 Análisis de Rentabilidad	85
4.10.1 Punto de Equilibrio (PE)	85
4.10.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)	85
4.10.3 Valor Actual Neto (VAN).....	85
4.10.4 Margen de Seguridad	86
4.10.5 Análisis Costo Beneficio.....	86
4.10.6 ROE.....	86
4.11 Resultados.....	86
4.12 Conclusiones.....	88

CAPITULO 5	89
PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS	89
5.1 Procesamiento de Datos y Análisis	89
5.2 Conclusiones de la Encuesta.....	102
CAPITULO 6	103
INGENIERIA Y DESARROLLO	103
6.1 Motor 36V 350W brushed / montado en el cuadro.....	103
6.1.1 Curva de Potencia del Motor	103
6.1.2 Duración Teórica de Batería.....	104
6.1.3 Duración Experimental de la Batería.....	104
6.2 Motor 36V 500W	104
6.2.1 Curva de Potencia del Motor	104
6.2.2 Duración Teórica de Batería.....	105
6.2.3 Duración Experimental de la Batería.....	105
6.3 Ingeniería Inversa del motor brushed (montado en los pedales).....	106
6.3.1 Housing del Motor	107
6.3.2 Ejes del motor.	110
6.3.3 Engranés	112
6.3.4 Rotor: chapas de acero al silicio y bobinado.....	113
6.3.5 Imanes del estator y escobillas.	114
6.3.5 Conclusiones.....	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
Bibliografía.....	120
ANEXOS	123

Índice de Tablas

Tabla 1 Flujo de mantenimiento de la motocicleta	25
Tabla 2 Flujo de Mantenimiento Licycle	26
Tabla 3 Análisis Valor presente	27
Tabla 4 Análisis Tasa interna de rendimiento TIR	28
Tabla 5 Tabla Comparativa entre tipos de batería	34
Tabla 6 Elementos de los distintos sistemas de propulsión	52
Tabla 7 Precio de Venta al Público	73
Tabla 8 Cotización Material POP	75
Tabla 9 Cotización Página Web	75
Tabla 10 Cotización Mailing	76
Tabla 11 Cotización Publicación en Revistas	77
Tabla 12 Presupuesto Total de Promoción	78
Tabla 13 Proyección de Ventas durante 5 años	79
Tabla 14 Proyección de Ventas Anual	79
Tabla 15 Partidas Arancelarias	80
Tabla 16 Activos fijos	81
Tabla 17 Activos diferidos	81
Tabla 18 Gastos mensuales	82
Tabla 19 Variables Macroeconómicas	82
Tabla 20 Costo de materia prima	82
Tabla 21 Tabla de Pagos del Financiamiento	85
Tabla 22 Resultados Contables Caso Optimista	86
Tabla 23 Resultados Financieros Caso Optimista	87
Tabla 24 Resultados Contables Caso Intermedio	87
Tabla 25 Resultados Financieros Caso Intermedio	87
Tabla 26 Resultados Contables Caso Pesimista	87
Tabla 27 Resultados Financieros Caso Pesimista	87
Tabla 28 Género de los Encuestados	89
Tabla 29 Calificación Sistema Montado en el Cuadro	90

Tabla 30 Calificación Sistema Montado en la Rueda	91
Tabla 31 Posesión de Bicicleta	92
Tabla 32 Frecuencia de Uso de Bicicleta	93
Tabla 33 Funcionalidad de la Bicicleta	94
Tabla 34 Razones para utilizar bicicleta dentro de la Ciudad.....	95
Tabla 35 Efectos de desplazarse en bicicleta	96
Tabla 36 Probabilidad de Uso	97
Tabla 37 Probabilidad de Compra.....	98
Tabla 38 Posibles precios de venta al público.....	99
Tabla 39 Probabilidad de Compra.....	100
Tabla 40 Probabilidad de Recomendación.....	101
Tabla 41 Costos housing del motor brushed.....	110
Tabla 42 Costo de los dos ejes del motor	112
Tabla 43 Engrane de reducción del motor	112
Tabla 44 Chapas de acero al silicio y bobinado	114
Tabla 45 Costo imanes y escobillas	115
Tabla 46 Resumen Costo motor Ecuatoriano.....	116

Índice de Figuras

Figura 1 Primera bicicleta eléctrica inventada en 1895. ((William C Morchin, 2006))	19
Figura 2 U.S. Patent 596,272, de “Crank-axle hub motor powered electric bicycle”. (William C Morchin, 2006)	20
Figura 3 U.S Patent 613,732 “ Wheel Periphery belt drive electric bicycle” (William C Morchin, 2006)	20
Figura 4 U.S Patent 627,066 “ Friction roller-wheel drive electric bicycle” (William C Morchin, 2006)	21
Figura 5 U.S Patent 3,431,994 “ multiple use of subfractional horsepower motors to drive an electric bicycle”	22
Figura 6 Diagrama Esquemático de una Bicicleta Eléctrica (Muetze & Ying, 2007)	33
Figura 7 Etapas de Carga de Batería de Plomo Acido.....	37
Figura 8 Proceso de Carga de Baterías Li-Ion	41
Figura 9 Curva T vs ω	46
Figura 10 Izquierda motor brushed y derecha motor brushless	53
Figura 11 Cuadro y llantas de alta presión.....	54
Figura 12 Parrilla y caja metálica para controlador.	54
Figura 13 Posición de la batería en el triángulo del cuadro de la bicicleta	55
Figura 14 Soporte batería.....	56
Figura 15 Acelerador y frenos	57
Figura 16 Derecha controlador brushed e izquierda controlador brushless	58
Figura 17 Placa para sujeción del motor brushed	60
Figura 18 Placa para sujeción del motor brushed (real)	60
Figura 19 Ruedas Dentadas.....	61
Figura 20 Eje	62
Figura 21 Conexión cadena motor ruedas dentadas.....	63
Figura 22 Motor Brushless	64
Figura 23 Pieza de Acople	64
Figura 24 Definición de la Muestra.....	67
Figura 25 Frecuencia de Uso de la Bicicleta Encuesta 1	68

Figura 26	Posibilidad de Compra Encuesta 1 (N/C no sabe no contesta).....	69
Figura 27	Motivo de No comprar el producto Encuesta 1	70
Figura 28	Género de los Encuestados	89
Figura 29	Calificación Sistema Montado en el Cuadro.....	90
Figura 30	Calificación Sistema Montado en la Rueda.....	91
Figura 31	Posesión de Bicicleta	92
Figura 32	Frecuencia de Uso de Bicicleta.....	93
Figura 33	Funcionalidad de la Bicicleta.....	94
Figura 34	Razones para utilizar bicicleta dentro de la Ciudad.....	95
Figura 35	Efectos de desplazarse en bicicleta	96
Figura 36	Probabilidad de Uso.....	97
Figura 37	Probabilidad de Compra.....	98
Figura 38	Posibles precios de venta al público	99
Figura 39	Probabilidad de Compra.....	100
Figura 40	Probabilidad de Recomendación.....	101
Figura 41	Desempeño Motor 36V 350W brushed (montado en el cuadro)	103
Figura 42	Desempeño Motor 36V 500W brushless (montado en la rueda).....	105
Figura 43	Motor Brushed 350W 36V (montado en los pedales).....	107
Figura 44	Proceso de inyección de aluminio (Substances & Technologies, 2012)	108
Figura 45	Pieza 1 00.1.04, Pieza 2 001.06, Pieza 3 001.02 y Pieza 4 D	109
Figura 46	Rotor y Eje	111
Figura 47	El eje de la reducción.....	111
Figura 48	Partes del rotor.....	113
Figura 49	Imanes permanentes.....	114
Figura 50	Escobillas	115

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes

En esta sección de antecedentes se explica porque se decidió investigar y darle importancia a la bicicleta eléctrica. Establecer los problemas a ser resueltos y como una bicicleta de este estilo puede mejorar el nivel de vida.

Las bicicletas eléctricas no es una invención del siglo XXI, ya que su desarrollo empieza desde el año de 1870 aproximadamente. Para entender como se ha dado la evolución de la bicicleta en el siguiente sub capitulo se explica la historia de ella. Para entrar en el tema se inicia explicando globalmente porque se da el uso de las bicicletas eléctricas en los países desarrollados.

China debido a su población y el ingreso que tiene cada persona ha desarrollado con rapidez el uso de las bicicletas eléctricas en la mayoría de sus ciudades. Esto se da, debido a la necesidad de movilizarse con mayor velocidad de un lugar a otro buscando un modo de transporte económico. Entonces las bicicletas eléctricas han ido ganando su espacio debido a la necesidad de un grupo de personas que requerían un transporte rápido, cómodo y sobre todo económico. Con el pasar del tiempo muchos países europeos han adoptado el uso de bicicletas eléctricas como medio de transporte. Alemania y Holanda son los países líderes en producir este tipo de bicicletas en Europa. Los europeos se han inclinado por el uso de las bicicletas debido al alto costo del combustible y por la

dificultad que tienen para encontrar sitios donde estacionar sus vehículos. Los Estados Unidos es uno de los países donde cada día las bicicletas eléctricas van tomando fuerza y buscando un espacio en el mercado.

Después de explicar brevemente como las bicicletas han logrado encontrar su lugar en los mercados internacionales se analiza el caso Ecuatoriano. En el Ecuador las bicicletas eléctricas forman parte de un mercado no explotado. Esto se debe a que en nuestro país los costos de combustible, estacionamiento y algunos otros factores económicos no han marcado un fuerte impacto en su población. Por esta razón en el Ecuador, nadie o casi nadie utiliza bicicletas eléctricas. Ecuador tiene un serio problema con el tráfico, principalmente en las ciudades grandes como Quito. Para los quiteños cada día es más difícil movilizarse por las calles de la capital debido a la geografía de la ciudad y por el crecimiento que ésta ha tenido en los últimos años.

El problema de movilidad en el distrito metropolitano de Quito es creciente ya que los usuarios lo evidencian en el incremento del tiempo para llegar a sus destinos y por la contaminación generada (HOY, 2009). Esto se debe, en parte, al alarmante crecimiento en el parque automotor. Según el alcalde de Quito, Augusto Barrera, en el año 2010 se registraron 450 mil automotores, con 50 mil en aumento anual para la capital, lo que representa el 45% del incremento total del país (Autos, 2012). Según este índice la estimación de velocidad de circulación en la zona económica de Quito para el año 2015 se verá muy afectada teniendo un promedio de circulación vehicular de 10km/h (Autos, 2012).

Por los factores expuestos anteriormente se decidió realizar el estudio y el desarrollo de un sistema de propulsión adaptable a cualquier bicicleta que se adapte a las condiciones de nuestra ciudad. Más adelante se explicará un breve análisis económico y la viabilidad legal del uso de las bicicletas eléctricas. En adelante, se denominará LiCycle a los prototipos de bicicletas eléctricas consideradas en este estudio.

1.2 Historia

La bicicleta fue creada como un medio de transporte, se buscaba disminuir el tiempo en cruzar una distancia. En la actualidad esta función la cumplen los automóviles, motos, trenes entre otros. La bicicleta se la utiliza como una forma de hacer ejercicio. Sin embargo existe desde hace pocos años la intención de regresar a la bicicleta como medio de transporte debido a los altos costos del combustible y debido a la conservación del medio ambiente, buscando reducir la contaminación. Tratando de resolver estos problemas aparecen las bicicletas eléctricas, las cuales pueden moverse con la fuerza que se hace al pedalear, fuerza humana, más un motor eléctrico o solo con el motor eléctrico. Es así como la bicicleta está tomando fuerza nuevamente.

Pierre Lallient fue el primero en construir una bicicleta en 1862. En 1871 James Starley patentó la "Ariel Bicycle", la cual tenía los pedales en la rueda de adelante. Después en 1888 John Dunlop usa la cadena para transmitir

movimiento y llantas con neumáticos, con esto puede construir bicicletas en donde las dos ruedas son del mismo tamaño. Entre 1901 y 1906 Sturmey Archer patentó el “planetary gear”, el cual permitía tener tres marchas en la bicicleta (low, medium & high). Después aparece un nuevo sistema desarrollado por DeRailleur, un juego de engranes ubicados en la llanta de atrás. Este sistema dejó a un lado a las marchas de Archer. En 1890 aparece la primera bicicleta eléctrica. Ogden Bolton (Jr) es el primero en patentar en los USA la primera bicicleta impulsada por baterías con un motor hub de 6 polos (dc) en 1895 (U.S. Patent 552271).

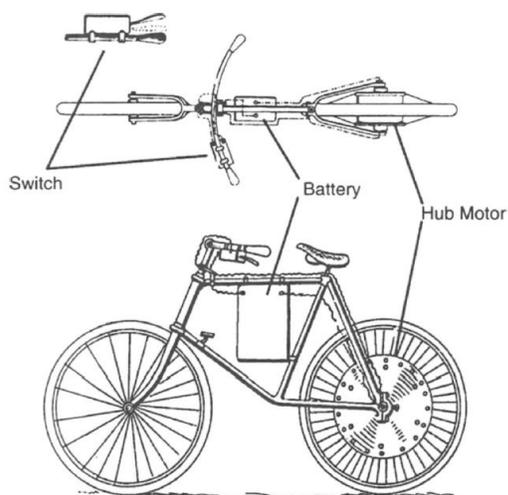
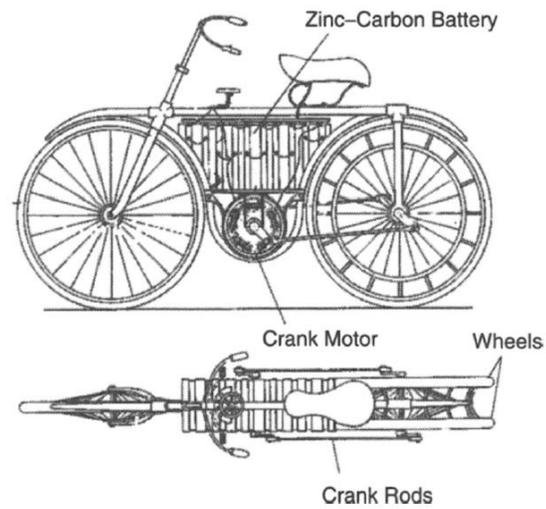


Figura 1 Primera bicicleta eléctrica inventada en 1895. (William C Morchin, 2006)

En 1897 Hosea W. Libbey patentó la primera bicicleta eléctrica (U.S. Patent 596272), en el mismo año inventó una doble batería con celdas cilíndricas para impulsar el motor brushed con conmutador.



*Figura 2 U.S. Patent 596,272, de “Crank-axle hub motor powered electric bicycle”.
(William C Morchin, 2006)*

En 1898 Mathew J. Steffens patentó un sistema con un cinturón unido a la rueda trasera (U.S. Patent 613752).

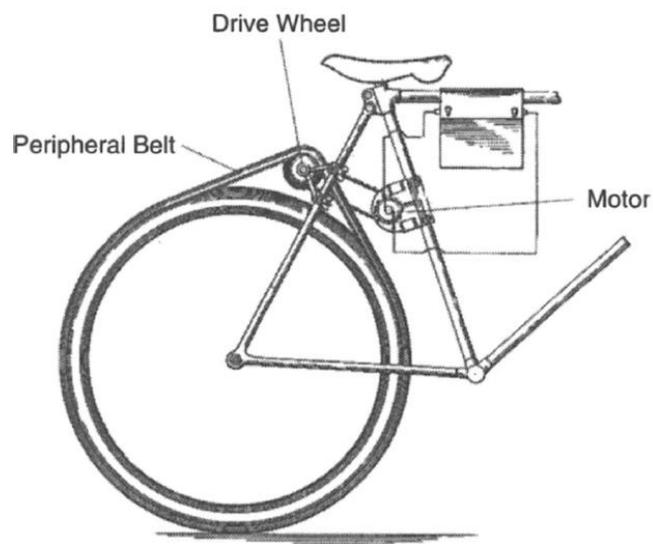


Figura 3 U.S Patent 613,732 “ Wheel Periphery belt drive electric bicycle” (William C Morchin, 2006)

John Shnepf en Nueva York patentó (US 627066.) un sistema que se colocaba en la parte superior de la rueda trasera y ésta era impulsada por una polea con motor. John también sugirió que se podría utilizar al motor como dínamo para cargar las baterías cuando la bicicleta esté bajando una colina.

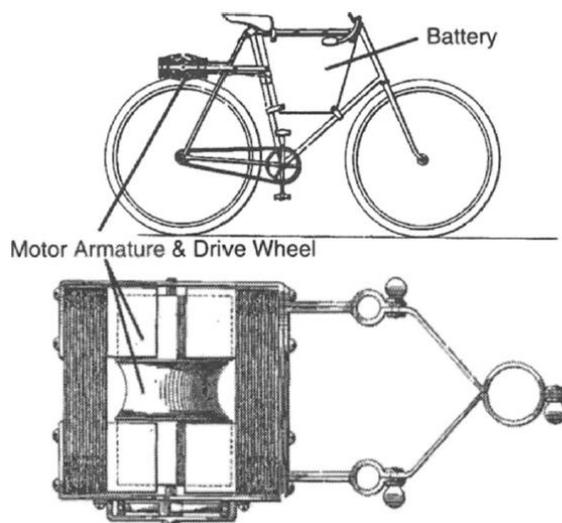


Figura 4 U.S Patent 627,066 “Friction roller-wheel drive electric bicycle” (William C Morchin, 2006)

Siguiendo el concepto de utilizar la fricción para impulsar la rueda de la bicicleta G.A Wood en 1969 utiliza 4 motores colocados en la rueda delantera más un sistema que empujaba la rueda contra la bicicleta. Cada uno de estos motores tenía su propio juego de engranes, los cuales mejoraban el torque y el control de la bicicleta.

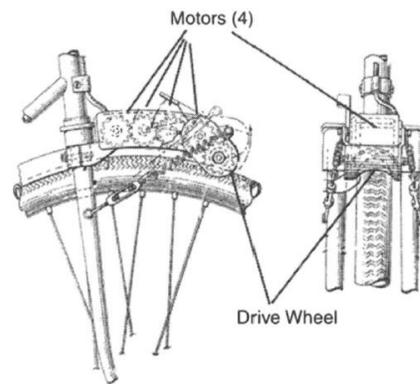


Figura 5 U.S Patent 3,431,994 “ multiple use of subfractional horsepower motors to drive an electric bicycle”

En 1990 se llega a desarrollar los detectores de torque y los sistemas para controlar la cantidad de energía que entra al motor. En los siguientes años algunas personas siguieron desarrollando este sistema, en 1997 un japonés Takada Yutka y en el 2001 Shu Shain.

Uno de los años más importante para el mundo de las bicicletas eléctricas fue cuando la empresa inglesa, Sinclair Radionics Ltd. presenta en 1992 su bicicleta eléctrica Zike. Un modelo sencillo con una batería de níquel y cadmio. La bicicleta tenía una libertad de uso sin pedalear de 1 hora aproximadamente, su peso era de 24 lb y tuvo gran acogida en el mercado. Poco a poco las baterías fueron mejorando junto a sus motores.

1.3 Viabilidad económica.

El enfoque del estudio, es brindar un análisis económico comparativo entre tres alternativas de movilidad, donde se destacan: motocicleta, bicicleta eléctrica y bus articulado; para el movimiento de las personas que realizan la mayor parte de sus actividades en zonas céntricas, donde hay mayor densidad del parque automotor en la ciudad de Quito y necesitan un sistema de transporte eficiente. Sin embargo, para fines de estudio, se toma una muestra de la población objetivo, como son el área de entrega y recepción de boletas de los estudios jurídicos. Este análisis busca encontrar la mejor alternativa, tomando en consideración variables cuantificables.

1.3.1 Generalidades: Suposiciones y variables a considerar

El presente estudio está ligado a una serie de variables y suposiciones que son indispensables al momento de abordar y resolver problemas de ingeniería. Que en este caso se remite a la comparación de los beneficios del uso de una máquina: la bicicleta eléctrica. Todo el material que se basa en el tiempo, como las tasas de impuestos, valor del combustible, indicadores de riesgo-país, tasas de efectivas vigentes en el Ecuador e índices de costos, están actualizadas para que se refleje la información más reciente en el estudio realizado.

Asimismo, para sintetizar, obtener conclusiones y poder tomar decisiones en el presente estudio, se consideraron todos los elementos básicos para los flujos de efectivo de cada alternativa, tales como: ingresos, egresos, costos anuales de

mantenimiento y de operación, costos fijos de transporte que son regulados por el estado, horizontes de tiempo, tasas efectivas de interés y valor de salvamento.

En este punto cabe resaltar que al ser un proyecto que tiene como finalidad comparar la viabilidad de las diferentes alternativas de movilidad se busca determinar cuál es el ahorro que se puede obtener en comparación a cada una de ellas (e.j. bus, taxi, trolebús, etc.), por lo tanto, los ingresos serán considerados como los ahorros asociados al beneficio de los interesados.

Los datos de mantenimiento se pueden ver en las tablas 1 y 2

FLUJO DE MANTENIMIENTO DE LA MOTOCICLETA								
Tarea	Razón De mantenimiento	Ciclo de Mantenimiento Cada mes	Costo de Mantenimiento (Dólares)	Costo 1er año	Costo 2do año	Costo 3er año	Costo 4to año	Costo 5to año
Lubricar y ajustar Cadena	Prolongada vida de uso	2	31,84	191,04	200,592	210,6216	221,15268	232,210314
Cambio de aceite y Filtro de Motor	Longevidad del motor	4	40	120	126	132,3	138,915	145,86075
Cambio de Bujías	Controlar la combustión del motor	11	15,28	16,6690909	17,5025455	18,3776727	19,2965564	20,2613842
Cambio De Filtro de aire	Mejora el consumo del motor debido a la longevidad del mismo.	24	23	11,5	12,075	12,67875	13,3126875	13,9783219
Ajuste de válvulas	Longevidad del motor	8	3,82	5,73	6,0165	6,317325	6,63319125	6,96485081
Cambio de Pasillas de Freno	Frenado Seguro Evita daños Costosos en el disco	24	65,73	32,865	34,50825	36,2336625	38,0453456	39,9476129
Cambio liquido Refrigerante	Mantiene la temperatura adecuada del motor	9	50,94	67,92	71,316	74,8818	78,62589	82,5571845
Cambio De Embrague	Funcionamiento correcto del sistema	20	38,21	22,926	24,0723	25,275915	26,5397108	27,8666963

Tabla 1 Flujo de mantenimiento de la motocicleta

FLUJO DE MANTENIMIENTO LYCICLE								
Tarea	Razón de Mantenimiento	Ciclo de Mantenimiento Cada mes	Costo de Mantenimiento (Dólares)	Costo 1er año	Costo 2do año	Costo 3er año	Costo 4to año	Costo 5to año
Revisión Eléctrica	Desgaste de Terminales y Contactores	6	25	50	52,5	55,125	57,88125	60,7753125
Ajustes y calibración	AJUSTE DE PERNOS Y Partes mecánicas	4	10	30	31,5	33,075	34,72875	36,4651875
Cambio de cableado eléctrico	Desgaste de cable debido a su uso	12	30	30	31,5	33,075	34,72875	36,4651875
Cambio de frenos	Desgaste por el uso	2	10	60	63	66,15	69,4575	72,930375
Cambio de batería	Desgaste de la batería	30	250	100	105	110,25	115,7625	121,550625

Tabla 2 Flujo de Mantenimiento Licycle

1.3.2 Metodología de Evaluación

Para el análisis comparativo de alternativas, se utilizó un conjunto de herramientas de ingeniería económica, entre las que se destacan: el análisis del valor anual (VAN) y el análisis de tasa de rendimiento (TIR) para alternativas múltiples. Para comparar los resultados del TIR se utilizara la TMAR (tasa mínima atractiva de rendimiento) de 10.68%, la cual se obtiene de la tasa pasiva de rendimiento, que sería el valor que pagaría un banco al momento de hacer una inversión más el porcentaje del riesgo

país. Con esto se pretende elegir la mejor alternativa de las propuestas en base a fundamentos objetivos de la ingeniería económica.

1.3.3 Análisis y Resultados

En base a los análisis económicos realizados, el (VAN) **tabla 3**, y el análisis de alternativas múltiples (TIR) **tabla 4** se pudo determinar que la mejor alternativa es la bicicleta eléctrica. En el valor actual neto se puede ver que el costo de la bicicleta es menor que las otras dos alternativas, esto quiere decir que es conveniente invertir en Lycycle. En el análisis de alternativas múltiples la bicicleta eléctrica fue la ganadora después de competir: bicicleta vs la motor uno y a la bicicleta vs el bus. En la comparación de motocicleta vs bicicleta el análisis nos dice que invertir \$ 100 dólares más en comprar una la bicicleta eléctrica es 312% mejor que haber comprado una Motor Uno. En el caso del bus vs bicicleta el análisis muestra que invertir \$ 1200 en una bicicleta eléctrica es 73% mejor que no invertir nada y seguir utilizando el bus.

Años	Flujo de caja Lycycle para 5 años				Flujo de caja Motor Uno para 5 años				Flujo de caja Bus para 5 años			
	Inversion inicial (\$)	Mantenimiento (\$)	Costo movilización (\$)	Costo total (\$)	Inversion inicial (\$)	Mantenimiento (\$)	Costo movilización (\$)	Costo total (\$)	Inversion inicial (\$)	Mantenimiento (\$)	Costo movilización (\$)	Costo total (\$)
0	-1200	-	-	-1200	-1100	-	-	-1100	-	-	-	-
1	-	-270,0	-7,70	-277,7	-	-468,7	-116,75	-585,4	-	-	-1170,0	-1170,0
2	-	-283,5	-8,08	-291,6	-	-492,1	-122,58	-614,7	-	-	-1228,5	-1228,5
3	-	-297,7	-8,49	-306,2	-	-516,7	-128,71	-645,4	-	-	-1289,9	-1289,9
4	-	-312,6	-8,91	-321,5	-	-516,7	-135,15	-651,8	-	-	-1354,4	-1354,4
5	-	-328,2	-9,36	-337,5	-	-542,5	-141,91	-684,4	-	-	-1422,1	-1422,1
			VAN	(\$ 2.201,76)			VAN	(\$ 3.292,70)			VAN	(\$ 5.027,67)

Tabla 3 Análisis Valor presente

Fujo de caja anuales				Análisis Tasa interna de rendimiento TIR			
Años	Costo Bicicleta (\$)	Costo Motocicleta (\$)	Costo Bus (\$)	TMAR 10,68%	Motocicleta VS Bicicleta	Bus VS Bicicleta	Ganador análisis TIR
0	-1200,0	-1100,0	-	Se tomó el riesgo país de \$ 615 y un a TR pasivo de 4,53%	-100,0	-1200,0	En los dos casos el TIR fue mayor que el TMAR por lo tanto se selecciona como la mejor alternativa a la bicicleta (Lycicle)
1	-277,7	-585,4	-1170,0		307,7	892,3	
2	-291,6	-614,7	-1228,5		323,1	936,9	
3	-306,2	-645,4	-1289,9		339,2	983,8	
4	-321,5	-651,8	-1354,4		330,4	1033,0	
5	-337,5	-684,4	-1422,1	346,9	1084,6		
Total	-2734,5	-4281,7	-6465,0	TIR	312%	73%	

Tabla 4 Análisis Tasa interna de rendimiento TIR

1.4 Viabilidad legal del uso de bicicletas eléctricas.

En esta sección se describe la viabilidad legal de la comercialización de una bicicleta eléctrica. Se discute los deberes y derechos que se tiene cuando se adquiere una bicicleta eléctrica.

Según el “REGLAMENTO DE DEFINICIONES DE PALABRAS USADAS EN TRANSITO TERRESTRE” y la Resolución 88 del Registro Oficial 136 de 23-dic-1963 que se encuentra en Estado: Vigente y aprobada por el MINISTRO DE GOBIERNO Y POLICIA. Se ha definido una bicicleta eléctrica como: MOTOBICICLETA.- Bicicleta con motor adaptado que produce una fuerza no mayor de cinco caballos.

Para el uso de una bicicleta eléctrica se deben tener algunas consideraciones.

Debido a la falta de información acerca de la bicicletas eléctricas en nuestro país, aquellas persona que utilicen estas bicicletas están sujetos al cumplimiento de la

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y su respectivo reglamento (artículos aplicados a ciclistas y bicicletas), por ejemplo:

En el Art. 139.- “Incurrir en contravención leve de primera clase y serán sancionados con multa equivalente al cinco por ciento de la remuneración básica unificada del trabajador en general y reducción de 1,5 puntos en su licencia de conducir:

l) Los peatones que en las vías públicas no transiten por las aceras o sitios de seguridad destinados para el efecto;

o) Los ciclistas y motociclistas que circulen por sitios en los que no esté permitida su circulación;

En los casos señalados en las contravenciones l), m), n), o), p), q), r) y s) a los conductores de motocicletas, ciclistas, y peatones en general, se los sancionará única y exclusivamente con la multa pecuniaria establecida en el presente artículo.”

Es decir que una persona que utilice una bicicleta eléctrica podría ser multada hasta por \$12 dólares si no cumple esta normativa

En el Art. 141.- “Incurrir en contravención leve de tercera clase y serán sancionados con multa equivalente al quince por ciento de la remuneración básica unificada del trabajador en general, veinte horas de trabajo comunitario y reducción de 4,5 puntos en su licencia de conducir:

c) El que condujere un vehículo en sentido contrario a la vía normal de circulación, siempre que la respectiva señalización esté clara y visible;

l) El conductor que haga cambio brusco o indebido de carril;

- n) Los conductores que lleven en sus brazos o en sitios no adecuados a personas, animales u objetos;
- t) Los conductores de vehículos de transporte público masivo que se negaren a transportar a los ciclistas con sus bicicletas, siempre que el vehículo se encuentre adecuado para transportar bicicletas;
- u) Los conductores que no respeten el derecho preferente de los ciclistas en los desvíos y avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas y ciclo-vías;
- v) El conductor que invada con su vehículo, circulando o estacionándose, las vías asignadas para uso exclusivo de los ciclistas;
- x) Los conductores de motocicletas o similares que transporten a un número de personas superior a la capacidad permitida del vehículo, de conformidad con lo establecido en el Reglamento;

En los casos señalados en las contravenciones w), x) y y) a los conductores de motocicletas, ciclistas, y peatones en general, se los sancionará única y exclusivamente con la multa pecuniaria establecida en el presente artículo.

A pesar de estar protegidos por la ley se debe tener mucho cuidado al circular en una bicicleta por las vías. Ya que existe algunas personas que no respetan estas disposiciones.”

Los derechos de los ciclistas se encuentran en el siguiente artículo

“Art. 204.- Los ciclistas tendrán los siguientes derechos:

- a) Transitar por todas las vías públicas del país, con respeto y seguridad, excepto en aquellos en la que la infraestructura actual ponga en riesgo su seguridad,

como túneles y pasos a desnivel sin carril para ciclistas, en los que se deberá adecuar espacios para hacerlo;

b) Disponer de vías de circulación privilegiada dentro de las ciudades y en las carreteras, como ciclo vías y espacios similares;

c) Disponer de espacios gratuitos y libres de obstáculos, con las adecuaciones correspondiente, para el parqueo de las bicicletas en los terminales terrestres, estaciones de trolebús, metro vía y similares;

d) Derecho preferente de vía o circulación en los desvíos de avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas y ciclo vías;

e) A transportar sus bicicletas en los vehículos de transporte público cantonal e interprovincial, sin ningún costo adicional. Para facilitar este derecho, y sin perjuicio de su cumplimiento incondicional, los transportistas dotarán a sus unidades de estructuras portabicicletas en sus partes anterior y superior; y,

f) Derecho a tener días de circulación preferente de las bicicletas en el área urbana, con determinación de recorridos, favoreciéndose e impulsándose el desarrollo de ciclo paseos ciudadanos.”

Es importante aclarar que para el uso de una bicicleta, sea esta eléctrica o no, no se necesita licencia, matricula, soat o cualquier otro tipo de requisito que se necesita para manejar una moto, lo cual se considera una ventaja al compararse con las motocicletas, donde obtener una licencia a través de un curso de capacitación es mandatorio.

CAPITULO 2

DISEÑO

Para iniciar el diseño de la bicicleta se debe establecer los factores bajo los cuales va a ser fabricada, para de esta manera controlar el presupuesto a emplearse y optimizar su etapa de producción.

Entre los lineamientos principales a ser tomados en cuenta están:

- 1) El tipo de motor y su ubicación ya que esto define la potencia, el torque y la cantidad de asistencia hacia el ciclista.
- 2) La batería establece el nivel de autonomía del equipo y la cantidad de energía entregada al sistema.
- 3) El controlador limita la corriente entregada al sistema y maneja la interfaz con el usuario.
- 4) De igual manera se debe controlar la seguridad del usuario por lo que el diseño del cuadro es de extrema importancia así como controlar el peso total del sistema.

En la figura 6 se puede apreciar el esquema básico de una bicicleta eléctrica

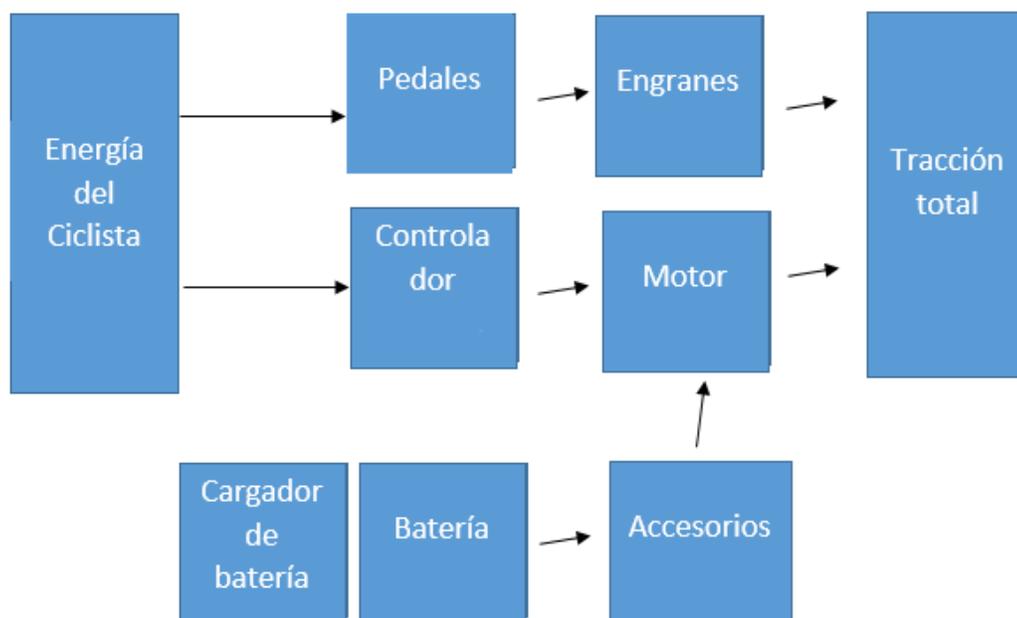


Figura 6 Diagrama Esquemático de una Bicicleta Eléctrica (Muetze & Ying, 2007)

2.1 Fuente de Energía Eléctrica para las Bicicletas

2.1.1 Baterías

2.1.1.1 Baterías Introducción

El principio fundamental de las baterías es una reacción electroquímica descubierta en 1799 por Alessandro Volta, quien creó una batería con platinas metálicas y carbón mojado en salmuera. Es en su honor que la unidad de fuerza electromotriz lleva el nombre.

La reacción electroquímica consta de un ánodo, un cátodo y un electrolito; donde el ánodo experimenta una reacción de oxidación en la cual dos o más iones del electrolito se combinan con el ánodo produciendo un compuesto y liberando electrones. A su vez el cátodo experimenta una reacción de reducción donde tanto la

sustancia catódica, los iones y los electrones libres se combinan para formar compuestos. Entonces mientras el ánodo se encarga de producir electrones, el cátodo se encarga de absorberlos; produciendo así electricidad hasta que alguno de los electrodos se quede sin las sustancias necesarias para realizar el proceso.

En baterías recargables el proceso es reversible es decir que cuando energía eléctrica es suministrada a la batería desde una fuente externa el flujo de electrones de negativo a positivo se revierte y la carga es restaurada.

Las baterías de acumulación se definen por tres características básicas: la cantidad de energía que puede almacenar (Wh), la máxima corriente que puede entregar en descarga(Ah) y la profundidad de descarga que puede sostener (Zamorano, 2008)

2.1.1.2 Tipos de batería

Los distintos tipos de batería que se encuentran en el mercado se detallan a continuación en la tabla 5.

	SLA	Ni Cd	Ni Mh	Li Ion
wh/kg	41	39	95	128
Ciclos de Uso (Hasta el 80% de la capacidad inicial)	200-300	1500	300-500	500-1000
Tiempo de carga rápida	8-16h	1h	2-4h	2-4h
Auto descarga mensual (a temperatura ambiente)	5%	20%	30%	10%
Voltaje Nominal de Celda	2V	1,25V	1,25V	3,6V
Temperatura de Operación (°C)	-20 a 60	-40 a 60	-20 a 60	-20 a 60
Mantenimiento Requerido	3 a 6 meses	30 a 60 días	60 a 90 días	no requerido
Costo Referencial	\$25 (6V)	\$50 (7,2V)	\$60 (7,2)	\$100 (7,2V)

Tabla 5 Tabla Comparativa entre tipos de batería

2.2.2 Cargador de Batería

La nueva y sofisticada tecnología dentro de un cargador es clave para un uso económico y eficiente de las baterías de un vehículo eléctrico debido a que el desempeño y la longevidad de las baterías recargables dependen en gran medida de la calidad del cargador.

2.2.2.1 Funciones Básicas del Cargador

El cargador de una batería debe cumplir funciones básicas como: suministrar energía a la batería desde una fuente pública AC hasta alcanzar su estado máximo de carga y realizar esta recarga de tal manera que preserve la vida útil de la batería.

Para poder conocer el estado de la batería durante el uso los cargadores deben proveer un control del flujo de corriente tanto en carga como en descarga ya que un voltímetro no puede indicar el estado de carga porque el voltaje terminal de la batería depende de la carga y de la temperatura.

A su vez, existen cargadores con protección de temperatura. Cuando la temperatura ambiente alcanza niveles de congelación, el cargador se detiene o disminuye el flujo de corriente dependiendo el tipo de batería, en cambio cuando la temperatura alcanza valores altos la carga solo se da lugar cuando la temperatura de la batería se ha normalizado. (Buchmann, 2011)

Existen también cargadores con una característica de “boost” que permite cargar baterías de litio que han estado descargadas por un tiempo considerable. Cuando una batería de Litio es almacenada luego de ser descargada y el proceso de auto descarga se ha encargado de llevar el voltaje debajo del valor mínimo es necesario aplicar una pequeña corriente que permita activar el circuito de protección hasta 2.2 -

2.9 V por celda (Buchmann, 2011) , luego de lo cual el proceso normal de carga toma lugar. Sin embargo si las celdas de una batería de litio han llegado por debajo de 1.5 V por celda por más de una semana no se debe aplicar este método.

2.2.2.2 Características de la Batería para cargarse

2.2.2.2.1 Batería de Plomo con Acido (SLA)

Las baterías de plomo con ácido utilizan un algoritmo basado en el voltaje. Una batería de plomo puede tardar entre 12-16 h hasta 36-48 horas para cargarse según sea el tamaño de la misma, sin embargo con altas corrientes de carga y un método de carga multi etapas se logra reducir el tiempo hasta 10 horas o menos (Buchmann, 2011).

El proceso de carga de una batería de plomo se lleva a cabo en tres etapas, carga de corriente constante, carga de cubierta y carga flotante. La primera etapa toma aproximadamente la mitad del tiempo proveyendo la mayor parte de la carga , luego la segunda etapa continua la carga con menor corriente hasta saturar la batería y finalmente la carga flotante compensa las pérdidas causadas por la auto descarga. En la figura 7 se ilustra estas etapas, donde se puede observar como en la primera etapa se aumenta el voltaje con corriente constante, mientras que en la segunda el voltaje alcanza su valor máximo y la corriente decrece y en la tercera el voltaje y la corriente alcanzan valores mínimos.

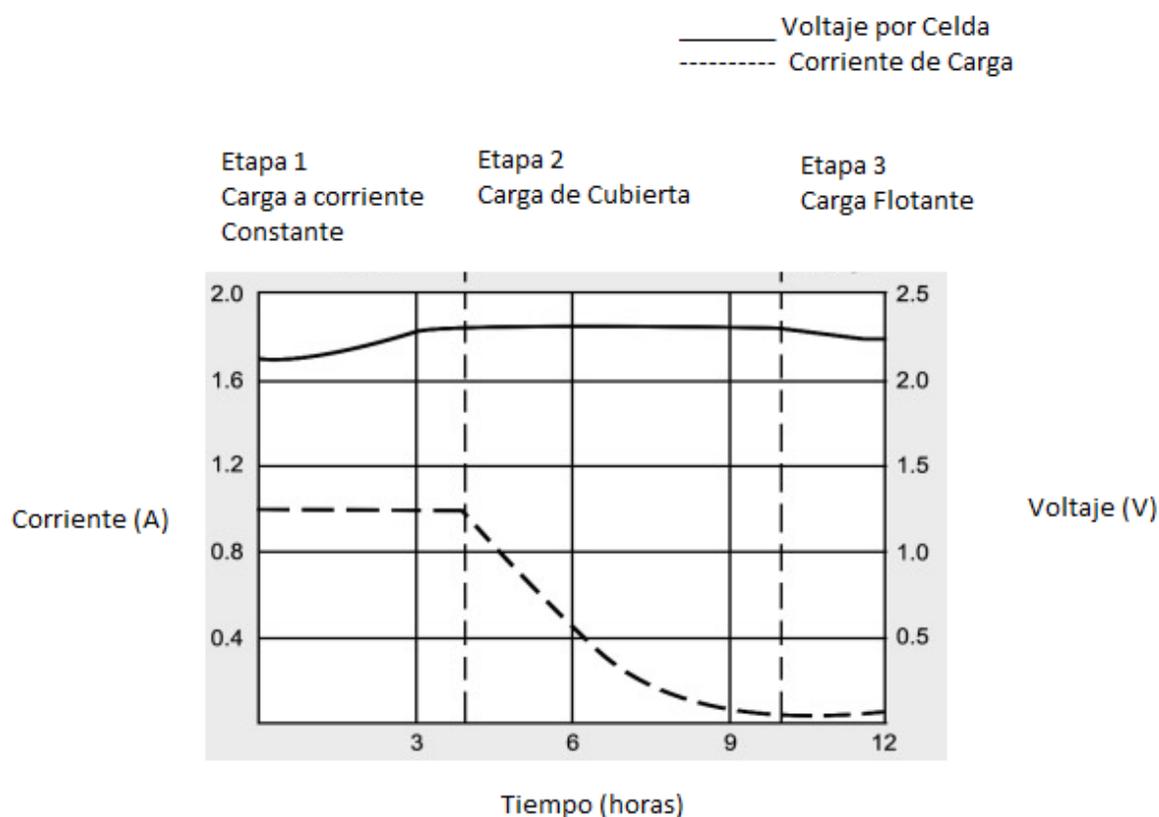


Figura 7 Etapas de Carga de Batería de Plomo Acido

La carga de cubierta es de suma importancia ya que caso contrario la batería eventualmente pierde la capacidad de aceptar toda la carga y el rendimiento disminuirá debido a la sulfatación y la carga flotante mantiene la batería en carga completa.

El cambio entre la primera y segunda etapa ocurre cuando se ha alcanzado el límite de voltaje, la corriente empieza a disminuir y la batería se empieza a saturar. Se alcanza carga plena cuando la corriente disminuye hasta el 3% de la corriente nominal.

Cargar la batería por encima de los valores nominales de la misma solo crea exceso de energía que se transforma en calor y daña la batería.

2.2.2.2.2 Batería de Níquel- Cadmio (Ni Cd)

Las baterías de níquel- cadmio requieren un mayor cuidado al ser cargadas que las de plomo y ácido, principalmente por el riesgo a ser sobrecargada. Una vez que la carga es completada se empieza a generar oxígeno en el electrodo de níquel, este oxígeno se esparce a través del separador y reacciona con el electrodo de cadmio y forma hidróxido de cadmio. Esto provoca una disminución en el voltaje de las celdas que puede ser empleado para determinar que la carga ha sido completada (Lund), pero a su vez es un gran riesgo porque este exceso de oxígeno genera aumento en la presión y temperatura interna que puede causar que las celdas pierdan electrolito e incluso en casos extremos que llegue a explotar.

Para controlar estos inconvenientes se ha desarrollado diferentes tipos de cargadores; los cuales varían según el grado de complejidad y el costo y por lo tanto el precio.

El cargador de Ni-Cd tradicional emplea un sistema de corriente constante que mediante un regulador de corriente se encarga de mantenerla constante a un nivel de $C/10$ donde C es la capacidad nominal de la batería en Ah. Este método de carga no tiene ninguna manera de detectar cuando la batería está totalmente cargada, por lo tanto los cargadores más simples necesitan que el usuario desconecte la batería tras un tiempo predeterminado. Cargadores más avanzados incluyen un temporizador o algunos incluso un termistor para controlar la variación de temperatura.

Para controlar la variación de temperatura los cargadores más económicos emplean un termistor en superficie de la celda, lo cual es inexacto debido a que la temperatura en el núcleo es mayor que en la superficie, por lo tanto existen cargadores más avanzados que emplean microprocesadores que en lugar de funcionar bajo un valor fijado de temperatura, miden la variación de la misma en función del tiempo (dT/dt), la carga termina cuanto la variación alcanza 1°C por minuto.

Un método de control más preciso que el control de temperatura es el control por voltaje conocido como *negative delta V* (NDV) (Buchmann, 2011); el cual mediante un micro controlador en el cargador determina cuando la batería está cargada al detectar una caída de voltaje generalmente igual a 10mV en cada celda.

La velocidad de carga para obtener esta caída de voltaje debe ser igual a C/2 o mayor ya que cargas más lentas generan una caída de voltaje menos definida que es difícil de medir. Además como dispositivo de seguridad algunos cargadores disponen de un circuito que detiene la carga al alcanzar un estado estable del voltaje previamente determinado.

Para evitar el efecto memoria existen cargadores con circuitos de descarga que se encargan de descargar completamente la batería para luego volverla a cargar.

2.2.2.2.3 Batería de Níquel y Metal Hidruro (Ni Mh)

El algoritmo de carga de una batería NiMh es similar a una de NiCd pero a diferencia de la batería de níquel cadmio el NDV debe detectar caídas de voltaje de 5 mV por celda, por lo tanto para asegurar un buen desempeño se aumentan circuitos de

variación de temperatura, de voltaje en estado estable, temperatura máxima y temporizadores.

Los cargadores más avanzados emplean un método conocido como “carga de paso diferencial” en la cual el cargador va a suministrar carga a una tasa inicial de 1C hasta alcanzar un umbral de voltaje, luego va a permitir que la batería se enfríe por unos minutos y luego suministrara más carga con una corriente menor; este proceso se repite hasta que la batería este completamente cargada.

El proceso de carga lenta, es decir a una tasa de 0.1C a 0.3C es difícil sino imposible en este tipo de baterías, ya que los perfiles de voltaje y temperatura no presentan características definidas para poder usarlos para determinar el estado de carga completo, por lo tanto el único método de control en este método de carga es un temporizador. Método que es de poca utilidad al cargar baterías parcialmente cargadas o que debido al envejecimiento han perdido su capacidad inicial y puede provocar graves daños a la misma.

2.2.2.2.4 Batería de Ion de Litio (Li-ion)

Las baterías de litio tienen un proceso de carga similar a las de plomo con la diferencia de que cada celda tiene un voltaje mayor, su tolerancia es más estricta y no acepta ningún tipo de sobrecarga, por lo que no existe carga flotante con las baterías de litio. La mayoría de las celdas se cargan hasta 4.2V con una tolerancia de +/- 50mV, voltajes mayores a pesar que podrían incrementar la capacidad provocan oxidación de las celdas que a la larga reduce la vida útil de la batería.

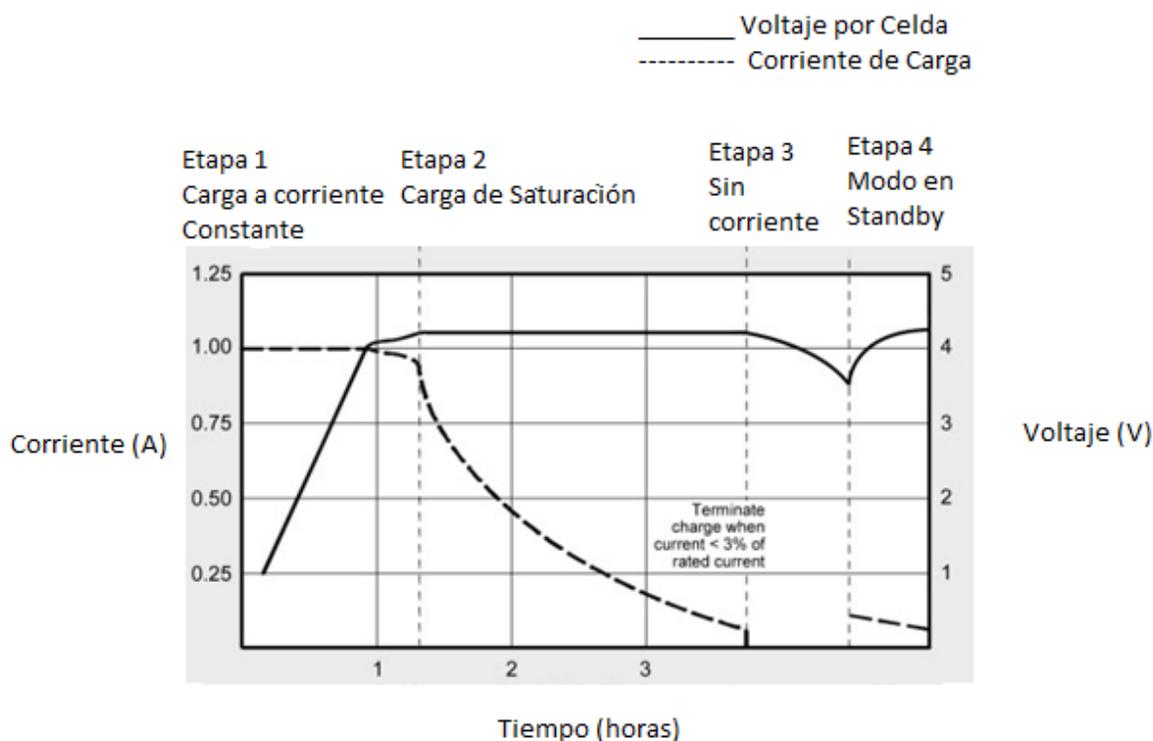


Figura 8 Proceso de Carga de Baterías Li-Ion

Como se observa en la figura 8 el proceso de carga de una batería de Litio consta de cuatro pasos, el primero aumenta el voltaje a corriente constante, hasta que este alcanza un umbral, luego a voltaje constante se reduce progresivamente la corriente hasta que esta alcanza un valor predeterminado o se nivela al final de la segunda etapa, la tercera y cuarta etapa es aplicada por algunos cargadores cuando el voltaje por celda baja hasta un nivel de 4.05 V.

La tasa de carga de una batería de litio esta entre C/2 y 1C en la primera etapa y el tiempo de carga es de alrededor de 3 horas.

Aumentar la corriente de carga no acelera el proceso de carga completa a pesar de que la batería llegara al voltaje pico más rápido, la segunda etapa es decir la carga de saturación demorara más tiempo. Las baterías de Litio no necesitan estar totalmente cargadas, de hecho es recomendable no hacerlo debido a que un voltaje alto desgasta la batería, por lo tanto bajar el umbral de voltaje o eliminar la carga de saturación prolongara la vida útil de la batería pero afectara al autonomía que se alcance con la misma.

Se debe tener cuidado con sobrecargar o sobre descargar este tipo de baterías ya que en caso de sobrecarga la batería se vuelve inestable formando chapado de litio metálico en el ánodo mientras que el cátodo se vuelve un agente oxidante perdiendo estabilidad y produciendo dióxido de carbono y la presión aumenta. En el caso de sobre descarga existe la posibilidad de formación de cobre dentro de las celdas que pueden llegar a provocar un corto circuito que en el caso de ser recargadas se vuelven inestables, generando excesivo calor o mostrando otras anomalías. Con el fin de evitar esto las baterías de litio tienen un circuito que impide que alcance estas condiciones.

2.3 Sistema de Propulsión

2.3.1 Motor

Los motores eléctricos son máquinas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Su funcionamiento se basa en las fuerzas electromagnéticas existentes entre el imán y el bobinado. Los motores empleados en bicicletas eléctricas son casi en su totalidad motores de imanes permanentes con o sin escobillas. Los motores de imanes permanentes tienen la densidad de potencia más alta.

2.3.1.1 Dimensionamiento del Motor

2.3.1.1.1 Método Analítico

Para dimensionar el motor de manera correcta, se debe tener en cuenta las fuerzas que se deben vencer como son: resistencia del viento, fricción de las llantas y capacidad para subir cuestas.

En cuanto a subir cuestas se debe tomar en consideración la masa total, la velocidad que se desea alcanzar y la pendiente de la carretera; por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 P_w &= F * V \\
 F &= mgP \\
 P_w &= mgVP \text{ [W]} \qquad (1)
 \end{aligned}$$

Dónde:

m= masa total incluyendo motor, batería y usuario [kg]

g= gravedad [m/s²]

V= velocidad alcanzada [m/s]

P= pendiente [%]

F= fuerza [N]

Potencia para superar la resistencia del viento

En primer lugar se debe encontrar la fuerza en N para superar la resistencia del viento.

$$F_w = \frac{C_d \rho A (V_w + V_g)^2}{2} \qquad (2)$$

C_d = coeficiente de arrastre

ρ = Densidad del aire [kg/m³]

$$\rho = 1.2e^{-0.143h}$$

A= área frontal [m²]

V_w = Velocidad del viento [m/s]

V_g = Velocidad relativa al suelo [m/s]

Luego, partiendo de $P_W = F * V$ (3), tenemos que

$$P_W = \frac{C_d \rho A (V_w + V_g)^2 V_g}{2} \quad (4)$$

Potencia para superar la fricción con el suelo

Además de analizar la potencia para superar al viento y a la cuesta, se debe analizar la fuerza de fricción ya que esta se opone al movimiento.

$$P_w = mgV\mu \quad (5)$$

m= masa total incluyendo motor, batería y usuario [kg]

g= gravedad [m/s²]

V= velocidad alcanzada [m/s]

μ = coeficiente de fricción

Potencia de Aceleración

En caso de que el usuario también ejerza fuerza sobre los pedales, la potencia ejercida por el usuario deberá restarse de la potencia requerida por el motor. Se acostumbra iniciar la bicicleta con un empuje o un leve pedaleo, de no ser así toda la fuerza de arranque caerá únicamente en el motor.

En el instante en que la bicicleta empieza a moverse el motor no entrega potencia alguna al sistema porque no existe velocidad, sin embargo si entrega el trabajo para que la bicicleta inicie su movimiento.

Para encontrar la potencia necesaria para la aceleración, se debe encontrar, primero la distancia total recorrida, luego conociendo que trabajo es igual a fuerza por distancia y que la potencia en la variación del trabajo en función del tiempo se obtiene:

$$P_W = \frac{mgt a^2}{2} \quad (6)$$

Dónde:

m= masa total incluyendo motor, batería y usuario [kg]

g= gravedad [m/s²]

t= tiempo [s]

a= aceleración [m/s²]

Por lo tanto, para determinar la potencia total necesaria del motor se debe sumar todas las potencias previamente mencionadas, además se debe tomar en cuenta la eficiencia del motor y de la transmisión.

Este diseño considera un peso total de 100 kg, una velocidad máxima de 25 km/h, un usuario con posición erguida una pendiente máxima del 4% o a su vez una velocidad máxima de 8 km/h con una pendiente máxima de 16%, que dan como resultado una potencia requerida de 429.7 W.

2.3.1.1.2 Método Experimental

El dimensionamiento del motor de una bicicleta eléctrica tiene que ver con los requerimiento de la carga y con la relación torque-velocidad angular (T vs ω). En el caso de pedalear una bicicleta esta curva se aproxima a la indicada en la figura 9. Esta curva es diferente para cada usuario ya que varía según la pendiente, el peso total y la fuerza del pedaleo. La relación torque velocidad no es lineal, sin embargo se observa que el torque es máximo para velocidades que tienden a cero y que va disminuyendo a medida que aumenta la velocidad y es prácticamente despreciable en velocidades altas.

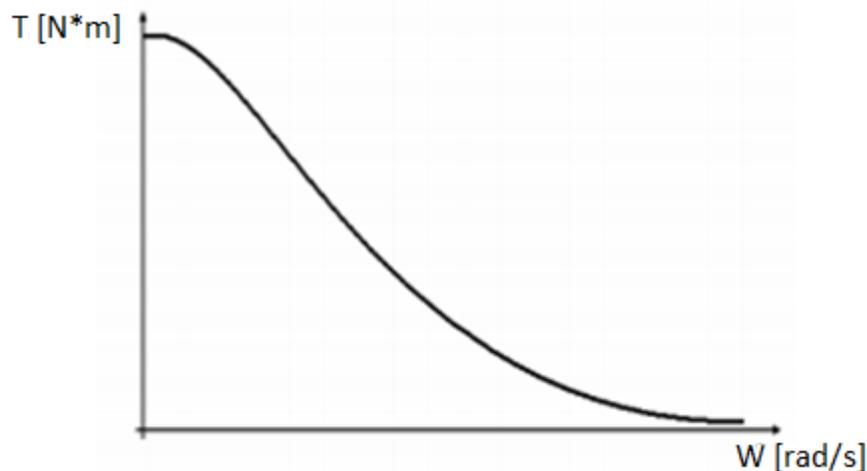


Figura 9 Curva T vs ω

La Escuela Politécnica Nacional a cargo de Nelson Sotomayor realizó un análisis del torque máximo que ejerce un usuario con un peso total de 100 kg (bicicleta y ciclista), para esto se ubicó una celda de carga en un brazo equivalente a la biela hecho de aluminio con dimensiones similares a la biela de la bicicleta. (Haro , Valladares, & Sotomayor)

El torque máximo se consigue cuando el ángulo entre la fuerza aplicada al pedal y el vector distancia, desde el punto de aplicación del eje es de 90° . Esto ocurre una vez por ciclo y en el mismo punto. (Haro , Valladares, & Sotomayor).

Después de realizar los cálculos se obtiene un torque máximo de 88.2 N.m. Este torque se alcanzará en velocidades bajas por lo tanto se toma una velocidad mínima de 6 km/h que es la velocidad promedio a la cual camina una persona, la bicicleta tiene ruedas de 26 pulgadas de diámetro por lo tanto la velocidad mínima es 5.07 rad/s

$$P = \tau * \omega \quad (7)$$

$$P = 88.2 \text{ N} \cdot \text{m} * 5.07 \text{ rad/s}$$

$$P = 447.1 \text{ W}$$

Por lo tanto, al comparar el método analítico con el experimental y sobredimensionando el motor para compensar las pérdidas eléctricas y mecánicas y aproximar este valor a una potencia existente en el mercado se concluye que el motor debe tener una potencia igual a 500 W.

2.3.1.2 Clasificación de los Motores Eléctricos

2.3.1.2.1 Motores de Corriente Continua

Brush and Commutator Motor

El motor de corriente directa, funciona con un imán permanente en el estator y un electroimán en el rotor, que gira libremente en torno a un eje. El electroimán es

alimentado a través del contacto entre las escobillas y el conmutador. Las escobillas permanecen fijas mientras que el conmutador gira con el rotor.

El electroimán gira hasta que su polo sur se encuentre con el polo norte del imán permanente; luego el conmutador se encarga de alterar el sentido de la corriente que pasa por el rotor alterando así su campo magnético y generando un movimiento continuo.

Brushless DC motor

El motor DC sin escobillas permite colocar los imanes permanentes en el rotor y los electroimanes en el estator y de esta manera reemplazar las escobillas con un switch eléctrico externo sincronizado con la posición del rotor.

2.3.2 Relación de Transmisión

Para obtener la correcta relación de transmisión se debe encontrar la velocidad a la que gira el motor y la velocidad a la que va a girar la llanta; para encontrar estos valores se detalla el procedimiento a continuación.

El torque y la velocidad son producidos por el flujo de corriente que es introducido al motor y el campo magnético al que está expuesto.

En cuanto circula corriente por el bobinado del rotor, se produce la acción dinámica entre la corriente y el campo magnético haciendo que el motor comience a funcionar.

Pero en cuanto los conductores del rotor se mueven, cortan las líneas de fuerza del campo induciendo una Fuerza electromotriz (FEM) en ellos, que de acuerdo con la ley de Lenz, tiende a oponerse a la causa que la genera, es decir, tenderá a frenar el rotor.

A velocidades bajas la FEM también es baja permitiendo que mucha corriente fluya dando lugar a un alto torque, a su vez, a velocidades altas la FEM también es alta por lo que no da paso a mucho flujo de corriente provocando bajo torque a altas velocidades. (William C Morchin, 2006)

De aquí se puede observar que el torque y la velocidad en un motor eléctrico son inversamente proporcionales, por lo tanto mayor torque se obtiene a velocidades bajas y viceversa.

Lo cual se puede expresar bajo la ecuación 8:

$$\tau = \tau_s - k_m \omega \quad (8)$$

Dónde τ_s es el par de arranque (stall torque) [N*m], k_m es la pendiente de la curva torque – velocidad angular y ω es la velocidad angular. Tanto el par de arranque y la pendiente de la curva son datos provistos por los fabricantes.

Partiendo de que potencia es igual a torque por velocidad angular y la ecuación 8 se obtiene la ecuación 9:

$$P = \tau_s \omega - k_m \omega^2 \quad (9)$$

De donde se observa que la potencia en un motor eléctrico tiene una forma parabólica, empezando en cero, alcanzando un máximo y regresando a cero.

Resolviendo la ecuación 7 para velocidad angular se obtiene:

$$\omega_m = \frac{\tau_s + \sqrt{\tau_s^2 - 4k_m P}}{2k_m} \quad (10)$$

Se emplea el sufijo m para diferenciar esta velocidad angular que proviene del motor con la velocidad angular de la llanta que será referida con el sufijo r en párrafos posteriores.

Una vez obtenido la velocidad angular del motor, se debe obtener la velocidad de la rueda y para hacer esto se debe partir de la velocidad traslacional y llegar a la rotacional.

$$\omega_r = \frac{V}{r} \quad (11)$$

Entonces la relación de transmisión es la razón entre la velocidad del motor y la velocidad de la rueda.

$$G_r = \frac{\omega_m}{\omega_r} \quad (12)$$

2.4 Controlador

El controlador en una bicicleta eléctrica es el equivalente al sistema de gestión del motor en un carro, controlando el rendimiento general de todo el sistema. En general una bicicleta con una potencia mayor provee mayor velocidad, aceleración y torque, sin embargo una mayor potencia conlleva a un mayor consumo de energía, disminuyendo la autonomía del equipo. Para contrarrestar esta situación baterías de mayor tamaño podrían ser la respuesta pero esto implica mayor peso que afectará al desempeño. La solución a este inconveniente se encuentra dentro del controlador que utilizando el voltaje y corriente del sistema regula la velocidad y la autonomía.

Dentro de las funciones del controlador se encuentra ser el nexo entre la señal de entrada de los pedales y el acelerador, leyendo periódicamente la posición del acelerador y ajustando la corriente suministrada al motor mediante un técnica

conocida como modulación por ancho de pulsos o PWM por sus siglas en inglés (pulse-width modulation) y resultante suministro de energía desde la batería hacia el motor

CAPITULO 3

ENSAMBLAJE

3.1 Ensamblaje

En esta sección se explica cómo se realiza el ensamblaje del motor eléctrico, batería y todos los accesorios necesarios para convertir una bicicleta en una bicicleta eléctrica. Se utilizan dos tipos diferentes de sistemas: el sistema eléctrico con un motor brushed y otro sistema con un motor brushless.

Para hacer el ensamblaje se anexaron 6 partes en el caso del motor brushed y 5 partes para el motor brushless, para convertirla en eléctrica.

Sistema Brushed/ Montado en la Cuadro	Sistema Brushless/ Montaje en la Rueda
1.- Motor Brushed	1.- Motor Brushless
2.- Conexión de motor a los pedales	2.- Batería de Litio
3.- Batería de Litio	3.- Acelerador
4.- Acelerador	4.- Frenos
5.- Frenos	5.- Controlador del sistema
6.- Controlador del sistema	

Tabla 6 Elementos de los distintos sistemas de propulsión

3.1.1 Motores

Se utilizó un motor brushed de 350 vatios que trabaja a 36 voltios, el cual se lo colocó cerca de los pedales como se puede ver figura 10 (izquierda) Para el segundo sistema se utilizó un motor brushless de 500 vatios que trabaja a 36 voltios, este motor está colocado concéntricamente a la rueda delantera de la bicicleta como se puede ver en la figura 10(derecha).



Figura 10 Izquierda motor brushed y derecha motor brushless

3.1.2 Bicicleta

Para el ensamblaje se eligió una bicicleta de acero con un peso de 16kg, se debe elegir una bicicleta que se encuentre en un buen estado ya que después de convertirla en eléctrica la bicicleta tendrá un peso total de 25Kg. Con este peso cualquier problema que haya tenido la bicicleta se hará evidente. Para compensar el peso extra que se coloca a la bicicleta se cambia las ruedas de baja presión por unas de alta presión, esto quiere decir de 35 psi a 65 psi.



Figura 11 Cuadro y llantas de alta presión

3.1.2.1 Espacio en el triángulo del cuadro

También al momento de elegir la bicicleta para el ensamblaje, un factor importante es que tenga espacio en el triángulo del cuadro, donde se colocara la batería. Además de tener el espacio en el cuadro se adaptó una parrilla en la cual se construyó una caja metálica de 14x40x10 cm para colocar el controlador de cada sistema.

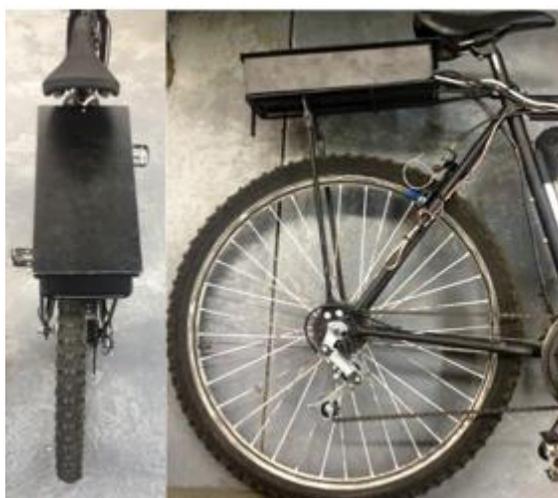


Figura 12 Parrilla y caja metálica para controlador.

3.1.3 Batería

La batería que se utilizó para los dos sistemas es una batería de litio de 36 voltios y 9 amperios hora. Esta batería entrega una potencia de 324 vatios/hora. Tiene un peso de 3 kg y se la colocó en el espacio del triángulo del cuadro, lo cual permite que el peso se distribuya a lo largo del centro de masa. De esta forma se mejoró la estabilidad de la bicicleta. Para hacer las conexiones de la batería se utilizó alambre de cobre trenzado, ya que estos son resistentes al movimiento y vibraciones que se generan al momento de manejar la bicicleta.

En el capítulo de baterías se puede observar la variedad de baterías que existe en el mercado y porqué razón se optó por elegir la de litio.



Figura 13 Posición de la batería en el triángulo del cuadro de la bicicleta

Como anteriormente se mencionó la batería se ubicó en el cuadro de la bicicleta. Para colocar el soporte de la batería, se realizó dos perforaciones al tubo que sujeta el asiento. El soporte de la bicicleta tiene un sistema fácil y seguro para conectar la batería de litio. La batería tiene un sistema con llaves para retirar la batería para cargarla o en caso que el usuario quiera llevarse la batería por seguridad.



Figura 14 Soporte batería

3.1.3.1 Cargador

Al momento de cargar las baterías es importante tener un cargador especial para la batería de 36V, esto permite cuidar la vida útil de la batería. El cargador es un elemento de suma importancia para que la bicicleta eléctrica funcione correctamente. El cargador que se eligió permite cargar la batería de litio de 36V de 6 a 8 horas. Funciona a 110V, esto es muy útil ya que se puede conectar el cargador en cualquier lugar para cargar la batería. Los aspectos técnicos del funcionamiento de los cargadores se describen en el capítulo de diseño.

2.1.4 Acelerador

El acelerador que se utilizó para los dos sistemas, es un acelerador de puño con efecto Hall. El sensor por efecto hall funciona midiendo la intensidad del campo magnético que atraviesa la placa Hall. Se une al manubrio un imán permanente y se coloca sobre el soporte del sensor un circuito electrónico en el cual se encuentra la placa de Hall. Al girar el manubrio el imán permanente se acercará o alejará de la placa dando como resultado la variación del campo magnético que atraviesa la placa. El controlador electrónico se encargará de amplificar la señal de Hall producida y enviará la potencia necesaria al motor para acelerar, dependiendo de cuánto se esté girando el acelerador de puño. (Alvite, 1 de mayo del 2007).



Figura 15 Acelerador y frenos

2.1.5 Frenos

Los frenos que se utilizó para la bicicleta eléctrica son frenos de pastilla, si se desea se puede elegir los frenos de disco pero esto incrementaría el costo de la bicicleta. Los frenos tienen un pulsador el cual al ser activado, corta el paso de corriente al motor para que el acelerador deje de mandar la señal de acelerar. Esto ayuda a la

seguridad del usuario al momento de usar la bicicleta, ya que no puede dar dos órdenes, simultáneas la de frenar y acelerar. Figura 15

Los frenos se conectan en el manubrio de manera similar a una bicicleta común, la única variación es el sensor que estos tienen para cortar el paso de energía al motor. Figura 15.

El acelerador como se explicó previamente, es un acelerador de puño similar al de una moto. Este va ubicado como un manubrio en el volante de la bicicleta, como se ve en la Figura 15.

3.1.6 Controlador

El control es el encargado de enviar la energía al motor, de cortarla y en el caso del motor sin escobillas también controla los aspectos internos del motor, los controladores son diferentes para cada sistema.



Figura 16 Derecha controlador brushed e izquierda controlador brushless

El soporte para el controlador está conformado por dos piezas, la primera es una parrilla metálica la cual tiene tres puntos de sujeción. Dos tubos que salen de los extremos de la parrilla que se sujetan al soporte del cuadro en donde se va a colocar el eje trasero y el tercer punto en donde se soporta la parrilla es en el tubo del asiento.

3.2 Sistema Brushed/ Montado en la Cuadro

Para este sistema se anexaron los accesorios anteriormente descritos; 1.- Motor Brushed, 2.- Conexión de motor a los pedales, 3.- Batería de Litio, 4.- Acelerador, 5.- Frenos y 6.- Controlador del sistema. Para empezar el ensamblaje se buscó que el peso extra que se iba a incrementar esté distribuido a lo largo del eje del centro. El centro de masa en una bicicleta se encuentra a lo largo del tubo de sujeta el asiento, por esta razón era de suma importancia que exista espacio en el triángulo del cuadro.

Para el ensamblaje del motor brushed se construyó una placa metálica de 2 mm de espesor con las siguientes dimensiones 14x10 cm, la placa fue soldada al cuadro de la bicicleta. El sistema de sujeción de la placa a la bicicleta es permanente. La placa estará en la bicicleta siempre que se la utilice. La placa metálica tiene 4 perforaciones para sujetar directamente al motor y 2 perforaciones extras para sujetar el motor por medio de una placa, que esta atornillada a la cara lateral del motor. La placa atornillada al motor ayudará a la fijación del motor de mejor forma. Como se muestra en la Figura 17

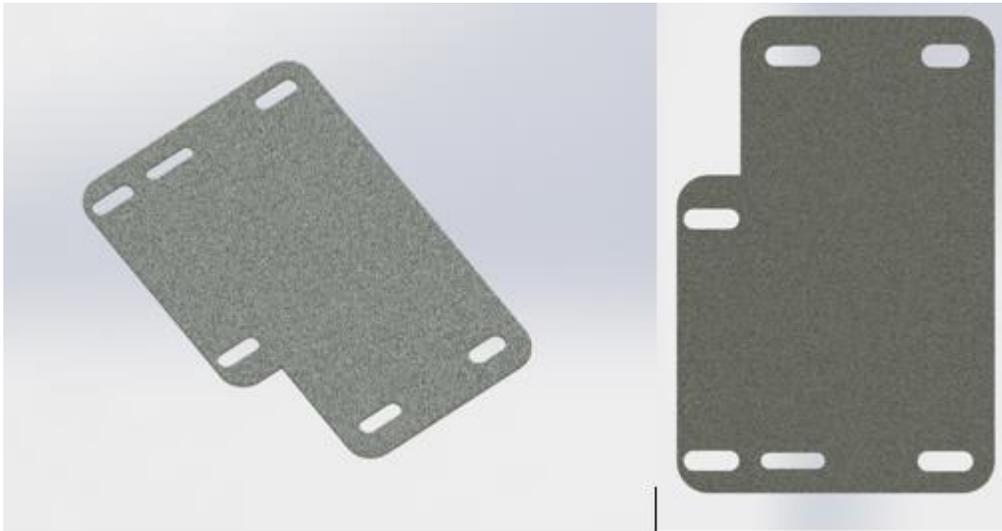


Figura 17 Placa para sujeción del motor brushed

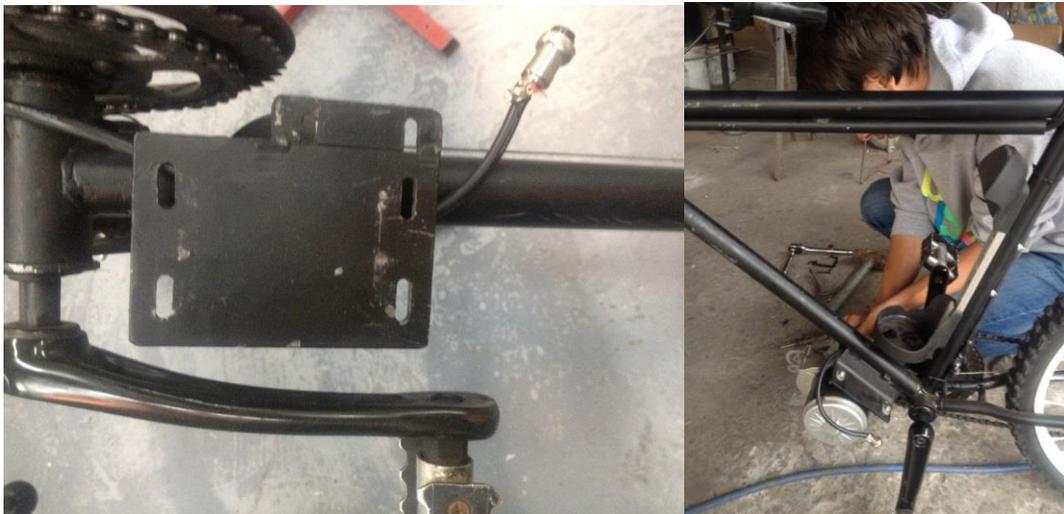


Figura 18 Placa para sujeción del motor brushed (real)

Después de tener el motor ya instalado en la bicicleta, se instaló el sistema para conectar el motor a los pedales. Para esto se utilizó dos ruedas dentadas con un piñón libre, las dos ruedas fueron adaptadas ya que en el mercado no se consigue este tipo de ruedas. Más adelante se explicará por qué se utilizó un piñón libre en las ruedas.



Figura 19 Ruedas Dentadas

El eje pasa por el centro de las ruedas dentadas y de los pedales, se tuvo que alargar 2 cm para evitar que los pedales toquen al motor al momento de pedalear, el hecho de tener el eje un poco más largo es imperceptible para el usuario.



Figura 20 Eje

Con el motor sujeto y ruedas dentadas colocadas en el eje de los pedales, se procedió a la colocación de la cadena. La cadena fue cortada a la medida para que no existiera ningún tipo de juego entre el piñón del motor y las ruedas dentadas. También fue muy importante tener las correderas en la placa al momento de poner los platos y el piñón del motor en el mismo eje. Fue necesario que estos estén centrados para que la cadena no salte ni se descuadre al momento de encender el motor y transmitir la potencia.

El piñón libre en las ruedas de los pedales, es uno de los elementos más importantes en el diseño de la conexión del motor a pedales. El piñón libre al momento en el que está funcionando el motor y éste está transmitiendo movimiento a los platos de los pedales, los pedales puedan quedarse quietos o libres para comodidad del usuario. Si no existiese el piñón libre las ruedas y los pedales trabajarían como un solo cuerpo y al momento de transmitir el movimiento del motor estos empezarían a girar



Figura 22 Motor Brushless

En este sistema el eje del motor se fija en el trinche donde se ubica la rueda delantera. Para fijar este sistema se diseñó una pieza que se acople a la forma del eje y al trinche de la bicicleta. La pieza funciona como traba para que el eje del motor se mantenga sujeto en el trinche, ya que el torque del motor puede dañar el trinche si no se ubica un soporte extra.

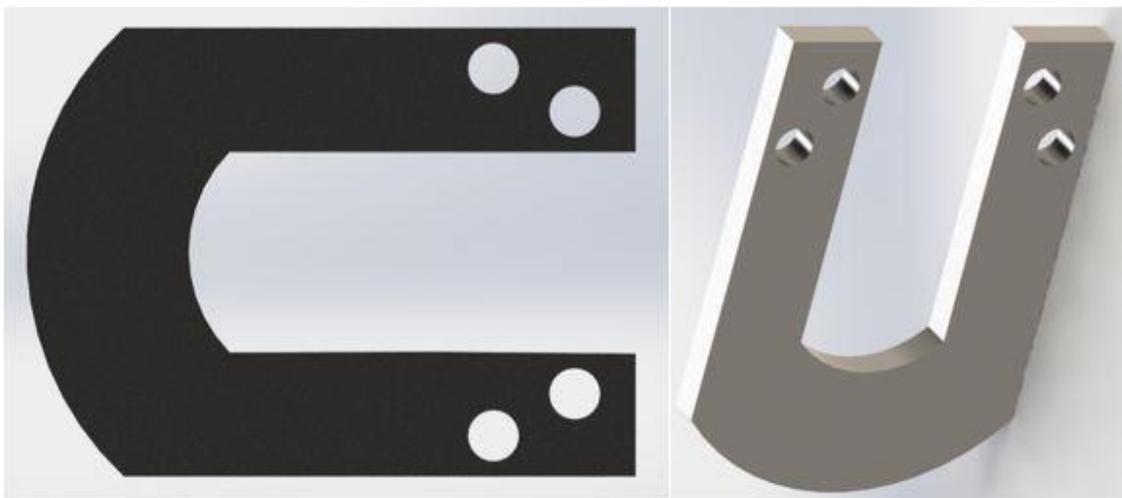


Figura 23 Pieza de Acople

El lado derecho del eje del motor es hueco y por esta parte del eje salen los cables tanto de control como de potencia del motor eléctrico se observa que emplea tres

cables para transmitir potencia y cinco para control. Estos cables se conectaron directamente al controlador de este sistema.

El acelerador, frenos, batería y soporte para el controlador funcionan de la misma manera que en el sistema brushed. El controlador del motor brushless tiene incluido un inversor que permite invertir el paso de corriente cuando se activan los frenos, el motor se convierte en generador, cargando así la batería haciendo que el sistema sea eficiente.

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE MERCADO

4.1 Introducción

La siguiente investigación de mercado se realiza para obtener información tanto cuantitativa como cualitativa para tomar decisiones acertadas en la comercialización de las bicicletas eléctricas. Se analizan aspectos como si el producto tendrá o no acogida dentro del mercado y acerca de las preferencias del consumidor acerca del mismo.

4.2 Determinación de la Muestra

La población total de Quito es de 2'239.191 habitantes, a partir de este dato se toma solo el sector urbano debido a que este producto está enfocado como un medio de transporte económico dentro de la ciudad. La población del Quito-Urbano está conformado por un 51.37% mujeres y 48.63% de hombres, finalmente se estima el mercado potencial como la población total dentro del sector urbano de Quito entre 15 y 64 años de edad y dentro del estrato medio y alto que según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) es de 756.508 habitantes. A partir de este dato se debe obtener el mercado objetivo.

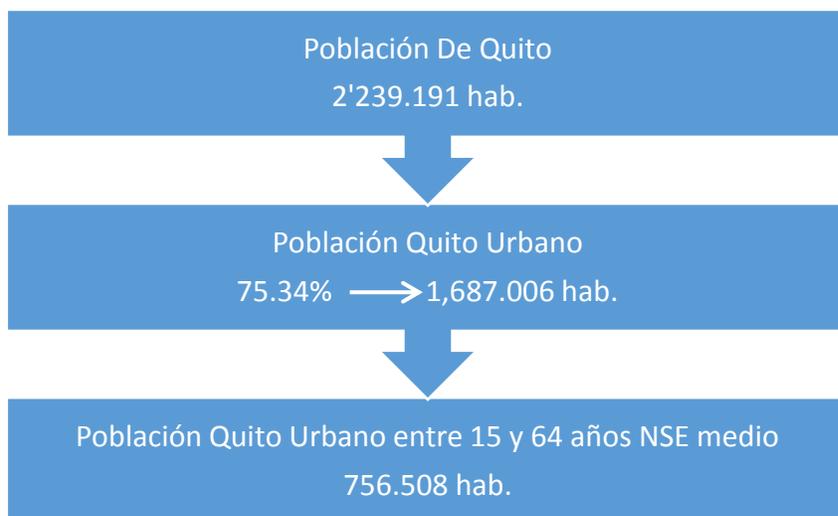


Figura 24 Definición de la Muestra

En primer lugar se debe establecer el número de encuestas que se debe realizar.
(Morales Vallejo, 2008)

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2} \quad (13)$$

Dónde:

n : universo 756508

σ : nivel de éxito o fracaso; al no existir investigaciones previas sobre este tema se toma 0.5

Z : el coeficiente de confianza con el que se trabajara es de 95.5% cuya constante es de 1.96

e : error muestral deseado

$N = 384$

Por lo tanto se concluye que se deben realizar un total de 384 encuestas para determinar la demanda potencial insatisfecha y la oportunidad de satisfacer la misma.

4.3 Encuesta para determinar la demanda potencial insatisfecha

Se realizó una encuesta previa al prototipo para obtener la demanda potencia insatisfecha, a continuación se detalla las preguntas y el porcentaje de las respuestas obtenidas.

¿Tiene bicicleta?

SI 69.9%

NO 30.1%

¿Con que frecuencia utiliza bicicleta?

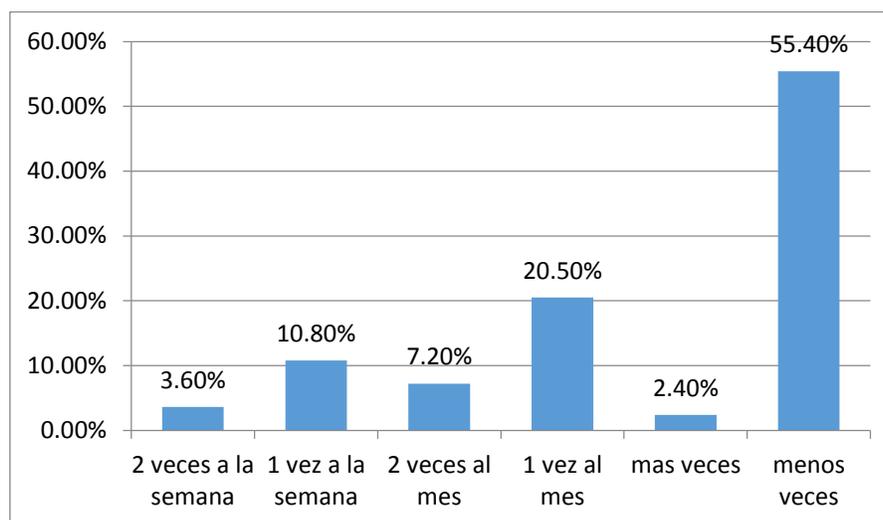


Figura 25 Frecuencia de Uso de la Bicicleta Encuesta 1

¿Utiliza su bicicleta como medio de transporte?

SI 14.5%

NO 85.5%

¿Utilizaría un bicicleta eléctrica que le dé una libertad de 4 horas de uso sin pedalear?

SI 69.9%

NO 30.1%

¿Estaría dispuesto a comprar un kit para hacer su bicicleta eléctrica?

SI 63.9%

NO 36.1%

¿En qué lugar desearía encontrar este producto?

Distribuidores 69.9%

Servicio a Domicilio 30.1%

¿Si se presenta la posibilidad de comprar una bicicleta eléctrica que el valor oscile entre \$ 600 a \$850, usted lo compraría?

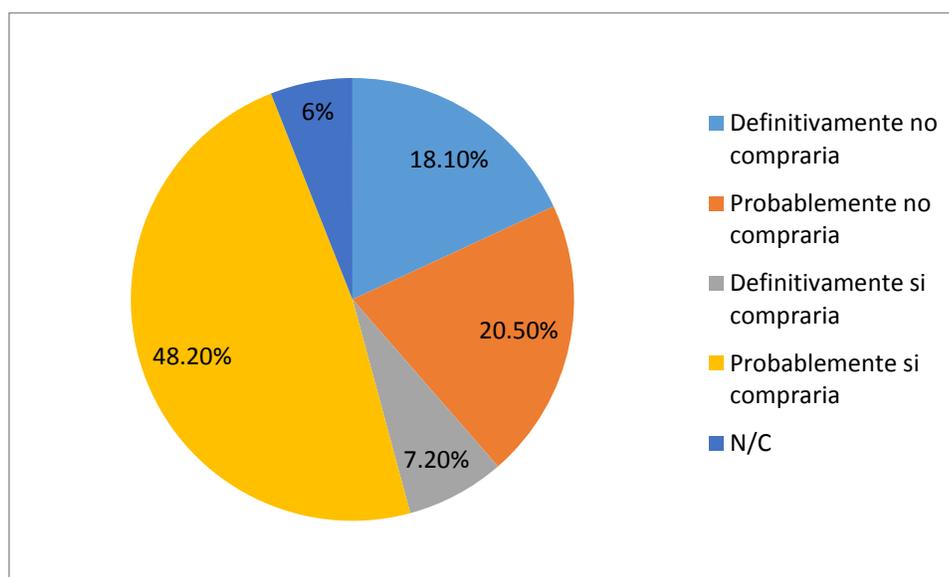


Figura 26 Posibilidad de Compra Encuesta 1 (N/C no sabe no contesta)

Si no hay probabilidades de que use nuestro producto ¿Cuál es el motivo?

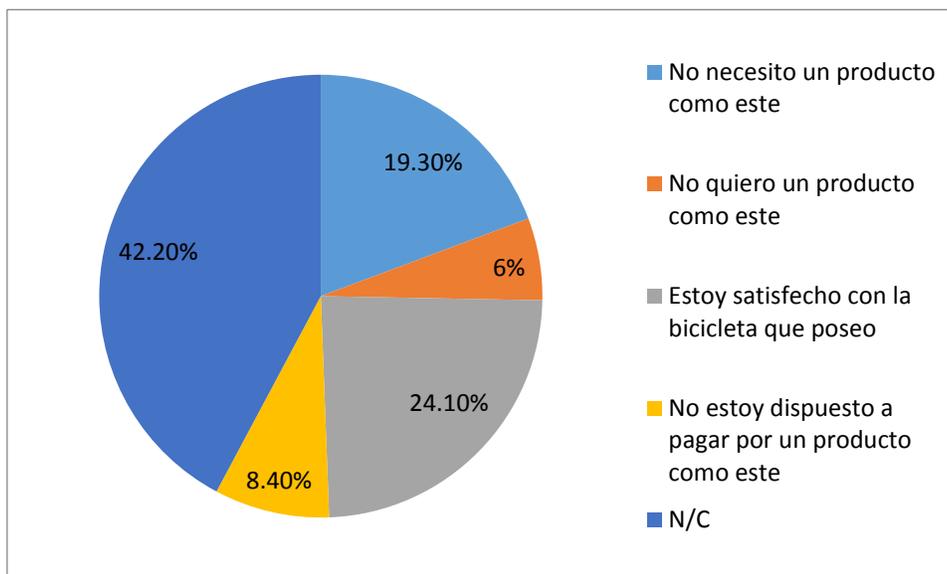


Figura 27 Motivo de No comprar el producto Encuesta 1

4.3.1 Conclusiones de la Encuesta

- Se concluye que un porcentaje bajo de la población, utiliza la bicicleta como medio de transporte. Ésto se debe a la falta de facilidades existentes y a la alta tasa de inseguridad, a pesar de lo cual el gobierno municipal se encuentra dentro de una campaña para cambiar esta situación (plan maestro de movilidad para el distrito metropolitano de Quito 2008-2025).
- El 63.9% de las personas encuestadas estarían dispuestas a comprar un kit para convertir la bicicleta en eléctrica, ésto demuestra que un alto porcentaje está dispuesto a emplear este innovador sistema de transporte.
- 48.2% de las personas encuestadas estarían dispuestas a comprar el producto con el precio de venta al que se pretende llegar, lo que demuestra que alrededor de la mitad de las personas comprarían tal

producto. Dado que el mercado que se pretende abarcar es solo del 2% por lo tanto el proyecto, si es interesante.

4.4 Plan de Marketing

Plan de Marketing es la planificación para alcanzar una comunicación efectiva desde la empresa hasta el público, a fin de lograr convertirlo en cliente al conocer los beneficios que se pueden obtener al escoger determinado producto. De igual manera se busca realizar una retroalimentación para analizar tanto los aspectos positivos como los negativos del negocio y lograr progresivamente reforzar la imagen, marca y en sí, el producto.

4.4.1 Mercado Objetivo

Los clientes potenciales son las personas residentes en Quito entre 15 y 64 años de edad con un nivel socioeconómico medio y alto que busquen un medio de transporte económico y amigable con el ambiente. Personas que necesiten una alternativa económica para el tráfico de Quito que cada vez está en aumento.

Los clientes potenciales son personas que necesiten transportarse dentro de un radio de 40 km y que debido a la alta tasa de circulación de vehículos pierden demasiado tiempo estancados en el tráfico.

4.5 Estrategia de marketing

Para la comercialización del sistema de propulsión de bicicletas se planea emplear la estrategia de diferenciación y diversificación las cuales son detalladas a continuación. Los detalles del producto que se venderá esta detallado en la sección 4.6.1

4.5.1 Estrategia de Diferenciación

La estrategia de diferenciación se basará en brindar a los futuros clientes un producto sin igual acompañado de un servicio al cliente personalizado; donde el cliente será asesorado para seleccionar la mejor opción de acuerdo a sus necesidades, así el cliente escogerá tanto la potencia del motor como de la batería según sea su necesidad de recorrido como la calidad del terreno a recorrer. De igual manera el cliente al realizar la compra tendrá un servicio post venta que incluye mantenimiento y revisión del equipo gratis durante los primeros 3 meses más la garantía de 1 año de fábrica para el motor y batería. Esta estrategia creará fidelidad hacia la empresa logrando así que la demanda sea menos sensible a la variación de precios

4.5.2 Estrategia de Diversificación

Periódicamente se realizará una encuesta a los clientes con fines de retroalimentación para de esta manera aumentar progresivamente la cartera de productos y lograr satisfacer de mejor manera las necesidades de los clientes.

4.6 Mix de marketing

El mix de marketing también es conocido como las cuatro P's del marketing incluye el producto, la plaza, la promoción y el precio.

4.6.1 Producto

Un sistema eléctrico de propulsión acoplable a cualquier bicicleta cuyo beneficio es facilitar la movilidad dentro de la ciudad de Quito, que a su vez es amigable con el ambiente, no contamina, los gastos de operación y mantenimiento son los más bajos del mercado, ya que no se requiere seguro, soat, matrícula y licencia para ser operado y el mantenimiento es similar a una bicicleta convencional.

4.6.2 Precio

El precio de venta al público se fija con el Precio FOB establecido por el fabricante más el seguro y flete, más los impuestos pagados en aduana para el ingreso al país del producto, y se considera un margen de ganancia del 33% para lograr obtener utilidades y cubrir el punto de equilibrio.

A partir del segundo año de funcionamiento, el precio aumentará en proporción a tasa de inflación anual otorgada por el Banco Central del Ecuador.

DESCRIPCIÓN	PVP
kit motor 500W 36V + controlador + acelerador+ juego de frenos	477,04
batería Li-ion 36V 9Ah con BMS y carcaza de aluminio	430,12

Tabla 7 Precio de Venta al Público

4.6.3 Plaza

La distribución será directa, es decir que el consumidor final podrá comprar el producto en la tienda sin necesidad de intermediarios. Para clientes en provincias se considera el servicio de envío cuyo costo será asumido por el cliente.

4.6.4 Promoción

Dentro de la promoción se considera las redes sociales, material pop, mailing, stands y una campaña de lanzamiento.

4.6.4.1 Material POP

En primer lugar la comunicación se basará en crear relaciones estratégicas con las empresas actuales de venta y distribución de bicicletas, componentes y equipo para ciclistas; para de esta manera crear puntos estratégicos de distribución del material en sus locales. Se realizarán dípticos de tamaño A4 donde se explicara todos los beneficios de una bicicleta eléctrica versus una bicicleta convencional y una moto económica, además de los precios y pequeños consejos para montar bicicleta dentro de la ciudad. Por otro lado se repartirá en lugares de gran concentración de personas como universidades, centros comerciales y eventos públicos, un volante con forma de bicicleta donde se explica de forma muy general de que se trata una bicicleta eléctrica y cuáles son sus beneficios tanto para el usuario como para la ciudad en general

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Volante diseño especial	2500	0,55	1364,22
Dípticos tamaño A4	2500	0,25	629,64
		12% IVA	239,3
		TOTAL	2233,12

Tabla 8 Cotización Material POP

4.6.4.2 Redes Sociales

Se emplearán redes sociales como Facebook, twitter para conectarnos directamente con clientes potenciales además estas redes permiten un contacto más directo con el público en general. Se cuenta con un presupuesto anual de 9096.2 dólares, que incluye el manejo de las cuentas, la creación de contenidos y gráficas, publicación de dos contenidos diarios y la pauta digital para promocionar los canales.

4.6.4.2.1 Página Web

Se creará la página web con información tanto de la compañía como del producto; se encontrará dentro de la página: misión y visión de la empresa, galería de fotos, ubicación, contactos, comentarios, sugerencias, productos ofertados con la posibilidad de que el usuario dentro de la página arme su propio kit bajo sugerencias predeterminadas e información y consejos acerca del ciclismo urbano.

Costo Realización	Página web	TOTAL + IVA
840		940,8

Tabla 9 Cotización Página Web

4.6.4.2.2 Mailing

Se contratará los servicios de mailing para que 100.000 personas reciban información acerca de este nuevo producto. La base de datos estará segmentada en 3 variables: edad, ubicación y nivel socioeconómico, paralelamente se irá construyendo nuestra propia base de datos para enviarles noticias, promociones, consejos entre otros a nuestros clientes. Este servicio será contratado durante todo el primer año

Base de Datos Segmentada 3 Variables			
Cantidad de Envíos Mensuales	Valor Unitario	Valor anual	Total + IVA
4	135	6480	7257,6

Tabla 10 Cotización Mailing

4.6.4.2.3 Revistas

Se publicará en revistas como Familia, Hogar, Terreno Extremo, Vanidades Y Soho debido a que estas revistas tienen un gran número de seguidores en el medio por su inclinación en las secciones de bienestar y salud o a su vez tienen gran acogida en el medio. Se pautará un cuarto de página por mes durante los primeros cuatro meses. El contenido del anuncio incluirá: nombre y logo de la compañía, dirección, página web y frase e imagen alusiva acerca del uso de bicicletas eléctricas.

Revista	Espacio	Costo	Total meses 4	Total +IVA
Hogar	cuarto de pagina	525	2100	2352
Familia	cuarto de pagina	625	2500	2800
Terreno Extremo	cuarto de pagina	375	1500	1680
Soho	cuarto de pagina	550	2200	2464
Vanidades	cuarto de pagina	770	3080	3449,6
			TOTAL	12745,6

Tabla 11 Cotización Publicación en Revistas

4.6.4.2.4 Evento de Lanzamiento

Se planea incluir un evento de lanzamiento al 10mo mes de que la bicicleta esté en el mercado, se planea el evento de esta manera para crear expectativa en los usuarios y para que el producto ya se encuentre un poco dentro en el mercado.

El evento planea contar con 150 invitados de los cuales 100 serán de los actuales clientes o de los clientes potenciales que hayan demostrado interés en el producto a través de redes sociales. Se contará con 50 invitados especiales entre los que se planea contar con miembros de Municipio de Quito y representantes de las principales distribuidoras de bicicletas en la ciudad.

Toda la decoración del salón será referente al ciclismo urbano y al tráfico de Quito.

Se predestinará un presupuesto de 5000 dólares dentro de lo cual se contempla el alquiler del salón, decoración, catering y servicios varios.

4.6.4.2.5 Presupuesto Total de Promoción

Material POP	2233,12
Redes Sociales	9096,2
Página Web	940,8
Mailing	7257,6
Revistas	12745,6
Lanzamiento	5000
TOTAL	37273,32

Tabla 12 Presupuesto Total de Promoción

4.7 Ventas

A continuación se describe la proyección de ventas que se planea alcanzar luego de los análisis previamente descritos.

4.7.1 Proyección de Ventas Anual

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta y el criterio para la segmentación del mercado, se obtiene el mercado objetivo como la diferencia de la población anual ya que es un bien duradero. Por lo tanto se toma el mercado objetivo como el producto entre el mercado potencial y la tasa de crecimiento demográfico del Ecuador que es 1.6 % (INEC). Para determinar la demanda potencial insatisfecha se aplica sobre el 2% para obtener este dato que será empleado en cálculos posteriores. Serán analizadas tres proyecciones de crecimiento de ventas; pesimista, esperado y optimista. Para el caso pesimista se considera que las ventas crezcan en función a la tasa del crecimiento demográfico del Ecuador (1.6%) ya que éste es un bien duradero. En el caso intermedio el crecimiento anual será del 36% y en el caso

optimista del 60% debido a que se observa un crecimiento de venta de bicicletas del 77% entre el año 2011 y 2012 (La venta de bicicletas crece en Ecuador como parte del transporte alternativo, 2012).

	Caso Pesimista	Caso Intermedio	Caso Optimista
Año 1	242	242	242
Año 2	246	329	387
Año 3	250	448	620
Año 4	254	609	991
Año 5	258	828	1586

Tabla 13 Proyección de Ventas durante 5 años

Mercado Potencial	Mercado Objetivo	Demanda Potencial
756.508	12.104	242

Tabla 14 Proyección de Ventas Anual

4.8 Aspecto Legal del Producto

Según el “REGLAMENTO DE DEFINICIONES DE PALABRAS USADAS EN TRANSITO TERRESTRE” y la Resolución 88 del Registro Oficial 136 de 23-dic-1963 que se encuentra en Estado: Vigente y aprobada por el MINISTRO DE GOBIERNO Y POLICIA. Se ha definido una bicicleta eléctrica como: MOTOBICICLETA.- Bicicleta con motor adaptado que produce una fuerza no mayor de cinco caballos.

Debido a la falta de información acerca de la bicicletas eléctricas en nuestro país, aquellas personas que utilicen estas bicicletas están sujetos al cumplimiento de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y su respectivo reglamento (artículos aplicados a ciclistas y bicicletas)

Para la importación de los distintos componentes a continuación se enlistan las partidas arancelarias y los impuestos que deben ser pagados para su ingreso al país.

Partida Arancelaria	Descripción	Ad Valorem %	FDI %	IVA %
8501312000	Motor	0	0,5	12
8714990000	acelerador	0	0,5	12
8542310000	controlador	0	0,5	12
8714940000	juego de frenos	0	0,5	12
8714930000	estrella trasera o piñon	0	0,5	12
8714921000	aro o llanta	0	0,5	12
8506509000	Bateria	0	0,5	12

Tabla 15 Partidas Arancelarias

4.9 Análisis Financiero

Para obtener un análisis económico y financiero exacto, en primer lugar se requiere establecer todos los costos que intervienen previo a la venta del producto, dentro de los cuales se encuentran los activos fijos, activos diferidos, cantidad de colaboradores y sueldo a ser percibido, los gastos mensuales y costo de la materia prima.

A continuación se detallan todos los rubros antes mencionados.

4.9.1 Activos fijos

Son los activos tangibles que mantiene una empresa para usar en la producción o generación de bienes y servicios. (Colegio de Contadores de Pichincha, 2009). En la

tabla mostrada a continuación se muestran la depreciación que será ejercida en los activos fijos, los cargos anuales son calculados bajo el porcentaje de depreciación permitida por la ley Ecuatoriana.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	AÑOS DE VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN ACUMULADA	VALOR DE RESCATE
Muebles de oficina	4	300	1200	5	240	1200	0
Equipo de computación	4	500	2000	3	666,7	2000	0
Galpones	1	40000	40000	20	2000	10000	30000
Herramientas y otros	1	5000	5000	10	500	2500	2500
Vehículo	1	20000	20000	5	4000	20000	0
		TOTAL	68200		7406,666667		32500

Tabla 16 Activos fijos

4.9.2 Activos diferidos

Los activos diferidos representan costos y gastos que no son cargados en el período en el cual se efectúa el pago sino que se pospone para cargarse en períodos futuros, los cuales se beneficiarán con los ingresos producidos por estos pagos. Son gastos que no ocurren de manera recurrente (Creative Commons Attribution Share-Alike, 2010). Estos activos están amortizados por un periodo de 5 años ante la imposibilidad de que disminuya su precio por el paso del tiempo

Gastos de Constitución	1200
Uso de marcas y patentes	1000
TOTAL	2200

Tabla 17 Activos diferidos

4.9.3 Gastos mensuales

Dentro de los gastos mensuales se consideran los servicios básicos, la publicidad y la guardianía.

DESCRIPCIÓN	VALOR MENSUAL
Servicios Básicos	60
Internet	60
Publicidad	3106,11
Guardianía	340
TOTAL	3566,11

Tabla 18 Gastos mensuales

4.9.4 Variables Macroeconómicas

A continuación se detallan las variables macroeconómicas con las cuales se realizarán los cálculos posteriores.

TASA DE INFLACIÓN	4,94%
TASA PASIVA	4,53%
RIESGO PAÍS	8,10%

Tabla 19 Variables Macroeconómicas

4.9.5 Costo de materia prima

Como se estipuló en el inciso anterior, las piezas que conforman el kit convertidor de bicicleta entran al país sin pago de Ad Valorem, sin embargo si deben pagar IVA y FODINFA.

Descripcion	Materia Prima	FODINFA	IVA	Precio
kit motor 500 W 36V + controlador + acelerador + juego de frenos	305,00	15,25	38,43	358,68
bateria Li-Ion 36V 9Ah con BMS y carcaza de aluminio	275,00	13,75	34,65	323,40
			TOTAL	682,08

Tabla 20 Costo de materia prima

4.9.6 Plantilla Laboral

A continuación se detallan los colaboradores dentro de la empresa junto con los beneficios de ley de los cuales serán beneficiarios.

ROL DE PAGOS							ROL DE PROVISIONES						
AÑO 1							AÑO 1						
CARGO	SBU mensual	Ingreso Anual	Aporte Individual IESS	Total Ingreso	Impuesto Renta	Líquido a Pagar	Décimo Tercer Sueldo	Décimo Cuarto Sueldo	Fondo de Reserva	Vacaciones	Días Vacaciones	Aporte Patronal	Total Provisiones
Administrador	\$ 600,00	\$ 7.200,00	\$ 817,20	\$ 6.382,80	\$ -	\$ 6.382,80	\$ 600,00	\$ 340,00	\$ -	\$ 265,95	15	\$ 874,80	\$ 2.080,75
Administrador	\$ 600,00	\$ 7.200,00	\$ 817,20	\$ 6.382,80	\$ -	\$ 6.382,80	\$ 600,00	\$ 340,00	\$ -	\$ 265,95	15	\$ 874,80	\$ 2.080,75
Operativo	\$ 340,00	\$ 4.080,00	\$ 463,08	\$ 3.616,92	\$ -	\$ 3.616,92	\$ 340,00	\$ 340,00	\$ -	\$ 150,71	15	\$ 495,72	\$ 1.326,43
Operativo	\$ 340,00	\$ 4.080,00	\$ 463,08	\$ 3.616,92	\$ -	\$ 3.616,92	\$ 340,00	\$ 340,00	\$ -	\$ 150,71	15	\$ 495,72	\$ 1.326,43
TOTAL	\$ 1.880,00	\$ 22.560,00	\$ 2.560,56	\$ 19.999,44	\$ -	\$ 19.999,44	\$ 1.880,00	\$ 1.360,00	\$ -	\$ 833,31		\$ 2.741,04	\$ 6.814,35
Total a Pagar Anualmente		\$26.813,79											

Tabla 21 Colaboradores

4.9.7 Financiamiento de la Inversión

Para la realización de este proyecto se requiere una inversión total de \$259.962,57 dólares la cual pretende ser financiada en su totalidad a un plazo de cinco años pagaderos con mensualidades iguales a \$ 5.292,28 dólares a una tasa de interés del 8.17% que es la tasa de interés activa establecida por el Banco Central del Ecuador.

PERIODO	DIVIDENDO	CAPITAL	INTERES	SALDO
Entrega del crédito				\$ 259.962,57
1	\$ 5.292,28	\$ 3.522,37	\$ 1.769,91	\$ 256.440,20
2	\$ 5.292,28	\$ 3.546,35	\$ 1.745,93	\$ 252.893,85
3	\$ 5.292,28	\$ 3.570,49	\$ 1.721,79	\$ 249.323,36
4	\$ 5.292,28	\$ 3.594,80	\$ 1.697,48	\$ 245.728,55
5	\$ 5.292,28	\$ 3.619,28	\$ 1.673,00	\$ 242.109,28
6	\$ 5.292,28	\$ 3.643,92	\$ 1.648,36	\$ 238.465,36
7	\$ 5.292,28	\$ 3.668,73	\$ 1.623,55	\$ 234.796,63
8	\$ 5.292,28	\$ 3.693,71	\$ 1.598,57	\$ 231.102,92
9	\$ 5.292,28	\$ 3.718,85	\$ 1.573,43	\$ 227.384,07
10	\$ 5.292,28	\$ 3.744,17	\$ 1.548,11	\$ 223.639,90
11	\$ 5.292,28	\$ 3.769,66	\$ 1.522,61	\$ 219.870,23
12	\$ 5.292,28	\$ 3.795,33	\$ 1.496,95	\$ 216.074,90
13	\$ 5.292,28	\$ 3.821,17	\$ 1.471,11	\$ 212.253,73
14	\$ 5.292,28	\$ 3.847,19	\$ 1.445,09	\$ 208.406,55
15	\$ 5.292,28	\$ 3.873,38	\$ 1.418,90	\$ 204.533,17

16	\$ 5.292,28	\$ 3.899,75	\$ 1.392,53	\$ 200.633,42
17	\$ 5.292,28	\$ 3.926,30	\$ 1.365,98	\$ 196.707,12
18	\$ 5.292,28	\$ 3.953,03	\$ 1.339,25	\$ 192.754,09
19	\$ 5.292,28	\$ 3.979,95	\$ 1.312,33	\$ 188.774,15
20	\$ 5.292,28	\$ 4.007,04	\$ 1.285,24	\$ 184.767,10
21	\$ 5.292,28	\$ 4.034,32	\$ 1.257,96	\$ 180.732,78
22	\$ 5.292,28	\$ 4.061,79	\$ 1.230,49	\$ 176.670,99
23	\$ 5.292,28	\$ 4.089,44	\$ 1.202,83	\$ 172.581,55
24	\$ 5.292,28	\$ 4.117,29	\$ 1.174,99	\$ 168.464,26
25	\$ 5.292,28	\$ 4.145,32	\$ 1.146,96	\$ 164.318,94
26	\$ 5.292,28	\$ 4.173,54	\$ 1.118,74	\$ 160.145,40
27	\$ 5.292,28	\$ 4.201,96	\$ 1.090,32	\$ 155.943,44
28	\$ 5.292,28	\$ 4.230,56	\$ 1.061,71	\$ 151.712,88
29	\$ 5.292,28	\$ 4.259,37	\$ 1.032,91	\$ 147.453,51
30	\$ 5.292,28	\$ 4.288,37	\$ 1.003,91	\$ 143.165,15
31	\$ 5.292,28	\$ 4.317,56	\$ 974,72	\$ 138.847,58
32	\$ 5.292,28	\$ 4.346,96	\$ 945,32	\$ 134.500,62
33	\$ 5.292,28	\$ 4.376,55	\$ 915,73	\$ 130.124,07
34	\$ 5.292,28	\$ 4.406,35	\$ 885,93	\$ 125.717,72
35	\$ 5.292,28	\$ 4.436,35	\$ 855,93	\$ 121.281,37
36	\$ 5.292,28	\$ 4.466,56	\$ 825,72	\$ 116.814,81
37	\$ 5.292,28	\$ 4.496,97	\$ 795,31	\$ 112.317,85
38	\$ 5.292,28	\$ 4.527,58	\$ 764,70	\$ 107.790,26
39	\$ 5.292,28	\$ 4.558,41	\$ 733,87	\$ 103.231,86
40	\$ 5.292,28	\$ 4.589,44	\$ 702,84	\$ 98.642,41
41	\$ 5.292,28	\$ 4.620,69	\$ 671,59	\$ 94.021,73
42	\$ 5.292,28	\$ 4.652,15	\$ 640,13	\$ 89.369,58
43	\$ 5.292,28	\$ 4.683,82	\$ 608,46	\$ 84.685,76
44	\$ 5.292,28	\$ 4.715,71	\$ 576,57	\$ 79.970,05
45	\$ 5.292,28	\$ 4.747,82	\$ 544,46	\$ 75.222,23
46	\$ 5.292,28	\$ 4.780,14	\$ 512,14	\$ 70.442,09
47	\$ 5.292,28	\$ 4.812,69	\$ 479,59	\$ 65.629,40
48	\$ 5.292,28	\$ 4.845,45	\$ 446,83	\$ 60.783,95
49	\$ 5.292,28	\$ 4.878,44	\$ 413,84	\$ 55.905,51
50	\$ 5.292,28	\$ 4.911,66	\$ 380,62	\$ 50.993,85
51	\$ 5.292,28	\$ 4.945,10	\$ 347,18	\$ 46.048,76
52	\$ 5.292,28	\$ 4.978,76	\$ 313,52	\$ 41.069,99
53	\$ 5.292,28	\$ 5.012,66	\$ 279,62	\$ 36.057,33
54	\$ 5.292,28	\$ 5.046,79	\$ 245,49	\$ 31.010,54
55	\$ 5.292,28	\$ 5.081,15	\$ 211,13	\$ 25.929,39
56	\$ 5.292,28	\$ 5.115,74	\$ 176,54	\$ 20.813,65

57	\$ 5.292,28	\$ 5.150,57	\$ 141,71	\$ 15.663,08
58	\$ 5.292,28	\$ 5.185,64	\$ 106,64	\$ 10.477,44
59	\$ 5.292,28	\$ 5.220,95	\$ 71,33	\$ 5.256,49
60	\$ 5.292,28	\$ 5.256,49	\$ 35,79	\$ 0,00

Tabla 22 Tabla de Pagos del Financiamiento

4.10 Análisis de Rentabilidad

Para analizar la rentabilidad de este proyecto se calculó el TIR, VAN, punto de equilibrio, margen de seguridad, análisis costo beneficio y ROE, los cuales serán detallados a continuación.

4.10.1 Punto de Equilibrio (PE)

Es la cantidad producida y vendida que iguala a los ingresos con los costos (Velez & Avila). Es decir es la cantidad que vendida permite recuperar exactamente los costos variables y fijos asociados en la operación.

$$PE(\$) = \frac{\text{Costo fijo}}{1 - \frac{\text{Costo variable total}}{\text{Ingresos}}} \quad (14)$$

$$PE = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio} - \text{Costo unitario}} \quad (15)$$

4.10.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de interés que igual el valor presente neto a cero. Por lo tanto dentro del análisis financiero con el TIR se compara la tasa obtenida con la tasa de descuento y se concluye que de ser mayor el proyecto es rentable.

4.10.3 Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor actualizado mediante una tasa de interés de un flujo neto de fondos. De resultar mayor a cero esto implica que se recupera la inversión inicial y se percibe mayor capital que puesto a renta fija. (Nieto Gonzales, 2009)

4.10.4 Margen de Seguridad

El margen de seguridad permite conocer cuánto pueden caer las ventas bajo el nivel pronosticado antes que se produzca una pérdida. Por lo tanto mientras mayor sea el margen de seguridad es menos probable incurrir en una pérdida operativa (Horngren, Sundem, & Stratton, 2006)

4.10.5 Análisis Costo Beneficio

El análisis costo beneficio es colocar cifras monetarias en los diferentes beneficios y costos de un proyecto para de esta manera poder cuantificar el impacto financiero de la actividad

4.10.6 ROE

La rentabilidad sobre recursos propios o ROE por sus siglas en inglés (return on equity) es una tasa económica que permite conocer el rendimiento de la empresa sobre los fondos propios.

$$ROE = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ingreso}}$$

4.11 Resultados

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PE (Cantidad):	343	196	189	182	176
PE (Dólares):	\$ 311.707,44	\$ 186.779,68	\$ 189.127,31	\$ 191.590,90	\$ 194.176,20
MARGEN DE SEGURIDAD:	-41,98%	49,33%	69,44%	81,56%	88,87%
ROE	-1,48%	10,55%	12,21%	13,36%	14,16%

Tabla 23 Resultados Contables Caso Optimista

		ESTANDAR	RESULTADO
VALOR ACTUAL NETO :	\$ 167.890,35	VAN > = 0	EL PROYECTO ES FACTIBLE
TIR :	22,32%	TIR > Tasa de dscto	EL PROYECTO ES FACTIBLE
R b/c:	1,65	Rb/c > 1	EL PROYECTO ES

			FACTIBLE
--	--	--	----------

Tabla 24 Resultados Financieros Caso Optimista

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PE (Cantidad):	343 unid	196 unid	189 unid	182 unid	176 unid
PE (Dòlares):	\$ 311.707,44	\$ 186.779,68	\$ 189.127,31	\$ 191.590,90	\$ 194.176,20
MARGEN DE SEGURIDAD:	-41,98%	40,39%	57,71%	69,98%	78,68%
ROE	-1,48%	9,62%	10,82%	11,82%	12,64%

Tabla 25 Resultados Contables Caso Intermedio

		ESTANDAR	RESULTADO
VALOR ACTUAL NETO :	\$ 3.519,61	VAN > = 0	EL PROYECTO ES FACTIBLE
TIR :	9%	TIR > Tasa de dscto	EL PROYECTO ES FACTIBLE
R b/c:	\$ 1,01	Rb/c > 1	EL PROYECTO ES FACTIBLE

Tabla 26 Resultados Financieros Caso Intermedio

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PE (Cantidad):	343 unid	196 unid	189 unid	182 unid	176 unid
PE (Dòlares):	\$ 311.707,44	\$ 186.779,68	\$ 189.127,31	\$ 191.590,90	\$ 194.176,20
MARGEN DE SEGURIDAD:	-41,98%	20,20%	24,22%	28,00%	31,56%
ROE	-1,48%	7,53%	6,86%	6,22%	5,60%

Tabla 27 Resultados Contables Caso Pesimista

		ESTANDAR	RESULTADO
VALOR ACTUAL NETO :	(\$ 141.882,73)	VAN > = 0	EL PROYECTO NO ES FACTIBLE
TIR :	-11%	TIR > Tasa de dscto	EL PROYECTO NO ES FACTIBLE
R b/c:	\$ 0,45	Rb/c > 1	EL PROYECTO NO ES FACTIBLE

Tabla 28 Resultados Financieros Caso Pesimista

4.12 Conclusiones

- En el caso optimista el valor actual neto es mayor a cero, lo que quiere decir que se percibe 167.890,35 dólares más invirtiendo en este proyecto que teniendo el dinero de inversión inicial en renta fija.
- La tasa interna de retorno es del 22% para el caso optimista comparado con una tasa de descuento del 8.17% da como conclusión de que este proyecto si es rentable.
- El análisis costo beneficio da un resultado de 1.65 dólares lo que implica que los beneficios en esta inversión es mayor que los costos en el caso optimista.
- Se observa que el caso intermedio es apenas rentable ya que se alcanza un valor actual neto igual a 3.519 dólares, un TIR del 9% que es apenas mayor al 8.17% de la tasa de descuento y el costo beneficio es igual a 1.01.
- Es claro que en el caso de que el crecimiento de ventas sea igual al crecimiento demográfico del Ecuador este proyecto no es rentable.
- El punto de equilibrio no es alcanzado el primer año en los tres casos estudiados lo que por tanto genera un margen de seguridad y rentabilidad sobre recursos propios negativos. Esto se debe a la alta inversión que se pretende hacer en publicidad y marketing.

CAPITULO 5

PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS

5.1 Procesamiento de Datos y Análisis

Se realizaron 384 encuestas de las cuales el 57% corresponde al género masculino mientras que el 43% corresponde al género femenino, este proceso investigativo se realizó dentro de la Universidad San Francisco de Quito. La edad promedio de las personas encuestadas es de 21.7 años.

Género	Cantidad	Porcentaje
Masculino	219	57%
Femenino	165	43%

Tabla 29 Género de los Encuestados

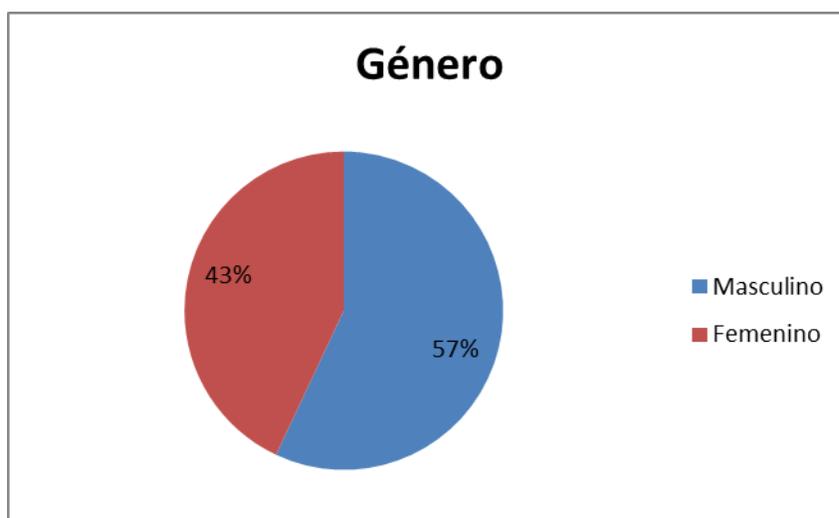


Figura 28 Género de los Encuestados

1.- Califíquese el producto (Utilidad, Calidad, Beneficios, etc) del 1 al 5 teniendo en cuenta que 1 es el mínimo y 5 el máximo

36V 350W/ Montado en la Cuadro

Pregunta 1		
Valoración	Cantidad	Porcentaje
1	3	1%
2	-	0%
3	25	13%
4	55	29%
5	110	57%

Tabla 30 Calificación Sistema Montado en el Cuadro

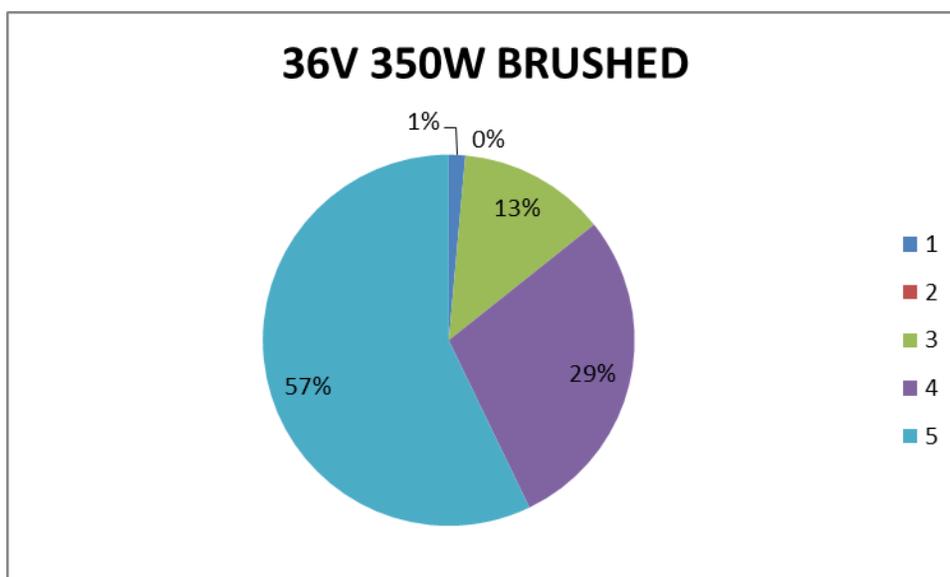


Figura 29 Calificación Sistema Montado en el Cuadro

36 V 500 W / Montaje en la Rueda

Pregunta 1		
Valoración	Cantidad	Porcentaje
1	2	1%
2		0%
3	19	10%
4	66	34%
5	105	55%

Tabla 31 Calificación Sistema Montado en la Rueda

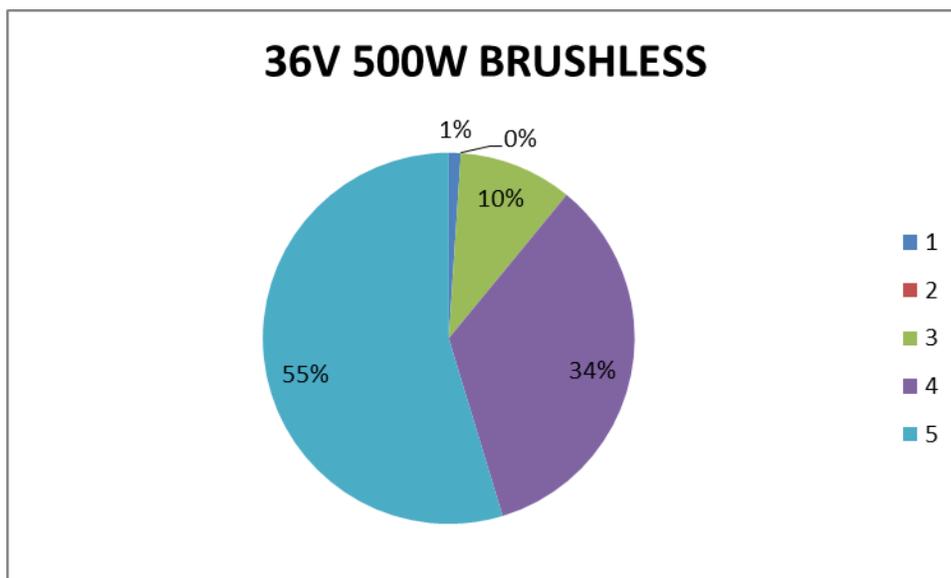


Figura 30 Calificación Sistema Montado en la Rueda

De los gráficos se pueda observar que el prototipo que más llamó la atención y gusto más a los encuestados es el prototipo número 1 que emplea un motor de 36 V 350 W con escobillas (sistema montado en el cuadro). Se observa que el 57% de

encuestados le otorgaron la máxima calificación mientras que para el segundo prototipo (sistema montado en la rueda) solo el 55%. El primer prototipo recibe una calificación promedio de 3.08 /5 mientras que el segundo recibe una calificación de 2.74/5.

2.- ¿Tiene bicicleta?

Pregunta 2		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	296	77%
NO	88	23%

Tabla 32 Posesión de Bicicleta

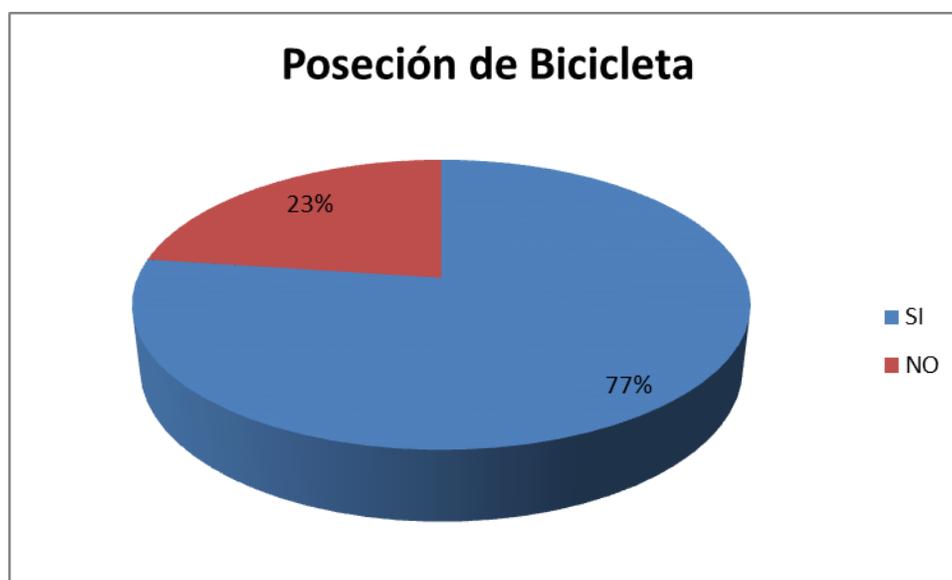


Figura 31 Posesión de Bicicleta

Cerca de $\frac{3}{4}$ partes de los encuestados tienen una bicicleta, por lo que se concluye vender el kit adaptable es lo óptimo.

3.- ¿Con que frecuencia utiliza su bicicleta?

Pregunta 3		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
1 vez por semana	93	24%
2 veces por semana	49	13%
más	22	6%
1 vez al mes	77	20%
2 veces al mes	38	10%
ninguna de las anteriores	104	27%

Tabla 33 Frecuencia de Uso de Bicicleta

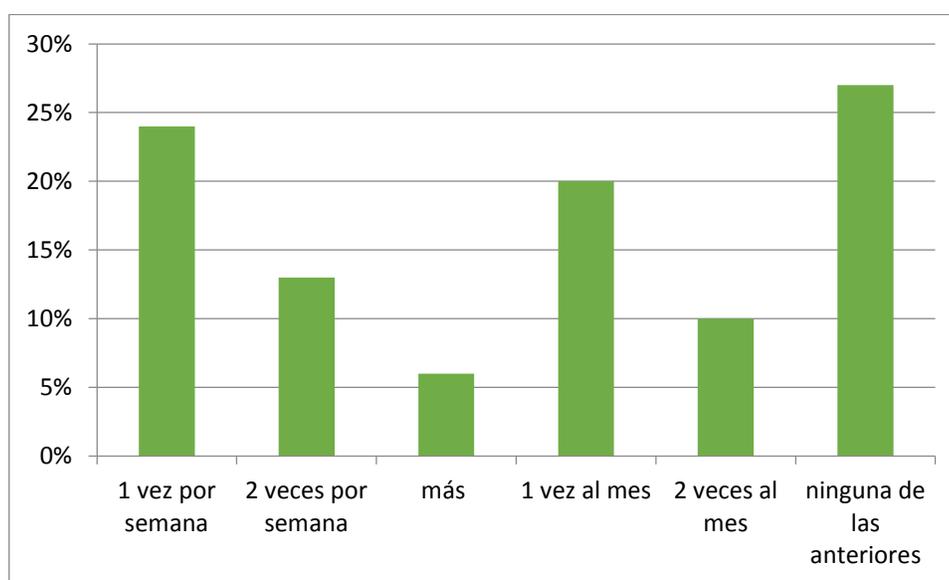


Figura 32 Frecuencia de Uso de Bicicleta

Los resultados indican que el 27% de personas no utilizan sus bicicletas con frecuencia mientras que el 24% lo hacen una vez por semana, por lo tanto se concluye que el uso de la bicicleta o es frecuente o es nulo en su mayoría.

4.- ¿Para que la utiliza?

Pregunta 4		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Diversión	197	42%
Deporte	225	47%
Medio de Transporte	44	9%
Recorrer distancias cortas	11	2%

Tabla 34 Funcionalidad de la Bicicleta

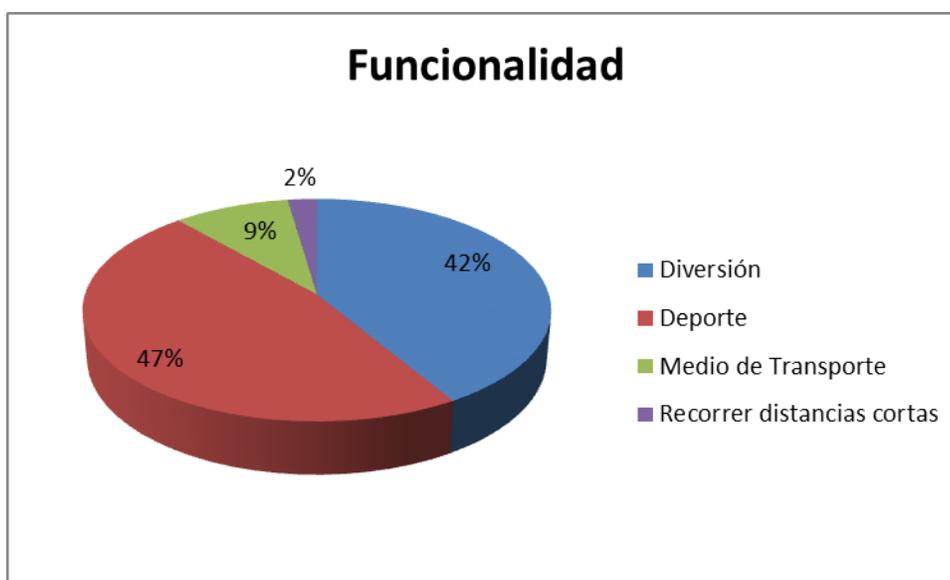


Figura 33 Funcionalidad de la Bicicleta

Se observa que las bicicletas son usadas casi en su totalidad con fines recreativos y que tan solo el 9% de los encuestados la utiliza como medio de transporte.

5.- ¿Qué le haría utilizar la bicicleta dentro de la ciudad?

Pregunta 5		
Posibles Respuestas	Cantida d	Porcentaj e
Encontrar estacionamiento seguro para mi bicicleta	110	19%
Disminuir la densidad de trafico	230	40%
Disponer de bicicletas prestadas por parte del Gobierno	5	1%
Poder usar la bicicleta y también poder llevarla en transporte público	132	23%
Disponer de carriles especiales	99	17%

Tabla 35 Razones para utilizar bicicleta dentro de la Ciudad

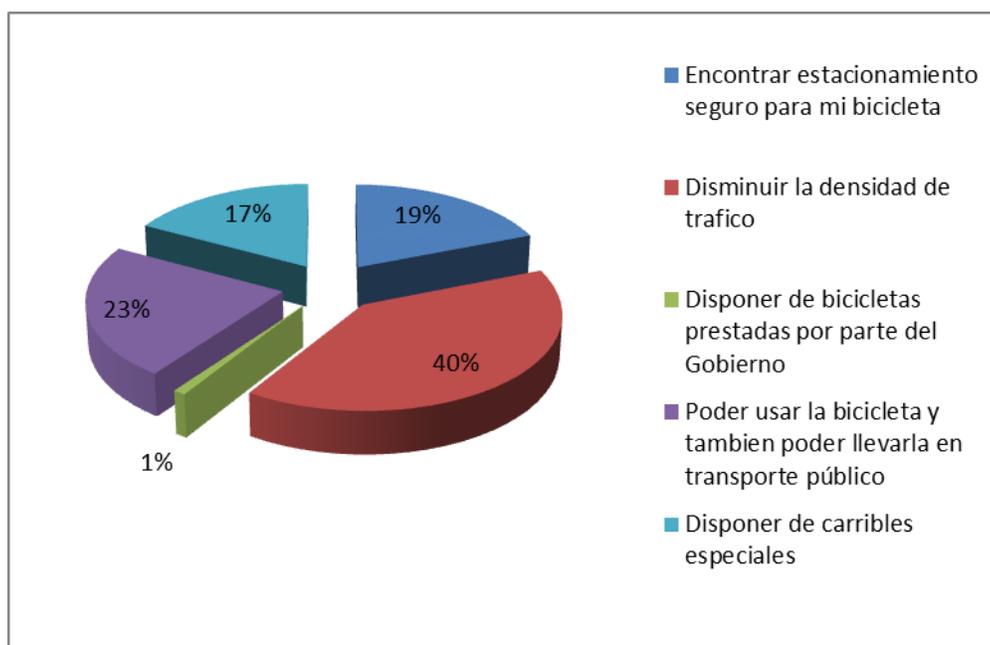


Figura 34 Razones para utilizar bicicleta dentro de la Ciudad

Se observa que la densidad del tráfico es una problemática común por lo que alcanza un 40% entre los encuestados, de igual manera se identifica que las personas están dispuestas a utilizar la bicicleta dentro del distrito metropolitano siempre y cuando tengan mayores facilidades y que el acceso a bicicletas del gobierno no representa un factor de importancia.

6.- En una ciudad donde se desplacen en bicicleta; ¿Tú crees que?

Pregunta 6		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Se favorecería el contacto con lo que nos rodea	115	23%
Se mejoraría la salud de los ciudadanos	263	52%
Aumentarían los índices de delincuencia	16	3%
Se haría más lento el ritmo cotidiano	38	8%
Se aceleraría el ritmo cotidiano	71	14%

Tabla 36 Efectos de desplazarse en bicicleta

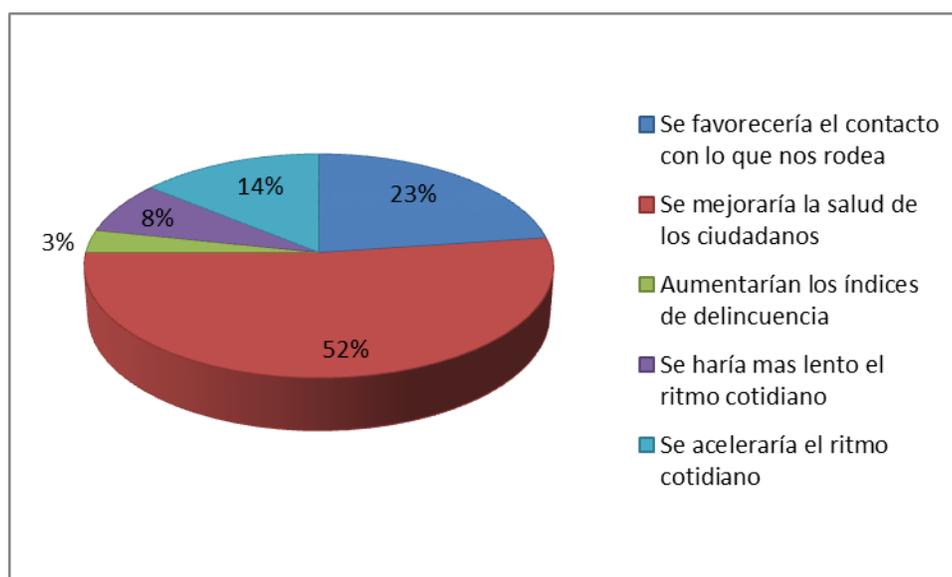


Figura 35 Efectos de desplazarse en bicicleta

Los resultados indican que los beneficios de una movilidad no motorizada dentro de la ciudad de Quito son amplios ya que más de la mitad de los encuestados concuerdan con que se mejoraría la salud de los ciudadanos, de igual manera se observa que la delincuencia no es un factor que se oponga al uso cotidiano de bicicletas.

7.- ¿Utilizaría una bicicleta eléctrica que le dé una libertad de al menos 1 hora de uso sin pedalear?

Pregunta 7		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	368	96%
NO	16	4%

Tabla 37 Probabilidad de Uso

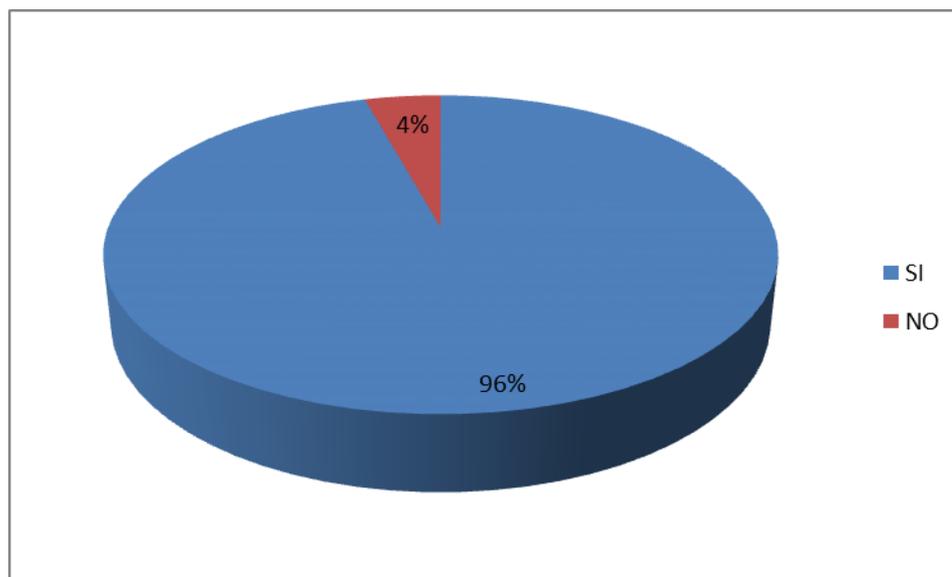


Figura 36 Probabilidad de Uso

Se observa que apenas el 4% no estaría dispuesto a utilizar una bicicleta eléctrica, por lo tanto se concluye que existe un alto grado de interés hacia este producto.

8.- ¿Estaría dispuesto a comprar un kit para hacer su bicicleta eléctrica (sin perder la opción de pedalear como antes?)

Pregunta 8		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	362	94%
NO	22	6%

Tabla 38 Probabilidad de Compra

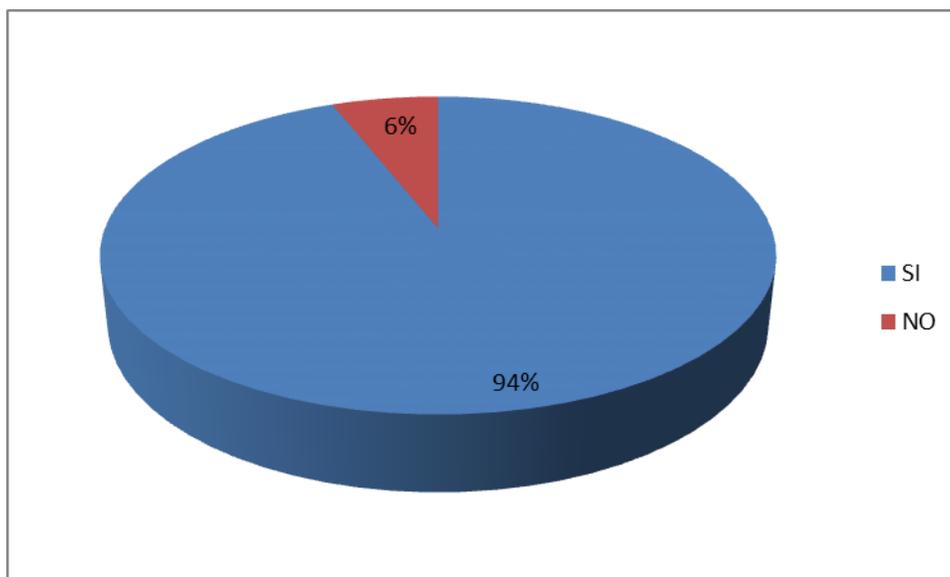


Figura 37 Probabilidad de Compra

De igual manera que en la pregunta anterior, se observa un alto interés en el producto, alcanzando un 94% de personas que si estarían dispuestas a comprar un kit para hacer su bicicleta eléctrica, Los dos sistemas encuestados permiten pedalear al momento de utilizar el motor eléctrico.

9.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este kit?

Pregunta 9		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
400-600 USD	263	68%
600-800 USD	110	29%
800-1000 USD	11	3%

Tabla 39 Posibles precios de venta al público

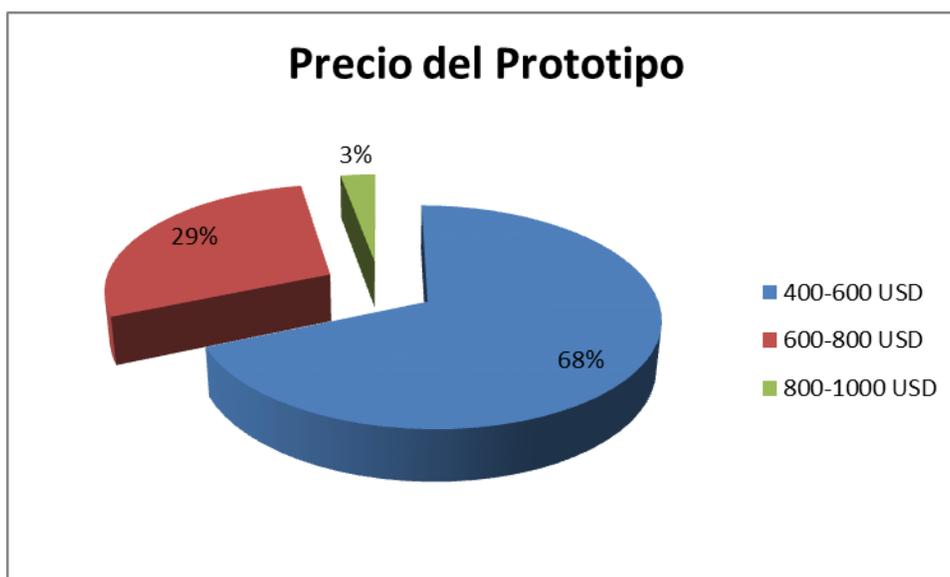


Figura 38 Posibles precios de venta al público

En base a los resultados se puede concluir que el precio máximo que la mayoría de los encuestados (68%) está dispuesto a pagar es de 600 dólares americanos sin incluir la bicicleta, mientras que cerca del 30% pagarían hasta 800 dólares sin incluir la bicicleta.

10.- Si nuestro nuevo producto estaría disponible hoy mismo, ¿Qué probabilidades habría de que lo compre?

Pregunta 10		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Probablemente si	236	61%
Definitivamente si	38	10%
Probablemente no	38	10%
Definitivamente no	11	3%
No sabe/ No responde	60	16%

Tabla 40 Probabilidad de Compra

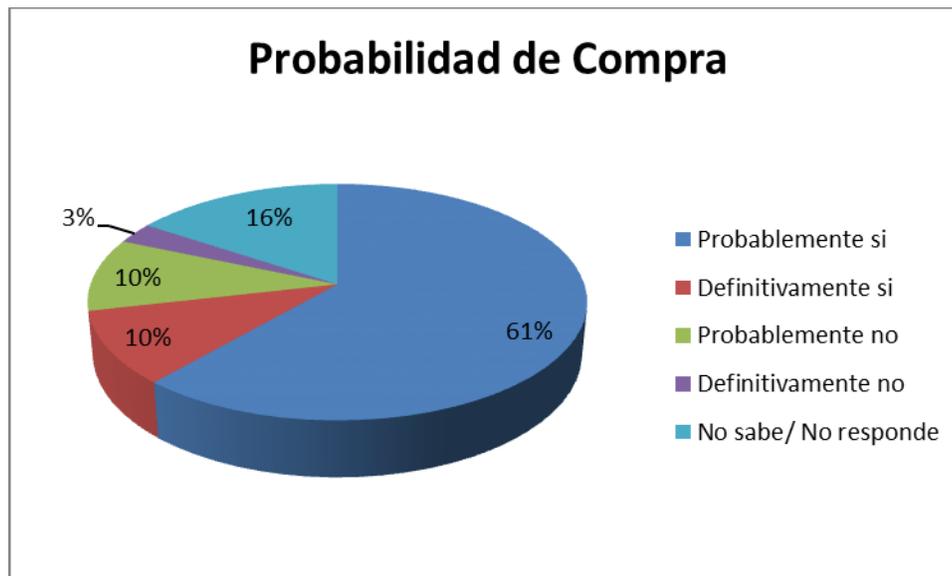


Figura 39 Probabilidad de Compra

El 61% de los encuestados declara que probablemente si compraría este nuevo producto, mientras que el 10% dice que definitivamente si compraría el producto.

11.- Si nuestro nuevo producto estaría disponible hoy, ¿Qué tan probable es que se lo recomiende a otras personas?

Pregunta 11		
Posibles Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Probablemente si	181	47%
Definitivamente si	187	49%
Probablemente no	11	3%
Definitivamente no	0	0%
No sabe/ No responde	5	1%

Tabla 41 Probabilidad de Recomendación

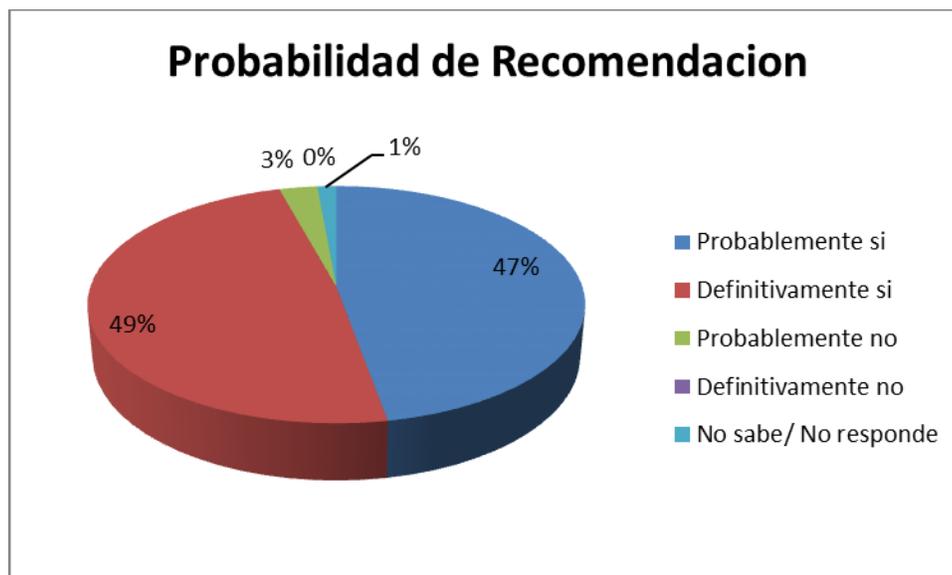


Figura 40 Probabilidad de Recomendación

Se observa que el 49% definitivamente recomendaría el producto mientras que el 47% probablemente lo haría.

5.2 Conclusiones de la Encuesta

- Los prototipos recibieron calificaciones promedio de 3.08/5 y 2.74/5 para el modelo brushed 36V 350W montado en el cuadro y para el 36V 500W brush-less montado en la rueda respectivamente , lo que indica que a pesar de que los prototipos obtuvieron calificaciones por encima del promedio (2.5) tampoco alcanzaron calificaciones cercanas a la máxima (5), tras un análisis cualitativo se concluye que estas calificaciones mejorarían sustancialmente de estar ensamblados en una bicicleta más atractiva a la vista.
- Un bajo porcentaje utilizan la bicicleta como medio de transporte, sin embargo se observa gran interés por disminuir la densidad de tráfico dentro de la capital, de igual manera se identifica que la gente busca facilidades para el uso de la misma como carriles especiales y poder llevarlas dentro del transporte urbano. Facilidades que están incluidas dentro del plan maestro de movilidad para el distrito metropolitano de Quito 2008-2025.
- Se identifica un porcentaje muy alto de personas que usarían una bicicleta eléctrica y que a su vez comprarían una, el precio que la gente está dispuesta a pagar por un kit adaptable a cualquier bicicleta está comprendido entre los 400 a 600 dólares americanos.
- De igual manera se identifican porcentajes altos de personas que probablemente si comprarían el producto de salir al mercado este momento y porcentajes igual de altos de personas que lo recomendarían.

CAPITULO 6

INGENIERIA Y DESARROLLO

A continuación se detalla las pruebas que se realizaron a ambos motores; se obtuvo la curva torque velocidad y se comparó la duración teórica de la batería con la experimental.

6.1 Motor 36V 350W brushed / montado en el cuadro

A continuación se detallan los datos obtenidos tras las pruebas realizadas al motor.

6.1.1 Curva de Potencia del Motor

Se realizaron pruebas para encontrar tanto la velocidad mínima como máxima a la que el motor es capaz de funcionar; con estos datos se obtuvo la velocidad angular instantánea y el torque asumiendo la potencia constante para obtener la curva torque- velocidad como se muestra a continuación.

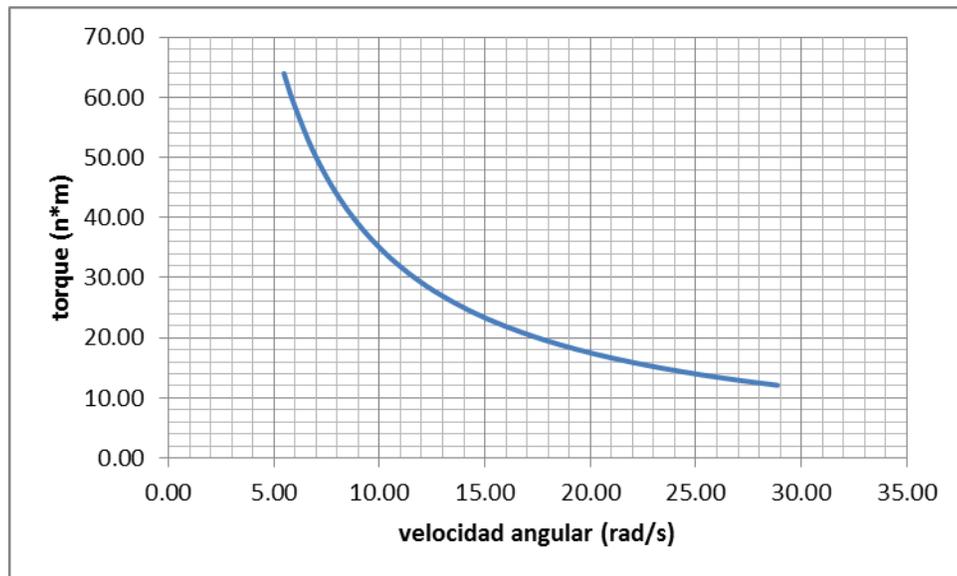


Figura 41 Desempeño Motor 36V 350W brushed (montado en el cuadro)

6.1.2 Duración Teórica de Batería

Este motor trabaja con 9.72 amperios, la batería otorga un máximo de 9 amperios por hora, lo que quiere decir que funcionando a máxima capacidad la batería duraría 0.92 horas o 56 minutos.

6.1.3 Duración Experimental de la Batería

Se realizó una prueba de duración de la batería a lo largo de la avenida “Pampite”, detrás de la Universidad San Francisco de Quito, esta prueba consistió en recorrer esta avenida desde la entrada de la Urbanización Jardines del Este hasta el Centro Comercial “La Esquina” repetidas veces hasta que la batería se consuma al 100%. Se observó que tomó 87 minutos para que ésto ocurra. La duración experimental es mayor que la duración teórica debido a que en el análisis teórico se considera que el sistema funciona al máximo de su capacidad todo el tiempo mientras que experimentalmente esto es variable debido al tráfico y a las condiciones del terreno.

6.2 Motor 36V 500W

Se detalla a continuación los resultados obtenidos tras las pruebas realizadas a este motor.

6.2.1 Curva de Potencia del Motor

Se indica a continuación la curva de desempeño del motor de 36V 500W brushless, el proceso mediante el cual se obtuvo la curva es similar al empleado en el motor anterior.

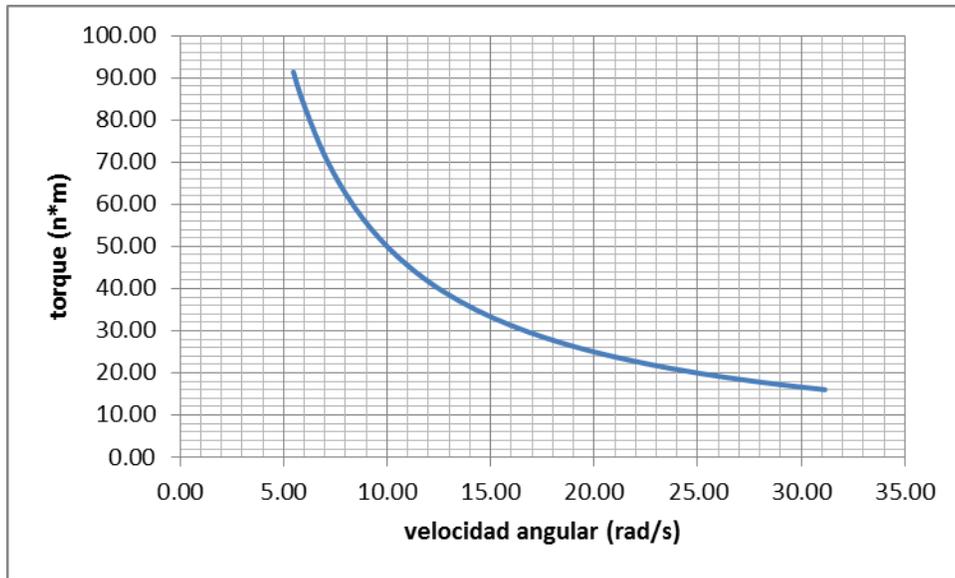


Figura 42 Desempeño Motor 36V 500W brushless (montado en la rueda)

6.2.2 Duración Teórica de Batería

Conociendo que potencia es igual a corriente por voltaje se puede despejar el valor de la corriente empleada; que en este caso es igual a 13.89 amperios, de igual manera que para el motor anterior el valor de la corriente otorgada por la batería es dividido para la corriente máxima usada por el motor para obtener el tiempo de uso del equipo dando un total de 0.65 horas o 39 minutos.

6.2.3 Duración Experimental de la Batería

Como se mencionó anteriormente la batería empleada es de litio-ion de 36V y 9 Ah con una protección de voltaje que impide que se sobrecargue a más de 42V y que se descargue a menos de 27.5V, lo que quiere decir que la batería va a alimentar el sistema de manera óptima entre 36 a 27.5 voltios. El experimento se lo realizó a lo largo de la avenida Pampite detrás de la Universidad San Francisco de Quito con un peso total aproximado de 200 kg entre usuario y bicicleta alcanzando una velocidad

máxima de 37.5 km/h y una velocidad promedio de 13.9 km/h. El sistema funcionó de manera óptima durante 18 minutos y se demoró 35 en descargarse completamente. Cabe mencionar que una vez que la batería alcanza el voltaje de corte el sistema se va a detener; para que retome su funcionamiento se requiere desacelerarlo completamente y volverlo a acelerar, se logra obtener más tiempo de funcionamiento al hacer esto debido al pico de voltaje de arranque.

6.3 Ingeniería Inversa del motor brushed (montado en los pedales)

En esta sección se analiza como producir el motor brushed (montado en los pedales) en el Ecuador, analizando todo el proceso de manufactura para elaborar sus partes en el país. También se realiza una evaluación económica sobre la rentabilidad de producir el motor en el Ecuador versus importarlo de China. Para realizar todos estos estudios se elige un proceso de manufactura para la producción de cada pieza del motor: Para la estructura del motor o housing, se evaluó bajo el proceso de inyección de aluminio. Los ejes del motor y engranes de la reducción serán maquinados. Las láminas de acero con silicio del rotor serán producidas bajo el proceso de troquelado y el proceso de bobinado se lo hará en un taller especializado.

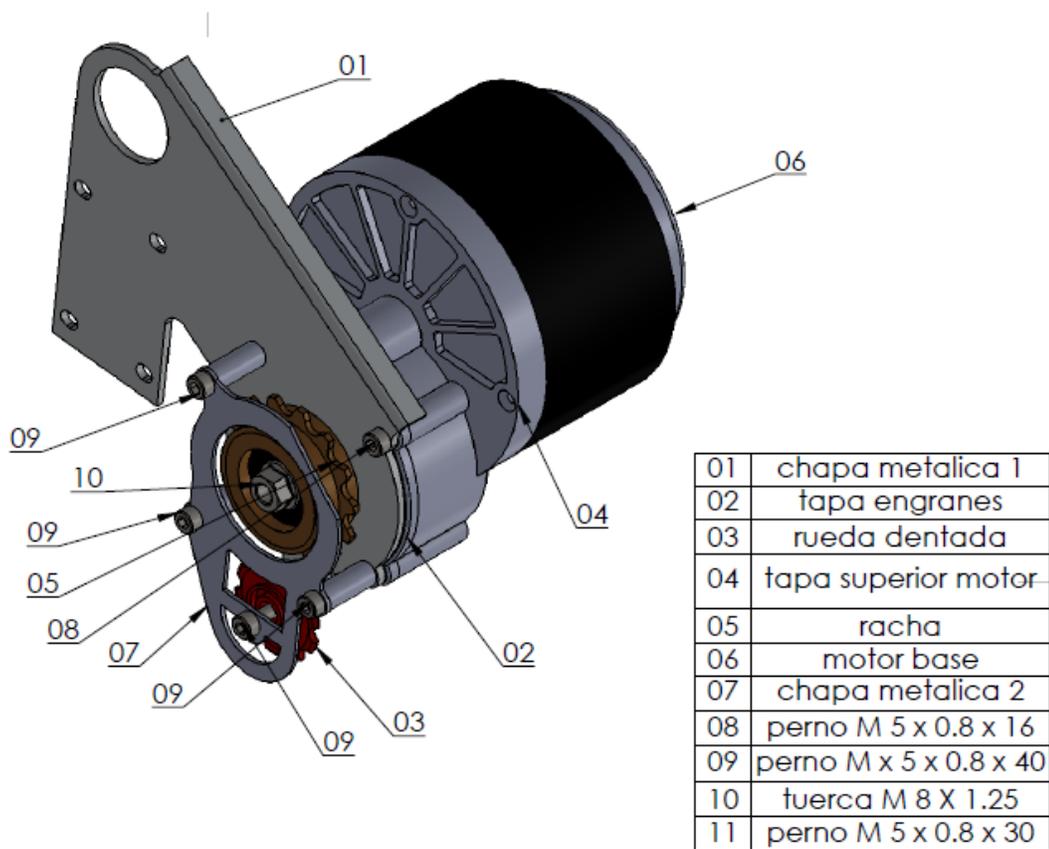


Figura 43 Motor Brushed 350W 36V (montado en los pedales)

6.3.1 Housing del Motor

Para manufacturar el housing del motor se utilizará el proceso de inyección de aluminio fundido, en un molde permanente. El molde (también conocido como dado), tiene la forma de la pieza deseada. Para diseñar el molde se debe considerar la expansión y contracción térmica de la matriz y la pieza inyectada.

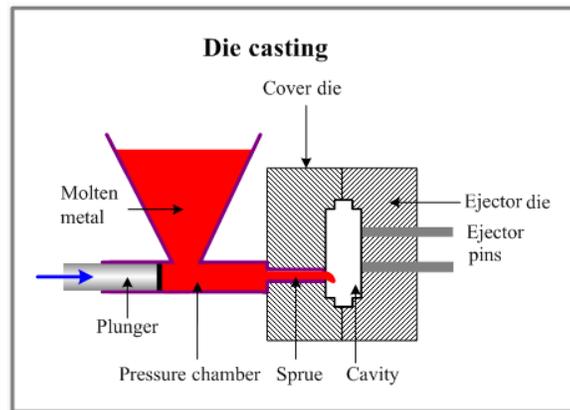


Figura 44 Proceso de inyección de aluminio (Substances & Technologies, 2012)

Se eligió Die Casting o Fundición por Inyección ya que con este proceso se puede producir un volumen grande de pieza y de esta manera se puede amortizar el valor de los moldes. En el proceso de inyección del aluminio la carga de metal fundido se transporta del crisol a una cavidad hueca donde un émbolo accionado hidráulicamente empuja el metal al interior del molde. Se inyecta mayor cantidad de material fundido en la cavidad del molde con el objetivo de compensar la contracción que se produce durante la solidificación. Con ese proceso se puede alcanzar presiones de inyección de 7 a 350 Mpa. (Groover, 2007)

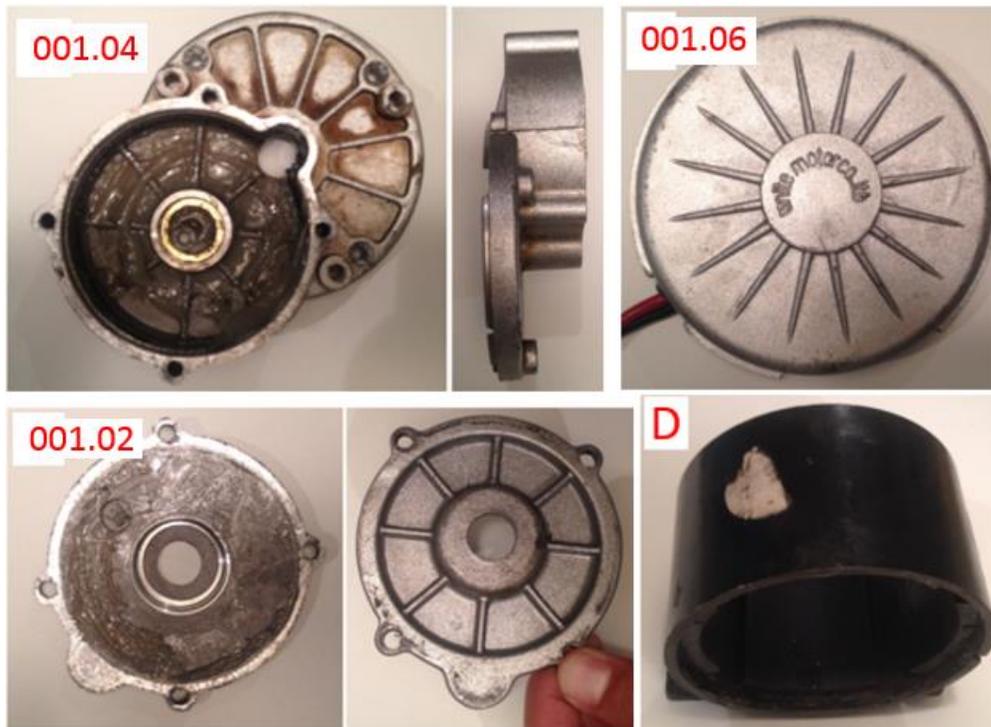


Figura 45 Pieza 1 00.1.04, Pieza 2 001.06, Pieza 3 001.02 y Pieza 4 D

El molde del housing del motor brushed está compuesto por 4 piezas, 3 de ellas se harán por inyección. El molde de la pieza 1 (figura 45-001.04) tiene un costo de \$1400+ IVA, el molde de la pieza 2 y 3 (figura 45- 001.06 y 001.02) tiene un costo de \$ 850+IVA cada una. Cada pieza inyectada se cobra por peso. El costo de la pieza 1 es de \$5,50 + IVA, la pieza 2 y 3 tienen un costo de \$3.00 + IVA y la pieza 4 tiene un valor de \$ 3.00+ IVA (Figura 44-D) En la siguiente Tabla 41 se muestra el detalle de los costos del housing. (SANCHEZ, 2011)

Housing del motor Brushed						
Piezas	Número de piezas (#)	Matriz (\$)	Inyección de aluminio (\$/u)	Valor de cada pieza (\$/u)	Costo total (\$)	Costo total del housing por cada motor en el primer año (\$)
1	242	1568	6,16	12,6393388	3058,72	
2	242	952	3,36	7,2938843	1765,12	
3	242	952	3,36	7,2938843	1765,12	
4	242	0	0	3,36	813,12	
Costo total del housing					7402,08	30,5871074

Tabla 42 Costos housing del motor brushed

6.3.2 Ejes del motor.

El eje del motor se producirá bajo el proceso de maquinado por torneado y fresado.

El eje del motor será el encargado de transmitir el movimiento del rotor al engrane de la reducción del sistema. Este engrane, unido con otro eje, transmite el movimiento al piñón del motor el cual estará unido por una cadena al piñón de los pedales.

Se maquinarán dos ejes diferentes, el eje 1 va en el rotor y termina en una cabeza con engrane, como se muestra en la figura 45.



Figura 46 Eje del rotor

El segundo eje tiene una claveta y rosca al final para conectar y sujetar el piñón que transmitirá el movimiento hasta los pedales. (Figura 47).



Figura 47 El eje de la reducción

El maquinado de los ejes se harán utilizando tornos y la fresadora, con esto podemos obtener los acabados necesarios para cada eje. El valor de los ejes se lo calcula por el tiempo de trabajo en el torno o en la fresadora, más la mano de obra y el material. El costo de hora de maquinado tiene un valor de \$30 + IVA. En la siguiente **tabla 42**

se puede ver el detalle de los costos de producción de los ejes. (INNOVACION, 2012)

Ejes del motor					
Piezas	Número de piezas (#)	Tiempo de Maquinado (horas)	Mano de obra y material	Costo total de la pieza (\$)	Costo total
Eje rotor	242	0,75	4,5	27	6534
Eje reducción	242	0,5	4,5	19,5	4719
Costo total ejes					11253

Tabla 43 Costo de los dos ejes del motor

6.3.3 Engranés

Para la producción del engrane se seleccionó el proceso de maquinado con el que se realiza el análisis económico. El engrane que se maquina se lo puede ver en la figura 47, se lo maquina en una fresadora CNC de tres ejes. El costo del maquinado se lo calcula por tiempo de trabajo de la maquina más material. El costo de por hora es de \$ 30 +IVA. En la siguiente tabla 43 se puede observar el detalle del costo de la pieza. (INNOVACION, 2012)

Engrane reducción del motor					
Piezas	Número de piezas (#)	Tiempo de Maquinado (horas)	Material	Costo total de la pieza (\$)	Costo total
Engrane	242	1	5	35	8470
Costo total engrane					8470

Tabla 44 Engrane de reducción del motor

6.3.4 Rotor: chapas de acero al silicio y bobinado.

El rotor está compuesto de tres partes; el eje, el núcleo magnético y el bobinado. El eje del motor fue cotizado anteriormente, el núcleo magnético está compuesto por un paquete de láminas o chapas de acero al silicio que son altamente magnéticas. Estas láminas se fabricarán bajo el proceso de troquelado, el costo de la matriz para el troquel es de \$900 + IVA y cada golpe tiene un costo de \$ 0.30 + IVA, cada golpe troquelará un juego de láminas (5 láminas acero al silicio de 2 milímetros cada una). (SANCHEZ, 2011). Para formar el rotor se necesitan un conjunto de láminas de acero al silicio, con un grosor total de 5 centímetros. El juego de chapas irá sujeto a presión al eje del motor, esto se lo puede ver en la siguiente figura 48.



Figura 48 Partes del rotor

El bobinado tiene un costo de \$ 35 + IVA incluido el material. El detalle de costos en la tabla 44

Rotor: Chapas de acero al silicio y bobinado					
Piezas	Número de piezas (#)	Matriz (\$)	Golpes: 5 golpes para formar el rotor (\$/u)	Valor de material y mano de obra (\$/u)	Costo total con el valor de la matriz(\$)
Rotor	242	1008	1,68	6	11,8452893
Bobinado	242	0	0	39,2	39,2

Tabla 45 Chapas de acero al silicio y bobinado

6.3.5 Imanes del estator y escobillas.

Los imanes no se producen actualmente en el Ecuador, por esta razón se realizó el análisis económico como si este fuese un producto importado. El valor de cada imán es de \$ 4.60 + IVA y se utilizan 4 imanes por motor. Sin embargo se considera en futuro producir imanes en el Ecuador. Los imanes se pueden ver colocados en el housing en la siguiente figura 49.



Figura 49 Imanes permanentes

El motor brushed que se analizó tiene dos pares de escobillas, cada una se ubicará en la terminal que está conectada al bobinado. Junto a la terminal se colocarán los 4 bloques de carbón, que están sujetos mediante resortes, que hacen presión sobre ellos para establecer el contacto eléctrico necesario. Los carbones tiene un costo de \$11.00 + IVA el par incluido el costo de mano de obra. En la siguiente figura 50 se pueden ver las escobillas del motor instaladas.



Figura 50 Escobillas

En la siguiente tabla 45 se puede ver el detalle de los costos de los imanes y de las escobillas.

Imanes y Escobillas			
Piezas	Número de piezas (#)	Valor de la pieza 4 unidades (\$)	Costo total de las 200 piezas (\$)
Imanes	242	31,136	7534,912
Escobillas	242	12,32	2981,44

Tabla 46 Costo imanes y escobillas

Después de analizar cada pieza del motor para desarrollarlo en el Ecuador se realizó un resumen de los costos para poder comparar el valor de producir el motor en nuestro país versus la importación de un motor chino de las mismas características. La siguiente tabla 46 muestra el resumen de los costos frente al valor del motor chino.

Resumen de costos del motor Brushed hecho en Ecuador				
Piezas	Numero de piezas #	Valor pieza \$/u	Valor 200 piezas \$	Costo del motor importado desde China es de \$ 250 solo si se importa un volumen mayor a los 100 motores . Valor de 242 motores = \$ 60500
Housing: 3 piezas en aluminio y 1 en acero	242	30,5871074	7402,08	
Rotor: Eje, Bobinado, Nucleo magnetico	242	78,0452893	18886,96	
Imanes y escobillas	242	43,456	10516,352	
Reducción: Eje y engrane	242	54,5	13189	
Costo total del motor		206,588397	49994,392	

Tabla 47 Resumen Costo motor Ecuatoriano

6.3.5 Conclusiones

Los resultados fueron favorables para que se produzca el motor Brushed en el Ecuador, el costo de realizar el proceso de manufactura del motor eléctrico es de \$206.58 incluido el IVA, mientras el valor de importarlo desde China es de \$ 250 incluido IVA. En los costos del motor ecuatoriano se podrían abaratar algunos costos si se implementa tecnología avanzada y producción diversificada en motores

similares. Por medio de esta iniciativa de desarrollar industria el Ecuador puede empezar a cambiar su matriz productiva.

El motor ecuatoriano podría tener ventaja frente a cualquier motor importado debido a los impuestos y restricciones de importaciones que se han puesto en los últimos meses en el país. Por otro lado, el momento que se desarrolla un producto en el país y se desarrolla una industria, existen beneficios y reducciones en impuesto. También se puede aplicar a créditos para mejorar la tecnología, comprando maquinaria especializada a una tasa de interés bajo y a largo plazo.

Se concluye en base de los valores obtenidos anteriormente que empezar a desarrollar motores para las bicicletas eléctricas es factible y se puede obtener varios beneficios por parte del estado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El valor actual neto de una bicicleta eléctrica es menor que el de transportarse en bus y de adquirir una moto, por lo tanto se concluye que Licyle es la opción más rentable en cuanto a movilidad dentro de la ciudad de Quito con un bajo presupuesto de inversión inicial.
- Se observa gran interés de la gente para disminuir la densidad de tráfico dentro de la capital, pero la gente requiere facilidades para que la bicicleta sea la opción más viable; facilidades que se encuentran dentro del plan maestro de movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito.
- El motor ubicado dentro de cuadro de la bicicleta es superior al motor ubicado dentro de la rueda en aspectos como estabilidad, funcionalidad y preferencia del cliente.
- La potencia de la batería que alimenta el sistema debe ser mayor o igual a la potencia consumida.
- La potencia calculada debe ser igual o mayor al 75% de la potencia instalada para de esta manera abarcar pérdidas por eficiencia.
- Se observa un interés alto hacia el producto, sin embargo se debe realizar el estudio de mercado en el centro financiero de Quito, ya que al hacerlo solo dentro de la Universidad San Francisco de Quito no se obtienen resultados tan definitivos como se buscaban.

- El costo de realizar el proceso de manufactura del motor eléctrico es de \$206.58 incluido el IVA, mientras el valor de importarlo desde China es de \$ 250 incluido IVA, por lo tanto se concluye que si es rentable manufacturarlo dentro del Ecuador.
- Este proyecto es técnicamente viable y rentable desde el punto de vista económico.
- El presente proyecto plantea una solución práctica y amigable con el ambiente para el problema del tráfico que está en aumento en nuestro país.
- Se requiere un crecimiento en ventas anuales mínimo del 36% para alcanzar rentabilidad.

Bibliografía

Alvite, J. P. (1 de mayo del 2007). *Sistemas auxiliares del motor*. EdiTex.

Autos, P. d. (22 de 9 de 2012). *Patio de Autos*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de http://www.patiodeautos.com/noticias/estadisticas/quito-concentra-el-45-porciento-del-parque-automotor-del-pais_1261.html

Acosta Garcia, R., Cholula Lozano, B., Ramirez Belmont, O. A., Resendiz Alvarez, D., & Rocha Hernandez , L. G. (2009). *Plan de Negocios para Ensamble y Comercializacion de una Bicicleta Electrica Sustentable Ecolocleta*. Mexico D.F: UPIICSA.

Baterias para la Bicicleta Electrica. (09 de Julio de 2013). Obtenido de <http://vehiculoselctricos.nichese.com/batebici.html>

BikeCad Bicycle Design Software. (1998-2013). Obtenido de <http://www.bikecad.ca>

Bovisio, S. (s.f.). *Libro XXXII- La Gimnasia de CAFH*. Obtenido de <http://www.radiestesiacongini.com.ar/la%20gimnasia%20de%20cafh.htm>

Buchmann, I. (2011). *All About Chargers*. Obtenido de Cadex Electronics Inc: http://batteryuniversity.com/learn/article/all_about_chargers/1

Colegio de Contadores de Pichincha. (2009). *Material Didactico NIC 16*.

Creative Commons Attribution Share-Alike. (2010). *Registro Contable*. Obtenido de <http://registrocontable.wikispaces.com/Activos+diferidos>

Frameworks, KIRK. (s.f.). *Custom frame body measurement worksheet*. http://www.kirkframeworks.com/bike_measurement.html.

Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos sistemas*. Mexico: McGraw Hill.

- Haro , J. S., Valladares, J. A., & Sotomayor, N. (s.f.). *Estudio e Implementaciòn de Un sistema motriz para bicicletas*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de [http://ciecfie.epn.edu.ec/JIEE/historial/XXI%20JIEE/Sotomayor%20Nelson%20\(C-11\).pdf](http://ciecfie.epn.edu.ec/JIEE/historial/XXI%20JIEE/Sotomayor%20Nelson%20(C-11).pdf)
- Horngren, C. T., Sundem, G. L., & Stratton, W. O. (2006). *Contabilidad Administrativa*. Mexico: Pearson Education.
- HOY, O. d. (29 de Noviembre de 2009). El tráfico en quito en situación de colapso. *Diario HOY*.
- Innovaciòn, S. E. (2012). Obtenido de <http://construyecuador.com/>
- La venta de bicicletas crece en Ecuador como parte del transporte alternativo. (03 de Octubre de 2012). *HOY*.
- Lund, M. W. (s.f.). *NiCad Battery Charging Basics*. Obtenido de <http://www.powerstream.com/NiCd.htm>
- Morales Vallejo, P. (2008). *Estadística Aplciada a las Ciencias Sociales*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Muetze, A., & Ying, T. C. (2007). Electric Bicycles: A performance evaluation. *IEEE Industry Applications Magazine* , 12-21.
- Nieto Gonzales, A. (11 de Febrero de 2009). *El Blog Salomon*. Obtenido de Economía y Finanzas en su color natural: <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-el-van-y-el-tir>
- Paterek, T. (s.f.). *The Paterek Manual for bicycle framebuilders*. Horsham: Kermesse Distributors Inc.
- Sanchez, D. (2011). *Infabtec*. Obtenido de <http://infabtec.com/>

Substances & Technologies. (31 de Mayo de 2012). Obtenido de SubsTech:

http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=die_casting

Velez, I., & Avila, R. (s.f.). Analisis del Punto de Equilibrio. *Analisis y Planeacion Financieros*.

William C Morchin, H. O. (2006). *Electric bicycles*. New Jersey: IEEE Press.

Zamorano, P. (2008). *La Bateria de Plomo-Acido*. Obtenido de
<http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch05.pdf.pdf>

ANEXOS