



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ.**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ CON MOTOR ELÉCTRICO Y TRANSMISIÓN CVT, PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA PLEGABLE”**

**AUTOR:**

**EDISSON IVÁN CHUQUIANA CUNALATA**

**Ing. Guido Torres**  
***DIRECTOR***

**Ing. Freddy Salazar**  
***CODIRECTOR***

**LATACUNGA, NOVIEMBRE 2.014**



E. S. P. E.



**INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

## OBJETIVO GENERAL

IMPLEMENTAR EL TREN MOTRIZ CON MOTOR ELÉCTRICO Y TRANSMISIÓN CVT, EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar el tren motriz, para la movilidad del vehículo biplaza.
- Seleccionar las características específicas del motor eléctrico, caja CVT, controlador y las baterías; para que cumplan la función requerida en el vehículo sin ninguna complicación.
- Adecuar todos los elementos del tren motriz, tanto mecánicos como eléctricos y electrónicos, para la funcionalidad del vehículo.
- Realizar las conexiones y adaptaciones eléctricas necesarias para la alimentación y control del motor eléctrico del vehículo.
- Realizar pruebas de funcionamiento, para determinar ventajas desventajas y conclusiones de la implementación del tren motriz.



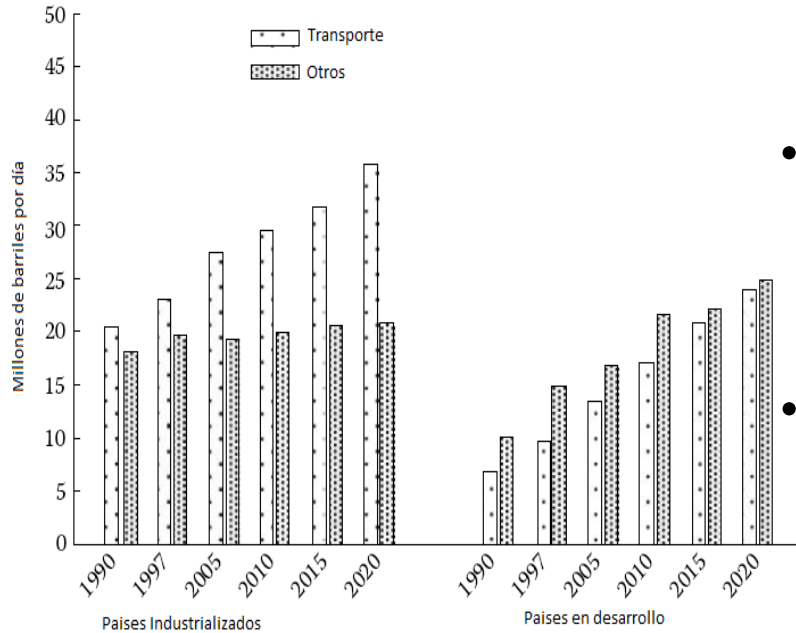
# INTRODUCCIÓN



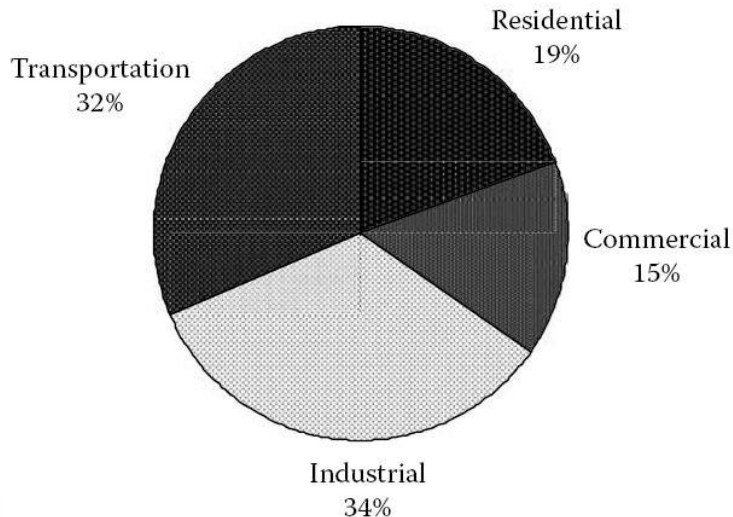
- Los primeros años de la industria automotriz los vehículos eléctricos eran los pioneros en iniciar este medio de transporte; el primer vehículo que funcionaba con electricidad se construyó en Escocia en el año de 1830 por Robert Anderson.
- Un aporte significativo para la evolución fue la invención de las baterías recargables de ácido de plomo en el año de 1859, por el francés Gastón Plante que fue y es la base para futuros desarrollos de los coches eléctricos.



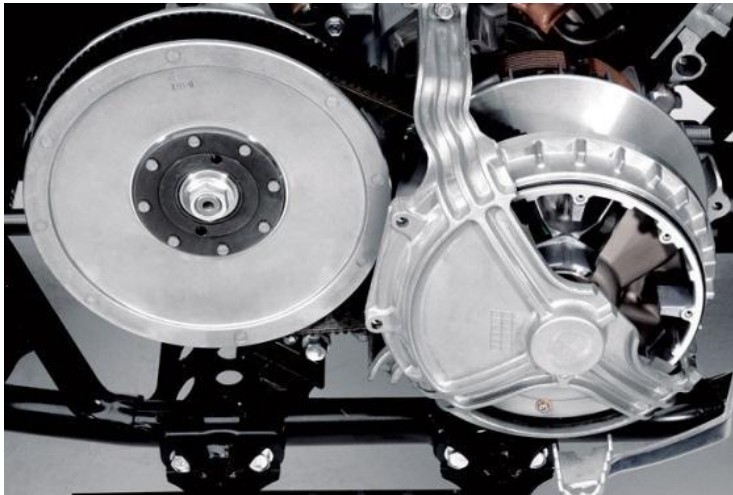
# IMPORTANCIA DE UN TRANSPORTE DIFERENTE



- Al pasar de los años aumenta más la dependencia del petróleo en el transporte, y como millones de barriles se emplea para el funcionamiento del mismo.
- La razón principal de la subida de la temperatura proviene de la actividad humana; el proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio y en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) no sólo en la industria, sino también en el transporte y los hogares.



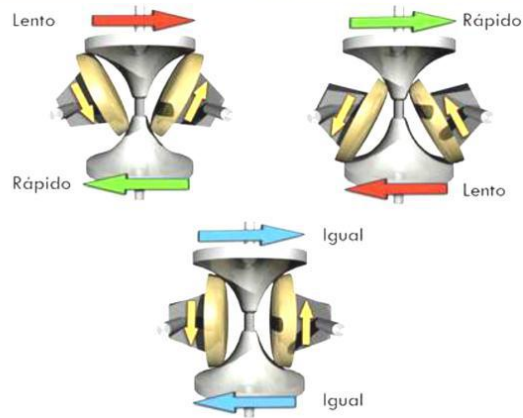
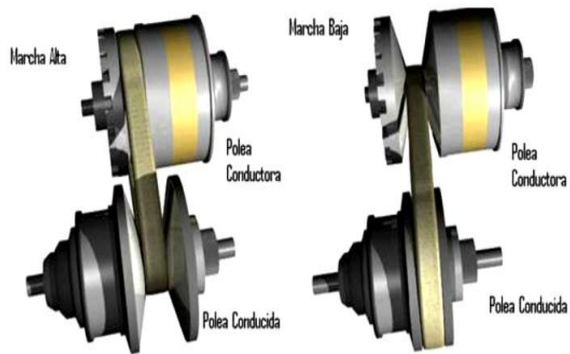
# TRANSMISIÓN VARIABLEMENTE CONTINUA (CVT)



- Una transmisión variable continua o CVT es un tipo de transmisión semiautomática que puede cambiar la relación de cambio a cualquier valor dentro de sus límites y según las necesidades de la marcha.
- Tiene una relación de transmisión que se puede variar continuamente dentro de un cierto rango, proporcionando de este modo un número infinito de engranajes. La variación continua permite un juego para prácticamente cualquier velocidad del motor y el par motor a cualquier velocidad de la rueda y el par motor.



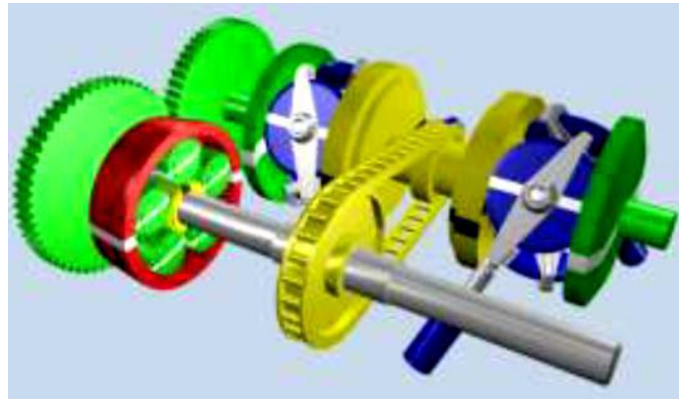
# TIPOS DE CVT



*Basada en poleas de diámetro variable.*

*CVT toroidal o basada en rodillo.*

*CVT Hidrostática.*



*Transmisión infinitamente variable.*



*CVT de Cono.*



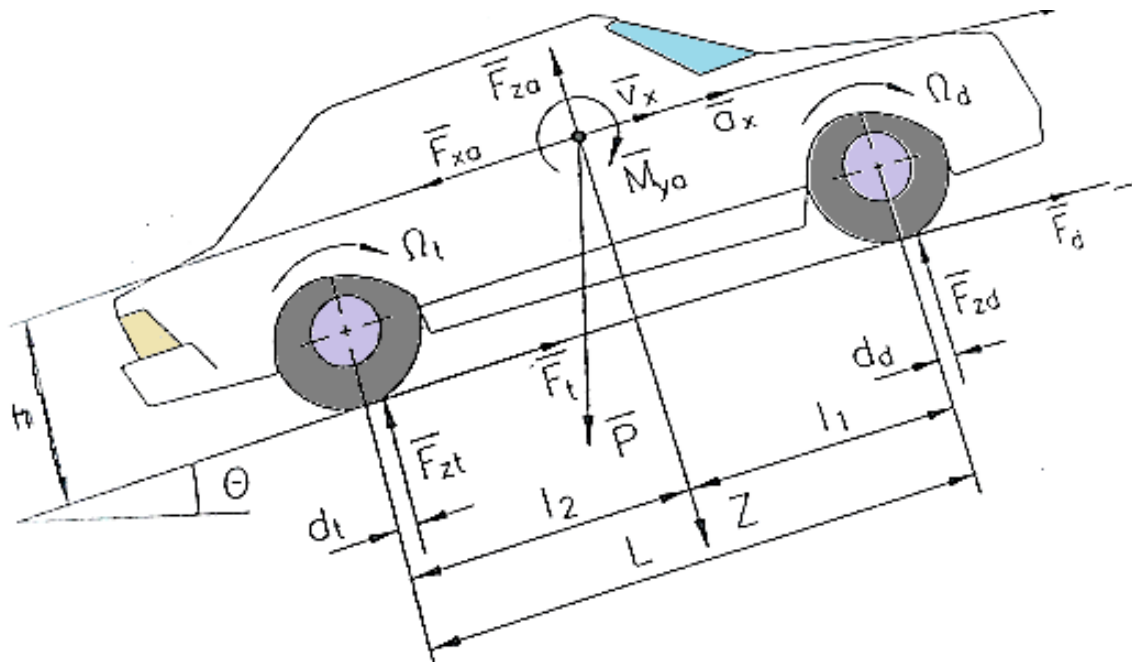
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

E. S. P. E.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ

# DISEÑO CONCEPTUAL



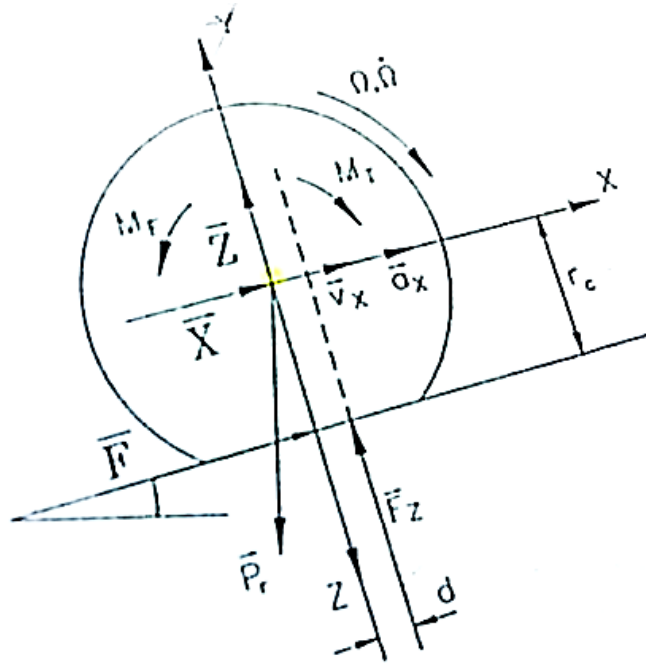
**MODELO DINÁMICO PARA EL  
MOVIMIENTO  
LONGITUDINAL.**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# RESISTENCIA A LA RODADURA



## COEFICIENTE DE RODADURA

$$f_r = 0.0085 + \frac{0.018}{P} + \frac{1,59 * 10^{-6}}{P} v^2$$

## RESISTENCIA A LA RODADURA

$$R_r = f_r * N$$

Estado de  
Carga

Peso [Kg]

Dos pasajeros

400

Un pasajero

325

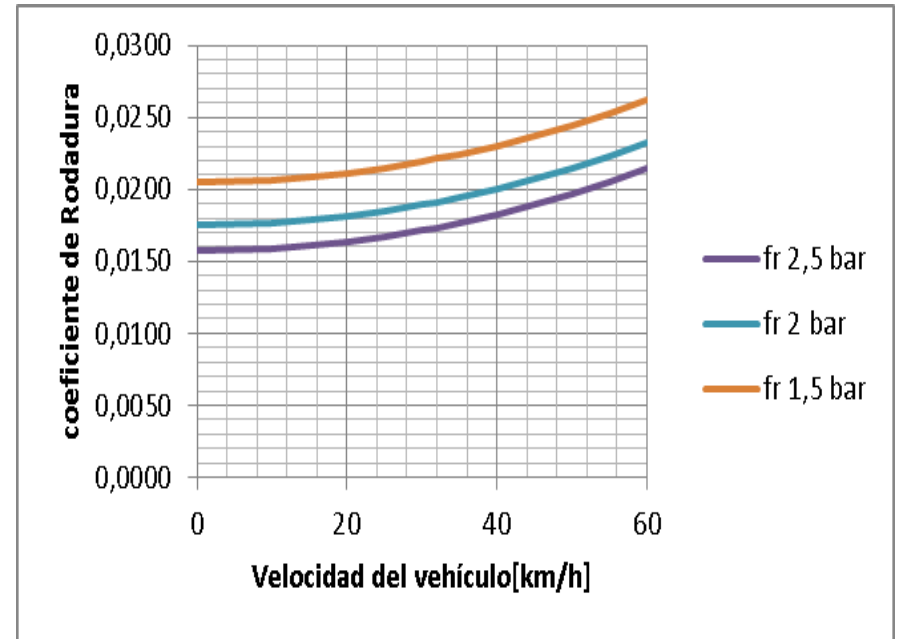
Vacío

250



# COEFICIENTE DE RODADURA

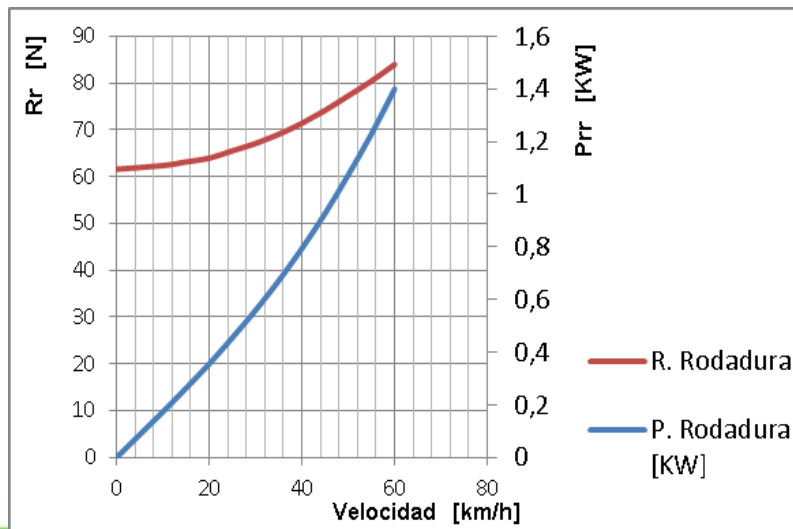
	fr	fr	fr
Velocidad Km/h	2,5 Bar	2 Bar	1,5 Bar
0	0,01570	0,01750	0,02050
10	0,01576	0,01758	0,02061
15	0,01584	0,01768	0,02074
20	0,01595	0,01782	0,02092
25	0,01610	0,01800	0,02116
30	0,01627	0,01822	0,02145
35	0,01648	0,01847	0,02180
40	0,01672	0,01877	0,02220
45	0,01699	0,01911	0,02265
50	0,01729	0,01949	0,02315
55	0,01762	0,01990	0,02371
60	0,01799	0,02036	0,02432



# RESISTENCIA Y POTENCIA DE RODADURA

Velocidad Km/h	Coficiente (2,5BA R)	Masa Kg	Gravedad m/s <sup>2</sup>	R. Rodadura. N
V	Fr	M	G	Rr
0	0,0157	325	9,81	50,056
10	0,0159	325	9,81	50,693
20	0,0163	325	9,81	51,968
30	0,0171	325	9,81	54,519
40	0,0182	325	9,81	58,026
50	0,0197	325	9,81	62,809
60	0,0214	325	9,81	68,229

Velocidad [Km/h]	R. Rodadura. [N]	P. Rodadura [KW]
V	Rr	Prr
0	61,607	0
10	62,392	0,173
20	63,961	0,355
30	67,100	0,559
40	71,417	0,794
50	77,303	1,074
60	83,974	1,400

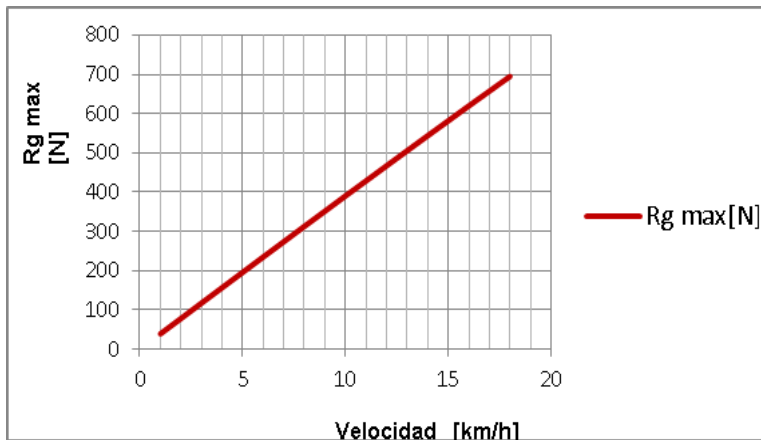


# RESISTENCIA A LA PENDIENTE

$\phi\%$	$\Phi[\text{rad}]$	$\Phi[^\circ]$	Rg [N]
2	0,0200	1,146	78,464
4	0,0400	2,291	156,835
6	0,0599	3,434	235,017
8	0,0798	4,574	312,920
10	0,0997	5,711	390,453
12	0,1194	6,843	467,526
16	0,1587	9,090	619,955
18	0,1781	10,204	695,148

## ANGULO DE INCLINACIÓN [°]

$$\phi = \arctan^{-1} \frac{\phi\%}{100}$$



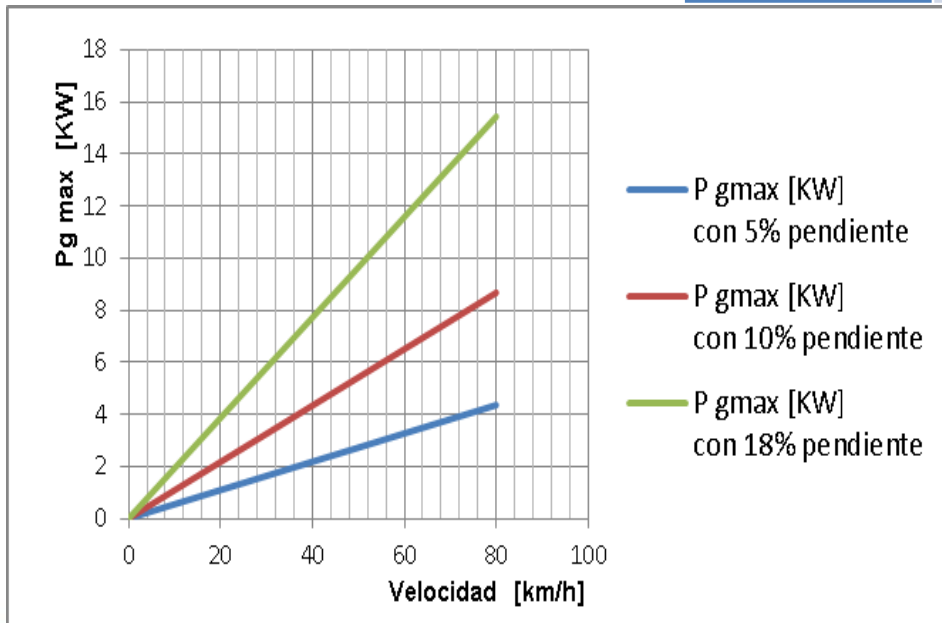
## RESISTENCIA MÁXIMA A LA PENDIENTE [N]

$$Rg = Wx \text{sen} \phi$$

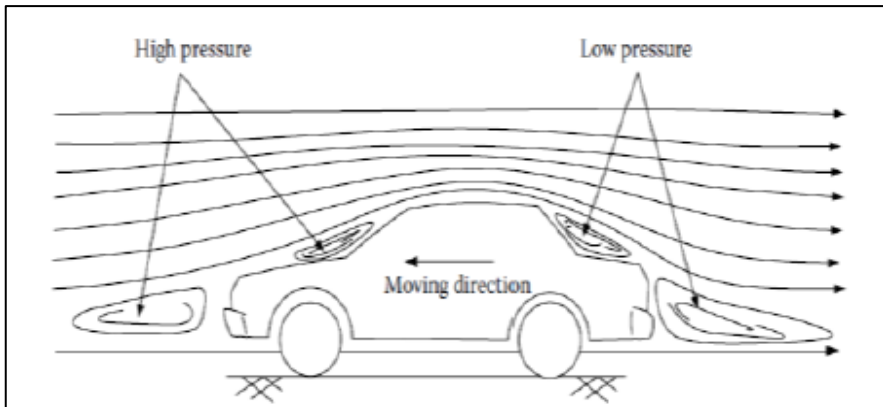


# POTENCIA A LA PENDIENTE

Velocidad [km/h]	Pg [KW] con 5% pendiente	Pg [KW] con 10% pendiente	Pg [KW] con 18% pendiente
0	0	0	0
10	0,5443	1,0846	1,9310
20	1,0886	2,1692	3,8619
30	1,6330	3,2538	5,7929
40	2,1773	4,3384	7,7239
50	2,7216	5,4230	9,6548
60	3,2659	6,5075	11,5858
70	3,8102	7,5921	13,5168
80	4,3546	8,6767	15,4477



# RESISTENCIA AERODINÁMICA



$$R_{xa} = \frac{1}{2} \rho * C_{Dx} * A_f * V^2$$

Dónde:

$\rho$ : la densidad del aire Kg/m<sup>3</sup>

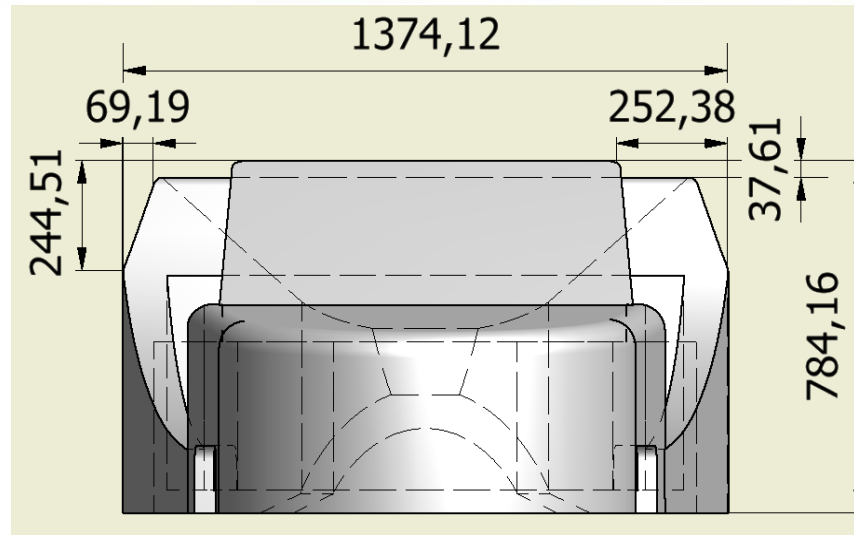
$C_{Dx}$ : Es el coeficiente aerodinámico al avance

$A_f$ : Es el Área frontal m<sup>2</sup>

$V$ : es la velocidad del vehículo en m/s



# RESISTENCIA AERODINÁMICA

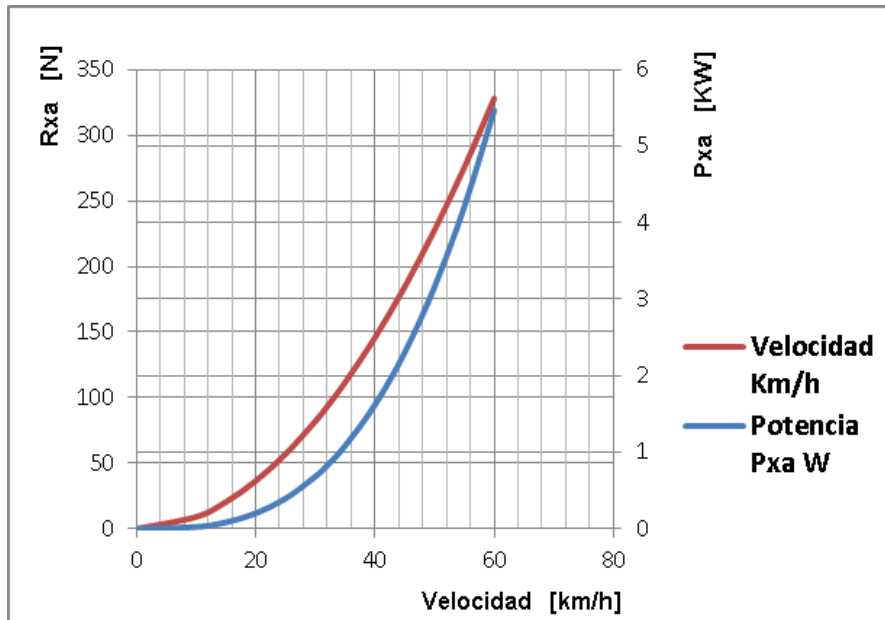


Descripción	Siglas	Vertical [m]	Horizontal [m]	Área [m <sup>2</sup> ]
Área frontal carrocería	A1	0,03	0,96	1.914
Neumático frontal derecho	A2	0,59	0,13	0,076
Neumático frontal izquierdo	A3	0,59	0,13	0,076
Neumático posterior central	A4	0,25	0,13	0,032
Área Total	AT			2,098



# RESISTENCIA Y POTENCIA AERODINÁMICA

Velocidad [Km/h]	densidad [Kg/m3]	Factor CDx	Resistencia Rxa [N]	Potencia Pxa [KW]
0	1,225	0,7	0	0
10	1,225	0,7	6,941	0,0253
20	1,225	0,7	27,76424	0,2025
30	1,225	0,7	62,46953	0,6835
40	1,225	0,7	85,02797	1,620
50	1,225	0,7	140,5564	3,164
60	1,225	0,7	209,967	5,468





# RESISTENCIA TOTAL

## RESISTENCIA EN LLANO A 20 KM/H:

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa}$$

$$F_i = 51,968 + 0 + 36,45 \quad [\text{N}]$$

$$F_i = 88,4 \quad [\text{N}]$$

## RESISTENCIA EN PENDIENTE MÁXIMA 18% (10,20°), A 20 KM/H

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa}$$

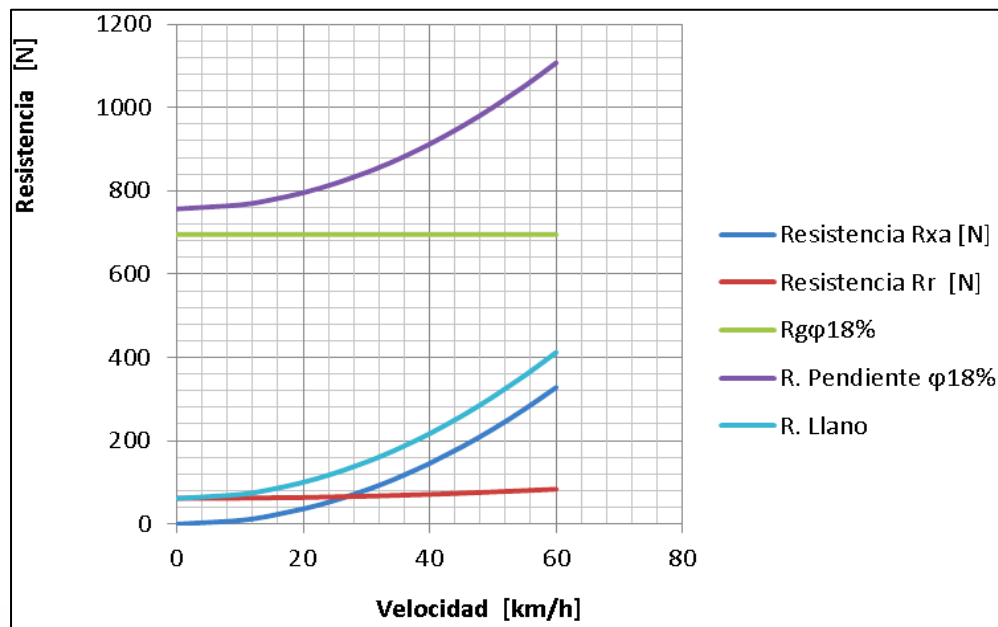
$$F_i = 51,96 \times \text{sen}(10,2) + 695,148 + 36,45 \quad [\text{N}]$$

$$F_i = 740,70 \quad [\text{N}]$$



# INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS – RESITENCAS AL MOVIMIENTO

Velocidad [Km/h]	Rr [N]	Rxa [N]	Rgφ18 % [N]	Llano Rr+Rxa [N]	Pendiente Rr+Rxa+Rg φ18% [N]
0	61,607	0,000	695,148	61,607	756,755
10	62,392	9,114	695,148	71,506	766,654
20	63,961	36,458	695,148	100,419	795,567
30	67,100	82,030	695,148	149,130	844,279
40	71,417	145,831	695,148	217,247	912,396
50	77,303	227,860	695,148	305,163	1000,312
60	83,974	328,119	695,148	412,093	1107,241

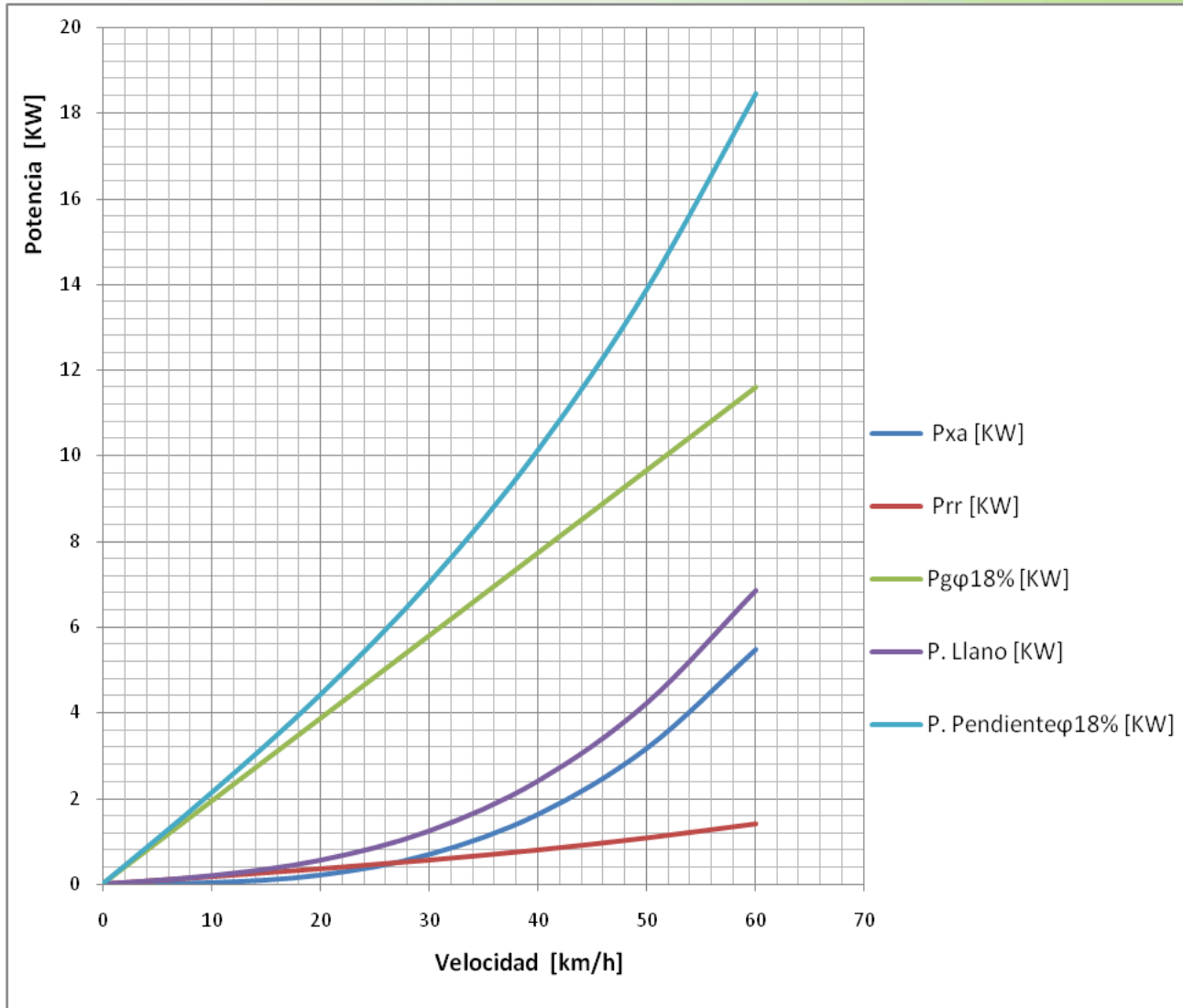


# INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS – POTENCIAS RESISTENTES

Velocidad Km/h	Prr [KW]	Pxa [KW]	Pgφ18% [KW]	P. Llano [KW]	P. Pendiente φ18% [KW]
0	0	0	0	0	0
10	0,17331	0,025318	1,930968	0,198628	2,129596
20	0,35534	0,202543	3,861935	0,557883	4,419818
30	0,55917	0,683581	5,792903	1,242751	7,035654
40	0,79352	1,620341	7,723871	2,413861	10,13773
50	1,07365	3,164729	9,654838	4,238379	13,89322
60	1,39956	5,468651	11,58581	6,868211	18,45402



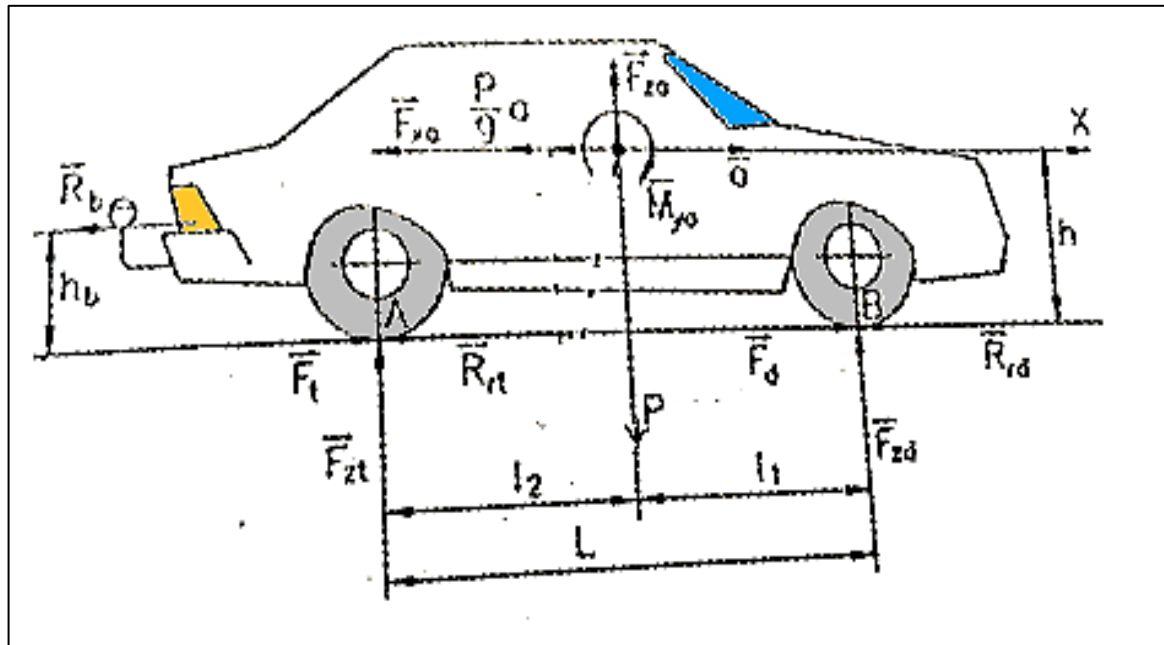
# INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS – POTENCIAS RESISTENTES



# CÁLCULO DE ESFUERO MÁXIMO DE TRACCIÓN

## CENTRO DE GRAVEDAD

- POSICION LONGITUDINAL DEL CENTRO DE GARVEDAD.
- ALTURA DEL CENTRO DE GARVEDAD.

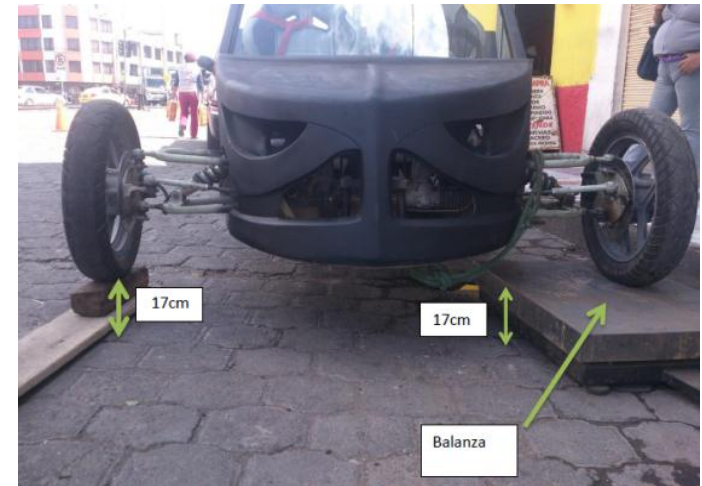


## POSICIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD

$$L_2 = \frac{F_{zd} * L}{mg} = L - \frac{F_{zt} * L}{mg}$$

- Donde:
- $F_{zt}$ = Reacción peso en el eje trasero
- $F_{zd}$ = Reacción peso en el eje delantero
- $L_2$ = Posición del centro de gravedad
- $L$ = Distancia entre ejes
- $h$ = Altura del centro de gravedad
- Remplazando los datos de diseño se obtiene:

$$L_2 = 1348,2 \text{ mm}$$



## ALTURA DEL CENTRO DE GRAVEDAD

$$h = \left[ \frac{F_{zt} * L}{mg} - (L - l_2) \right] \cot \left[ \arcsin \left( \frac{H}{L} \right) \right] + \frac{R_r + R_f}{2}$$

Dónde:

- $F_{zt}$  = Reacción peso en el eje trasero
- $L$  = Distancia entre ejes
- $m$  = Masa del biplaza
- $g$  = Gravedad
- $l_2$  = Posición del centro de gravedad
- $H$  = Peso

Remplazando los valores correspondientes se obtiene:

$$h = \left[ \frac{125.7 * 2310}{301,9} - (2310 - 1348,2) \right] \cot \left[ \arcsin \left( \frac{400}{2310} \right) \right] + 320,2$$

$$h = 1037,13 \text{ mm}$$



# CÁLCULO DE ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN

$$FTtm = \frac{\mu * m. g(L_1 - hfr)}{L - \mu h}$$

- Dónde:
- FTtm= Esfuerzo máximo de tracción.
- $\mu$ = Coeficiente de adherencia.
- m= Masa del biplaza.
- g= Gravedad
- L1= Distancia del centro de gravedad al eje delantero.
- h= Altura de centro de gravedad
- $f_r$ = Coeficiente de fricción.
- L= distancia entre ejes.

$$FTtm = \frac{2.366,8 \times (1.329,53)}{(1.480,3)}$$

$$FTtm = 2125,74 \text{ N}$$

$$T = F * d$$

$$T = 2125,74 \text{ N} * 0,3202 \text{ m}$$

$$T = 1361,323 \text{ Nm}$$





## CARGAS ESTÁTICAS EN EJE TRASERO

$$W_t = W \frac{a}{L}$$

$$W_t = 3920 \frac{1.3482}{2.31}$$

$$W_t = 2287.85 [N]$$

## CARGAS ESTÁTICAS EN EJE DELANTERO

$$W_d = W \frac{c}{L}$$

$$W_d = 3920 \frac{0.9618}{2.31}$$

$$W_d = 1632.14 [N]$$



# TRANSFERENCIAS DE CARGAS DEBIDO A LA ACELERACIÓN

## EN EJE DELANTERO

$$W_{da} = W \left( \frac{c}{L} - \frac{a * h}{g * L} \right)$$

$$W_{da} = 3920 \left( \frac{0.9618}{2.31} - \frac{1.3482 * 1.037}{9.8 * 2.31} \right)$$

$$W_{da} = 1390.32 \text{ [N/s}^2\text{]}$$

## EN EJE TRASERO

$$W_{dt} = W \left( \frac{a}{L} + \frac{a * h}{g * L} \right)$$

$$W_{dt} = 3920 \left( \frac{1.3482}{2.31} + \frac{1.3482 * 1.037}{9.8 * 2.31} \right)$$

$$W_{dt} = 2529.94 \text{ [N/s}^2\text{]}$$



# TRANSFERENCIAS DE CARGAS DEBIDO A PENDIENTES

## EN EJE DELANTERO

$$W_{da} = W \left( \frac{c}{L} - \frac{h}{L} \phi \right)$$

$$W_{da} = 3920 \left( \frac{0.9618}{2.31} - \frac{1.037}{2.31} * 0.0997 \right)$$

$$W_{da} = 1456.69 \text{ [N]}$$

## EN EJE TRASERO

$$W_{dt} = W \left( \frac{a}{L} + \frac{h}{L} \phi \right)$$

$$W_{dt} = 3920 \left( \frac{1.3482}{2.31} + \frac{1.037}{2.31} * 0.0997 \right)$$

$$W_{dt} = 2463.3 \text{ [N]}$$



## DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO PROPULSOR

Para el dimensionado del motor eléctrico y la relación de transmisión necesaria en el biplaza, hay que estudiar las siguientes situaciones

- Máximo desnivel, pendiente del 18%, presente en algunos sectores de la ciudad, a una circulación media de 20 km/h.
- Velocidad crucero, La velocidad máxima del vehículo no puede ser menor a 50 Km/h. Velocidad necesaria para circular por la ciudad.



## PENDIENTE MÁXIMA

Será desfavorable cuando el biplaza se encuentre a plena carga, de este modo se realiza los cálculos con el máximo, una presión de los neumáticos de 2,5 BAR, pendiente de 10,2° y a una velocidad promedio de 20 Km/h con lo que se obtiene la fuerza total que se opone al avance del biplaza

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa}$$

$$F_i = (11,052 + 695,15 + 27,76) \text{ N}$$

$$F_i = 733,96 \text{ [N]}$$

$$M_{td} = F_i * r_{cd}$$

$$M_{td} = 733,96 \text{ N} * 0,320 \text{ m}$$

$$M_{td} = 235 \text{ [Nm]}$$



## VELOCIDAD CRUCERO

Esta velocidad se la consigue con el mínimo de ocupación posible del vehículo, es decir con un ocupante al que se le estima un peso medio de 75 Kg, con una presión del neumático de 2.5 Bar a una velocidad máxima de 60 km/h, con lo que se obtiene la fuerza total que se opone al avance del biplaza

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa}$$

$$F_i = (83,97 + 0 + 249,87) \text{ N}$$

$$F_i = 333,84[\text{N}]$$

$$M_{td} = F_i * r_{cd}$$

$$M_{td} = 333,84 \text{ N} * 0,3202$$

$$M_{td} = 106,9 \text{ N}$$



## CRITERIO DE SELECCIÓN DE MOTOR

- Los motores más comunes utilizados para la propulsión de un vehículo son los motores de corriente continua, ya que los motores de corriente alterna son de altas potencias y de alto costo, debido a que utilizan más elementos para el control del mismo, un ejemplo de aquello son los inversores de corriente.



# PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO

- POTENCIA Y TORQUE

Criterios	Pendiente máxima	Velocidad crucero
Fuerza resistente al movimiento	733,96 [N]	333,84[N]

## Potencia calculada para el motor

$$P_c = F_i * V_{max}$$

$$P_c = 733,96N * 5.55m/s$$

$$P_c = 4077,55 W = 4,077 KW$$

$$P_{mr} = \frac{P_c}{Eficiencia}$$
$$P_{mr} = \frac{4077,55 KW}{0,8}$$

$$P_{mr} = 5096,9[W] = 5,096[KW]$$





# PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO

- **GEOMETRIA RESISTENCIA A LOS AGENTES EXTERNOS**

Debido a que el habitáculo va estar descubierto por la parte inferior, un parámetro interesante a considerar es la resistencia a los agentes externos, tales como: el agua, polvo, tierra, lodo, asfalto, agentes detergentes, ya que estos serán parte de un medio de transporte.

- **PESO**

Como el éxito en los vehículos eléctricos está en que todo el auto debe ser lo más ligero posible, el peso es un factor a tomar en cuenta, ya que la mayoría de los motores eléctricos son robustos y por ende son pesados, por tal razón el motor a seleccionar debe ser lo menos pesado posible.

- **EFICIENCIA**

En los motores de combustión interna (gasolina) la eficiencia es aproximadamente del 25%; la meta de este proyecto es tratar de aprovechar la máxima eficiencia del motor, es por eso que la eficiencia mínima del motor será del 80%.



# SELECCIÓN DEL MOTOR

La potencia y torque el motor tiene una potencia de 7.5 kW y un torque de 650Nm a 2500 rpm, cumple también con las dimensiones dispuestas en el diseño del bastidor, alojándose sin ningún problema en el habitáculo; así mismo al contar con una carcasa robusta, cumple con la exigencia de ser resistente a los factores externos. El peso es de 40kg siendo una de los motores más livianos que se pudo encontrar, en comparación de otros motores de similares características técnicas. Eficiencia de 80%



## CRITERIO DE SELECCIÓN DE CONTROLADOR

Uno de los componentes indispensables en la propulsión del vehículo eléctrico es el controlador, ya que este controla el voltaje suministrado al motor, y para ello se tomara en consideración el voltaje y consumo de corriente del motor.



# INFORMACIÓN TÉCNICA DE CONTROLADORES

Características	4qd series controllers	Golden motor
Procedencia	USA	China
Modelo	4QD-200 24/48	HPC300
Tipo	Control Electrónico ajustable 4 cuadrantes	Brussless Motor Controller
Voltaje	67[V]	48[V]
Corriente de Fase	200[A]	180[A]
Corriente máxima por un minuto	230[A]	360[A]
Eficiencia	98%	98%
Peso	1.3kg	2.2Kg
Refrigeración	Aire	Aire
Ancho	250[mm]	191.5[mm]
Longitud	103[mm]	146.6 [mm]
Altura	60[mm]	76.45[mm]
Precio sin importación	495	395

Ilustración



# MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONTROLADOR

Ponderación	Criterio de selección	4qd-200-36/48		Golden motor hpc300	
1	Procedencia	10	1	8	0.8
1	Geometría	10	1	9	0.9
2	Voltaje	10	2	9.5	1.9
2	Amperaje nominal	9	1.8	10	2
2	Amperaje pico	9	1.8	10	2
0.5	Peso	10	0.5	9	0.45
0.5	Precio	8	0.4	10	0.5
1	Eficiencia	10	1	9	0.9
<b>Resultado</b>		9.5	9.5	9.31	9.45



El controlador seleccionado es el 4 QD-200 con una puntuación de 9.5 sobre 10, según la matriz de selección de controlador indicada en la tabla 3.15 y como se aprecia en la figura.



## CRITERIO DE SELECCIÓN DE BATERÍAS

Las baterías a utilizar en el biplaza deberán cumplir las exigencias que requiere el mismo, ya que de estas depende la autonomía y el rendimiento del prototipo.

- **Tensión y corriente eléctrica**
- **Peso**
- **Geometría**



# INFORMACIÓN TÉCNICA DE BATERÍAS

Características	Bosch	Ecuador	Hd series battery
Tipo	Plomo Acido Plata calcio	Plomo Acido	Plomo Acido
Voltaje	12v	12[V]	12[V]
Amperaje Nominal	55[Ah]	55[A]	100[A]
Descarga a temperatura ambiente	540[A]	600[A]	800[A]
Peso	14.19 Kg	14.96 [Kg]	30.5[Kg]
Dimensiones	172x273x174[mm]	135x238x223[m m]	173x212x330
Precio	88	81	210

Imagen



# MATRIZ DE SELECCIÓN DE BATERÍAS

Ponderación	Criterio de selección	Bosch	Ecuador	Hd series battery
1	Geometría	9	0.9	10
2	Voltaje	10	2	10
2	Amperaje nominal	7	1.4	7
2	Descarga máxima	8	1.7	8
1	Densidad energética	9	0.9	8
1	Peso	9	0.9	10
1	Precio	10	1	9
<b>Resultado</b>		9	8.7	8.8
				9.1
				9.4



La batería seleccionada es el HD SERIES BATTERY con una puntuación de 9.4 según la matriz de selección de baterías





## CÁLCULO DE TRANSMISIÓN CVT

La transmisión está compuesta básicamente por tres elementos, los mismos que son una polea conductora, una polea conducida y una banda de transmisión. Por tal motivo para realizar los cálculos referentes a la transmisión CVT se efectuó como una transmisión por banda

Impulsor	Motor DC 7.5 Kw
Salida de Potencia	Propulsión de Vehículo
Servicio h/día	6
Velocidad del motor	1000





# RESUMEN DE CÁLCULOS EN SOFTWARE MAXIMIZER

<b>Descripción del Jgo de Poleas.</b> [Empty Field]		 <b>Maximizar</b>		<b>Información Archivo</b> Nombre [Empty Field] Fecha 11/11/2014 Jgo. Poleas # 1 de 1	
<b>Operación de Jgo. Poleas</b> Horas Por Semana: 42 [Spinners] Semanas por año: 52 [Spinners]		<b>Estándares NEMA</b> <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <b>Unidades de Medición</b> <input checked="" type="radio"/> Inglés <input type="radio"/> Métrico		<b>Factor de Servicio</b> Sincrono: 2,00 [Spinner] Bandas V: 1,50 [Spinner] <b>Tabla</b>	
Caballos de Fuerza: 6,43 [Spinners] RPM pol. motriz: 850 [Spinners] RPM polea inducida: 673 [Spinners] RPM polea inducida Límite + y - %: 5 [Spinner]		<b>Líms. opcionales.</b> <b>Polea Motriz</b> O.D. Máx.: 0,0 in [Spinners] Anchura máx.: 0,0 in [Spinners] Tamaño de eje.: 0 [Spinner] in		<b>Pol. Inducida</b> O.D. Máx.: 0,0 in [Spinners] Ancho máx.: 0,0 in [Spinners] Tamaño de eje.: 0 [Spinner] in	
Dist. entre Centros: 10,0 in [Spinners] Lím. Dist. entre Centros Pos.: 0,2 in [Spinners] Neg.: 0,2 in [Spinners]					



# RESUMEN DE CÁLCULOS EN SOFTWARE MAXIMIZER

						
				Opciones	Intro. Datos	
Tipo de Jgo. Poleas	Núm. part. de banda	Núm. Part. Polea motriz	Núm. Part. Polea Inducida	Ancho de Cara (in)	Nivel de Ruido (dB(A))	precio Jgo.poleas al consumidor
Positive Drive Pd	400H300	36H300-SK	44H300-SK	3 3/8	86	\$827
Eagle Pd	W-1000	W-56S	W-68S	1 19/64	53	\$842
BlackHawk Pd	966 14M BH 20	W29-14M-20-SK	W36-14M-20-SF	1 7/32	68	\$720
Belt Replace Only-Falcon	14GTR-994-20	30 Teeth 20 Wide	39 Teeth 20 Wide	1 23/64	63	\$631
Falcon Pd	14GTR-994-20	GTR-30G-14M-20	GTR-38G-14M-20	1 19/64	63	\$634
Hawk Pd	966-14M-40	P29-14M-40-SK	P36-14M-40-SF	2 1/8	70	\$747
GY METRIC	2 - XPZ1137	2XSPZ/Z180	2XSPZ/Z224	1 7/64	N/A	\$374
Hy-T Wedge (Cogged)	3 - 3VX425	3V6.5-3	3V8.0-3	1 1/2	N/A	\$395
Hy-T Wedge Torque Team	3/3VX425	3V6.5-3	3V8.0-3	1 1/2	N/A	\$412
Torque Flex	2 - AX44	7.4-2B	9.4-2B	1 3/4	N/A	\$385
Hy-T Wedge (Uncogged)	3 - 3V425	3V6.5-3	3V8.0-3	1 1/2	N/A	\$395
Hy-T Plus	3 - A44	7.4-3B	9.4-3B	2 1/2	N/A	\$453
Hy-T Torque Team	2/BX43	7.0-2B	8.6-2B	1 3/4	N/A	\$392
Torque Team Plus	NO SE HA	SELECC.	POL. MOTRZ..			
Torque Flex w/FHP Pulleys	NO SE HA	SELECC.	POL. MOTRZ..			

Precio Actual a Cliente: Haga doble click en tipo de Mecanismo, luego doble click en componentes para obtener información.

El Ancho de Cara mas estrecho, el Nivel de Ruido menor, Pérdida de Energía, están en maracadas en azul.

Energía perdida por deslizamiento o flexión comparada con la mejor opción.

NOTA: Para niveles de ruido mayores a 85(dB(A)), se requiere protección auditiva.



# RESUMEN DE CÁLCULOS EN SOFTWARE MAXIMIZER

## Hy-T Wedge™ COGGED

**GOODYEAR**  
ENGINEERED PRODUCTS

Lista | Maximizar

	Núm. Part.	Consumidor	Polea RPM	Polea Motriz	Pol. Inducida
Banda Jgo. Pol.	3 - 3VX400	\$47,31		850	683
Polea Motriz	3V5.6-3	\$108,13		5,600	6,900 in
Cojinete polea motriz	SDS	\$30,16		1 1/2	1 1/2 in
Polea Inducida	3V6.9-3	\$139,52		1,5	1,5 in
Cojinete Pol. Inducida	SDS	\$30,16			
Distrib. Jgo. Poleas	<u>Precio Total</u>	\$355,28			

Long. de Banda	40,000 in	Tensión de la Banda	Nuevo	Usado	Deflexión (q) de la Tensión.
Ancho de Banda	0,380 in	Tensión de Instalación	99,6	66,4 lbf	
Vel. de la Polea	1234 ft/min	Fuerza (F) de Tensión	6,7	4,6 lbf	5/32 in
		Frecuencia de Tensión	145,2	118,5 Hz	

Dist. entre Centros	10,18 in	Rang. poten. de banda	10,8 h.p.	Nivel de Ruido
Carga Operativa Multipolea	393 lbf	Carga de Instal. de Multipolea	596 lbf	N/A dB (A)

**VER EL PLANO DEL DRIVE PARA REQUERIMIENTOS Y PRECAUCIONES**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# RESUMEN DE CÁLCULOS EN SOFTWARE MAXIMIZER

Goodyear Productos Industriales

11/11/2014

## DISTRIB. JGO. POLEAS

### Condiciones del Jgo. de Poleas

Caballos de Fuerza: 6,43  
 Factor de Servicio: 1,50  
 Dist. entre Centros: 10,18 in

Carga Operativa Multipolea: 393 lbf  
 Carga de Instal. de Multipolea: 596 lbf  
 Nivel de Ruido: N/A dB(A)

	Polea Motriz	Polea Inducida
RPM:	850	683
Paso Diám.:	5,600 in	6,900 in
Ancho de Cara:	1 1/2 in	1 1/2 in
Anchura Jgo. Pol.:	1,5 in	1,5 in

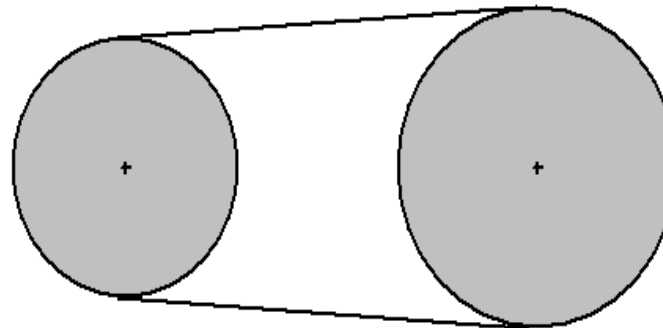
	Banda Nueva	Bandas Usadas
Tensión de Instalación :	99,6 lbf	66,4 lbf
Fuerza (F) de Tensión:	6,7 lbf	4,6 lbf
Deflexión (q) de la Tensión. :	5/32 in	5/32 in
Long. (L) de abertura:	10 in	10 in
Frecuencia de Tensión:	145,2 Hz	118,5 Hz

El Jgo. de Pol. debe estar bien alineado para alcanzar su vida de servicio.

**Núm. Part. Polea Motriz**  
 Polea: 3V5.6-3  
 Cojinete: SDS

**Núm. Part. de Banda**  
 3VX400  
 Rang. poten. de banda: 10,8 h.p.

**Numero de Partes de Polea Inducida**  
 Polea: 3V6.9-3  
 Cojinete: SDS



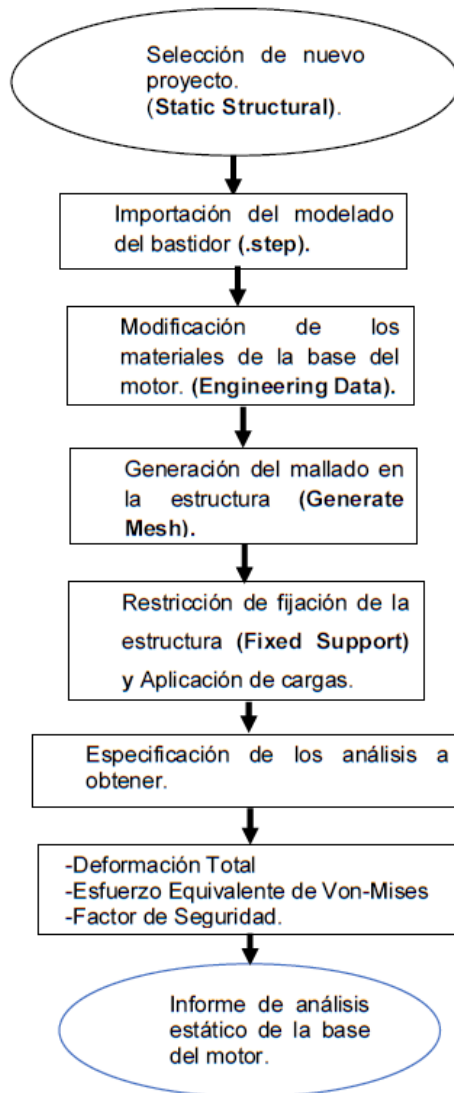
Asegure que los cojinetes de la rueda motriz y la rueda conducida puedan manejar la carga.

Es recomendado movimiento de la distancia de centros para la instalación y compensación. -0,5 in +1,0 in

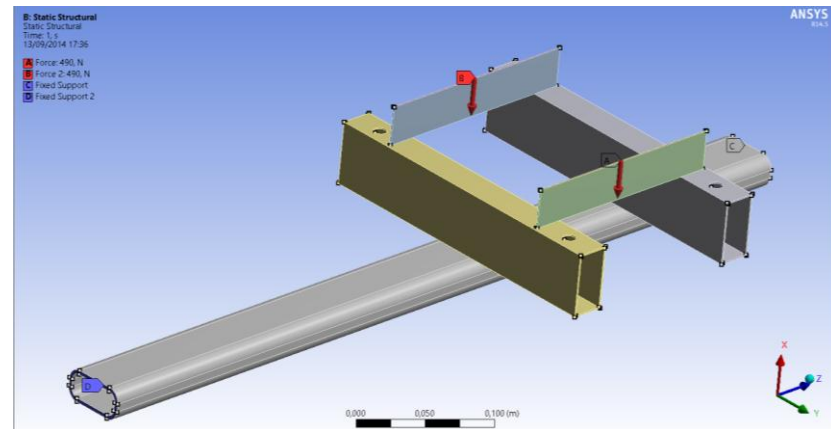
Factor de Servicio Actual 1,7



# DISEÑO DE SOPORTE DE MOTOR



El diseño del soporte, corresponde a la creación de nuevas piezas que permiten la sujeción y soporte del motor eléctrico, para realizar este análisis se utilizó el software Inventor y Ansys.

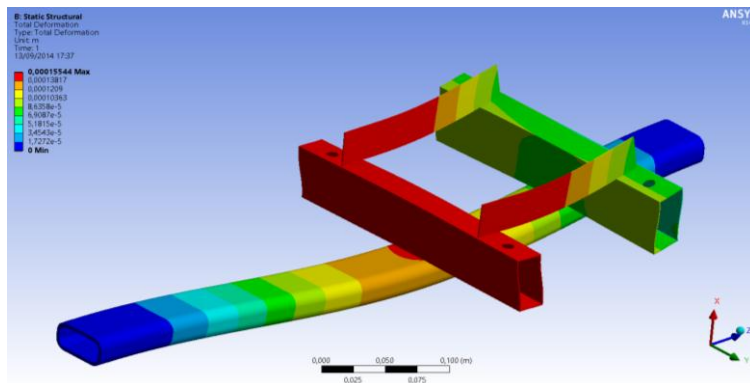


# DISEÑO DE SOPORTE DE MOTOR

## DEFORMACIÓN TOTAL

Deformación total máxima 0.00015544 m

Deformación total mínima 0 m



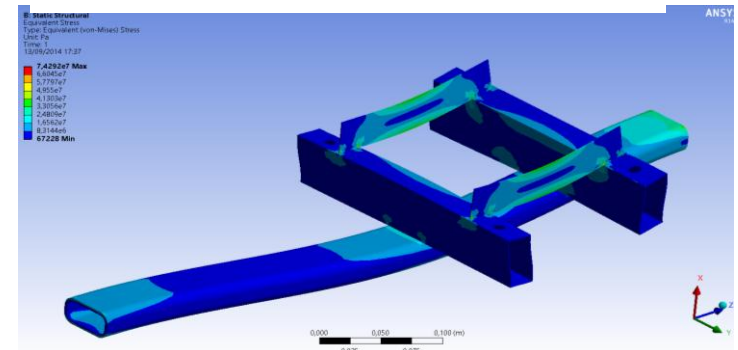
## TENSIÓN EQUIVALENTE (VON MISES)

Tensión equivalente 74,292 MPa

Máxima obtenida

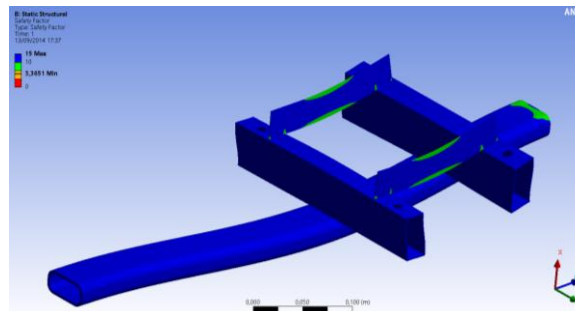
Límite de fluencia acero 250 MPa

ASTM A36



## FACTOR DE SEGURIDAD

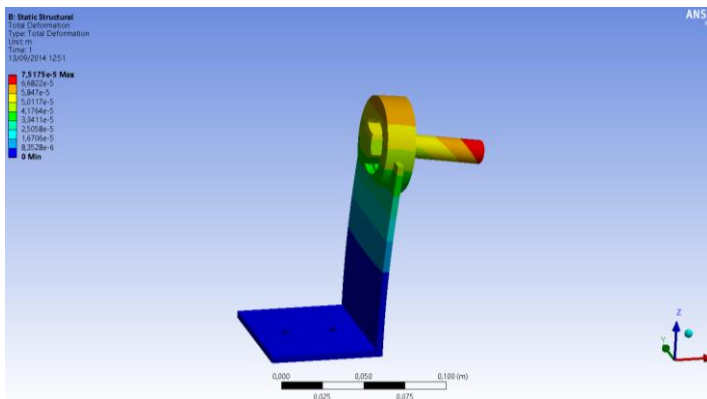
Factor de seguridad mínimo 3.36



# DISEÑO DE CHUMACERA

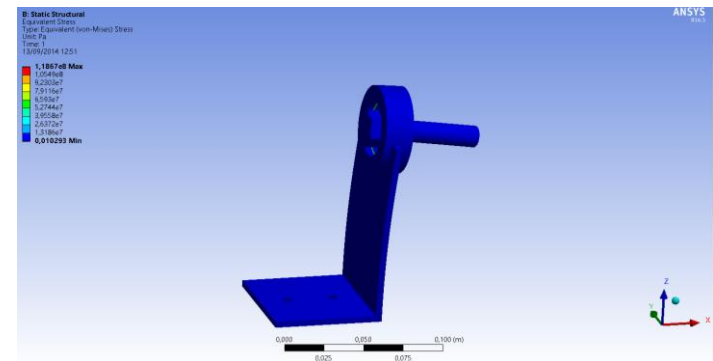
## DEFORMACIÓN TOTAL

Deformación total máxima	0.00007517 m
Deformación total mínima	0 m



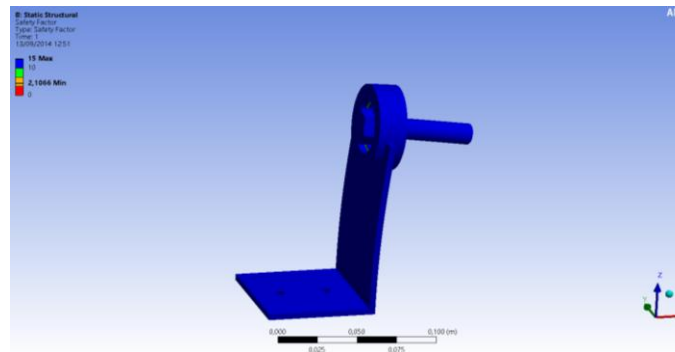
## TENSIÓN EQUIVALENTE (VON MISES)

Tensión equivalente	118,67 MPa
Máxima obtenida	
Límite de fluencia acero	250 MPa
ASTM A36	



## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad mínimo	2.10
----------------------------	------

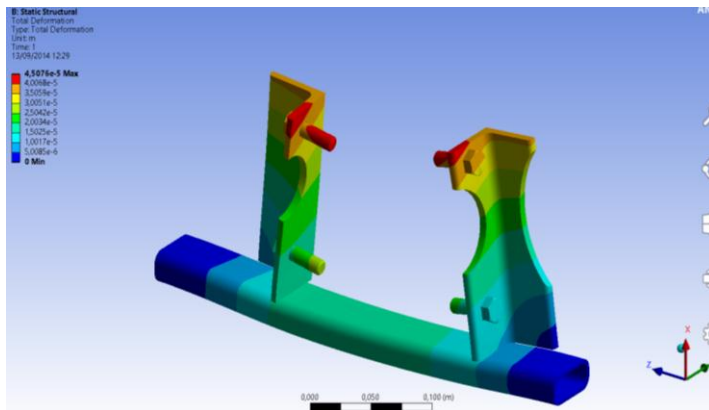




# DISEÑO SOPORTE BASE RETRO

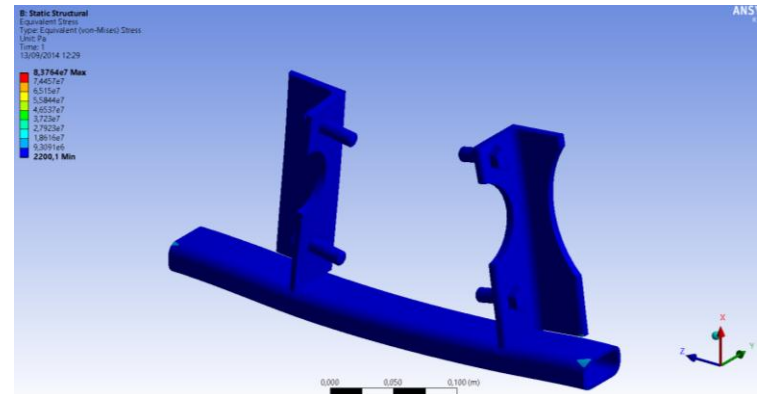
## DEFORMACIÓN TOTAL

Deformación total máxima	0,00004507 m
Deformación total mínima	0 m



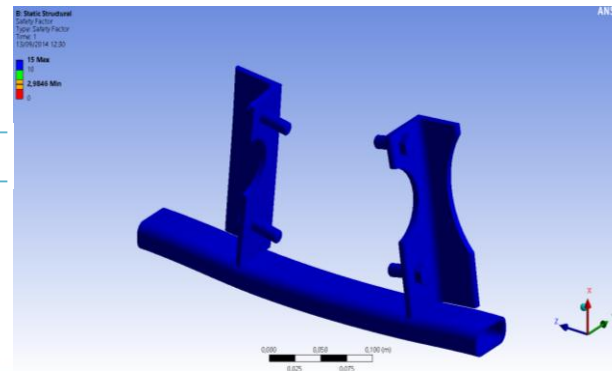
## TENSIÓN EQUIVALENTE (VON MISES)

Tensión equivalente Máxima obtenida	83,764 MPa
Límite de fluencia acero ASTM A36	250 MPa



## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad mínimo	2.9846
----------------------------	--------

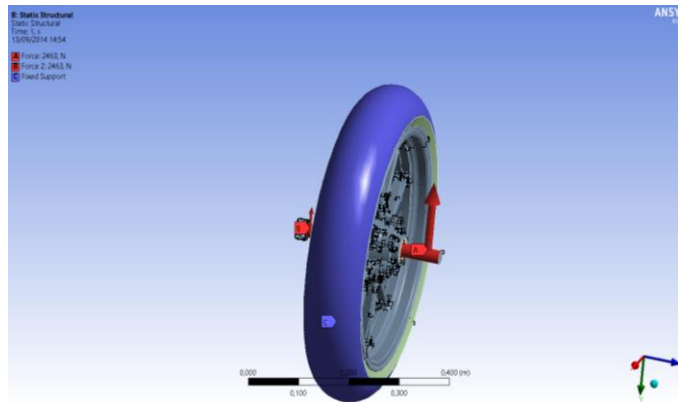


# DISEÑO EJE TRASERO

## DEFORMACIÓN TOTAL

Deformación total máxima 0,0000515 m

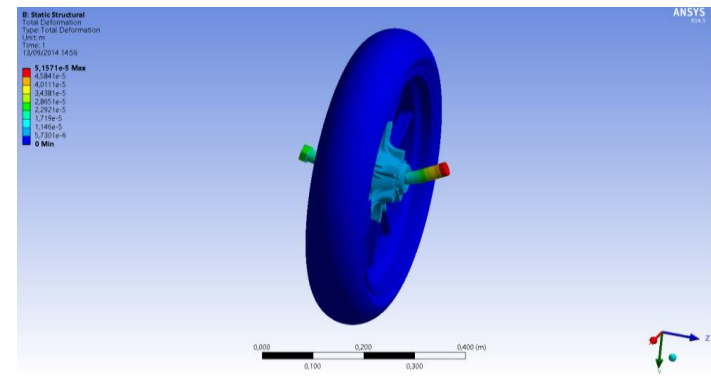
Deformación total mínima 0 m



## TENSIÓN EQUIVALENTE (VON MISES)

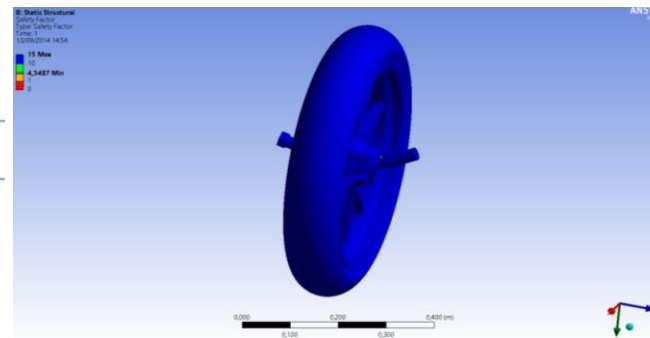
Tensión equivalente Máxima obtenida 57,489 MPa

Límite de fluencia acero ASTM A36 250 MPa



## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad mínimo 4,3487



# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



Para la implementación del tren motriz se utilizó las herramienta las hojas de elementos del trabajo, que en el sistema básico de calidad son documentos que provee información detallada sobre un elemento específico de trabajo para asegurar la ejecución exitosa de ese elemento.



# HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO

## Definición:

- Un documento amigable que provee información detallada sobre un elemento específico de trabajo para asegurar la ejecución exitosa de ese elemento.

## Propósito:

- Proveer información detallada para entrenamiento de los nuevos miembros del equipo.
- Un puente entre la información técnica de Ingeniería y las experiencias de piso.
- Provee una historia o antecedente escrito de ese elemento.
- Provee una base para auditorías, resolución de problemas, mejora continua, balanceo de trabajo y transferencia de documentación.



# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO

JES  
# 1

### VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE

### IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

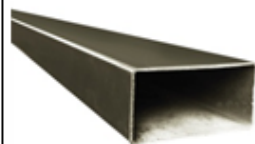
#### NOMBRE DEL ELEMENTO: 4.1. FABRICACIÓN DE BASES MOTOR

Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO POR:
		Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiana E.	Ing. Torres G.

#### Ilustración

#### Símbolo

Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
1	<b>CORTAR TUBOS RECTANGULARES DE 2X1", ESPESOR 3/16"</b>	Con ayuda de una sierra, proceder a cortar dos tubos rectangulares de 250mm de longitud	Estos tubos servirán para el alojamiento del motor en el habitáculo del vehículo.
2	<b>CORTAR PLATINAS DE 1 1/4" X 3/16" DE ESPESOR (GUIAS Y APOYOS)</b>	Con ayuda de una sierra, proceder a cortar cuatro platinas de 165mm de longitud.	Par restringir el movimiento del motor, ya que servirán como guías de alojamiento y apoyos en la base.
3	<b>PERFORAR TUBOS RECTANGULARES</b>	Medir desde los extremos de los tubos rectangulares (4 extremos), 30mm centrandolo en el ancho, perforar con un taladro y broca de 12 mm	Estos servirán para el alojamiento de pernos que posteriormente se ubicaran.
4	<b>ENSAMBLAR BASES (TUBOS-PLATINAS)</b>	Centrar las dos platinas de 165mm con los tubos. Las platinas deben ir soldadas en los extremos de los tubos.	Formar una base sólida y resistente



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO

JES  
# 2

### VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE

### IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

#### 4.2. NOMBRE DEL ELEMENTO: FABRICACIÓN DE SEGUROS DE MOTOR

Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO POR:
		Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiana E.	Ing. Torres G.

Ilustración

Simbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
	1	<b>CORTAR PLATINAS PARA BASES DE SEGUROS</b>	Cortar con una sierra 4 platinas de las siguientes características: <b>1 1/4" X 3/16"</b> de espesor con una longitud de 80 mm	Será medio de acople y fijación entre la base y el motor.
	2	<b>DOBLAR PLATINAS PARA BASE</b>	Ubicar el centro de las platinas (40mm), proceder a doblar con ayuda de una entenailla y un martillo	Asegurar muy bien la entenailla, cerciorándose que este bien sujeta la platina, ya que puede ocasionar lesiones al operario.
	3	<b>CORTAR PLATINAS PARA SUGURO</b>	Cortar 2 platinas de las siguientes características: <b>1" X 1/8"</b> de espesor con una longitud de 185 mm	Servirá para el aseguramiento del motor.
	4	<b>PERFORAR TUBOS RECTANGULARES</b>	Medir desde los extremos de las cuatro platinas base, 30mm centrandlo en lo ancho, perforar con un taladro y broca de 12 mm.	Estos servirán para el alojamiento de pernos que posteriormente se ubicaran.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO

JES  
# 3

### VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE

### IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

NOMBRE DEL ELEMENTO:

#### 4.3. FABRICACIÓN DE CHUMACERA

Básico

Opcional



FUENTE:

REVISADO  
POR:

Operación  
crítica

Seguridad para el  
operador

Chequeo de  
calidad

Chuquiana E.

Ing. Torres G.

Ilustración

Símbolo

Paso  
#

Paso principal (Qué)

Punto importante (Cómo)

Razón (Porqué/Para qué)



1

**CORTAR PLATINA  
PARA BASE DE  
CHUMACERA**

Cortar con una cierra 1 platinas de las siguientes características: **2' de ancho por 1/14'** de espesor con una longitud de 190mm.

Será medio de acople y fijación de la polea conductora del CVT

2

**DOBLAR PLATINA  
PARA BASE DE  
CHUMACERA**

Medir 70mm de un extremo de la platina, fijar la platina en la entenalla, proceder a doblar con un martillo, cerciorándose de que forme un ángulo de 90°

Asegurar muy bien la entenalla, cerciorándose que este bien sujeta la platina, ya que puede ocasionar lesiones al operario.



3

**PERFORAR PLATINA  
PARA EMPERNAR**

En la superficie de 70x50 mm ubicar el centro, señalar 20mm del centro verticalmente a los costados. Perforar en las señales impuestas con una broca de 1/4".

Estos servirán para fijar la chumacera en el tubo del bastidor.



4

**DAR FORMA A  
PLATINA PARA FIJAR  
EL CAJETIN**

En el costado de la platina indicado en la figura ubicar el centro, señalar la media circunferencia de un diámetro de 57mm y proceder a escariar ver figura 3

Servirá para el alojamiento del cajetín del rodamiento



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO

JES  
# 4

### VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE

### IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

NOMBRE DEL ELEMENTO:  
**4.4. ENSAMBLE CONJUNTO BASE MOTOR-POLEA  
CONDUCTORA CVT**

Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO POR:
		Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiana E.	Ing. Torres G.

Ilustración

Símbolo

Paso #

Paso principal (Qué)

Punto importante (Cómo)

Razón (Porqué/Para qué)



Fig. 1



Fig. 2



1

**CORTAR TUBO RECTANGULAR DE 2X1" PARA TRAVESAÑO DE ALOJAMIENTO.**

Cortar por medio de una cierra asegurando el tubo en una entenalla cortar un tubo de 650mm.

Para que sea un tubo de refuerzo en el travesaño del bastidor. Servirá para el alojamiento del motor, base motor, polea conductora y chumacera.



2

**ENSAMBLARLA BASE DEL MOTOREN TRAVESAÑO DE ALOJAMIENTO**

Ubicando el centro tanto de la base como del tubo, proceder a señalar y centrar los dos componentes, estando ubicados en los lugares donde va a ser alojados proceder a soldar.  
(Figura 1)

**Nota:** Para ejecutar este proceso se debe contar con todos los elementos de protección personal, tales como guantes, gafas de protección y máscara de soldar.

Para tener un solo cuerpo entre la base del motor y travesaño de alojamiento.



3

**ENSAMBLAR Y ASEGURAR EL MOTOR EN LA BASE**

Colocar el motor en la base, procurando que quede bien asentado y centrado, como se muestra en la figura 2, asegurar el motor con los sunchos (seguros), empemar en las cuatro bases con pernos 12mm de 2½ de longitud y asegurarlos con un torque de 13.8Kgm según el Anexo 1

Para determinar fijar el motor de manera que permanezca estático y asegurado en la base, con ello determinar distancias para la polea conductora.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA







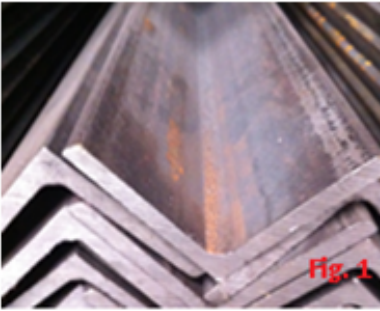
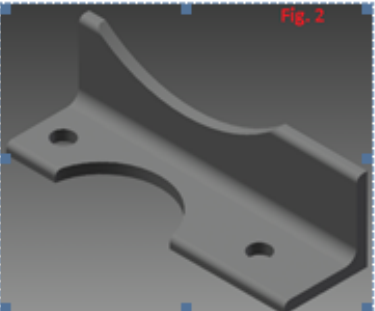


# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



+	4	ADAPTAR EL ACOPLER DEL EJE DE SALIDA DEL MOTOR	Adaptar el eje (figura 3), introduciendo la parte estriada en el alojamiento del motor, colocar locfitte para mayor fijación.	Para tener un medio de acople entre el motor y la polea conducida.
	5	ACOPRAR POLEA CONDUCTORA CON MOTOR	Acoplar la polea conducida con el motor utilizando el acople o volante y cuatro pernos de 1/2" por 1" de longitud conjuntamente con sus respectivas tuercas. Tales pernos deben ubicarse en los espacios destinados para los mismos.	Para determinar la ubicación de los posteriores elementos a implementarse. Se debe cerciorarse que estén correctamente centrados ya que al no lograr esto, la transmisión sería defectuosa.
▽	6	DETERMINAR DIMENSIONES PARA INSTALACION DE CHUMACERA	Determinar las dimensiones para la implementación de la chumacera.	Para posteriormente implementar pernos de fijación de la misma.
▽	7	ACOPRAR DE RODAMIENTO EN LA POLEA CONDUCTORA	El perno de fijación perteneciente a la polea conductora va acoplado un rodamiento de las siguientes características: NTN 6302 LU Ver figura 3. <b>Importante:</b> Antes de continuar con los siguientes procesos proceder con la instalación de la banda.	Al colocar este rodamiento permitirá que la polea conductora gire libremente.
✱	8	ACOPRAR LA CHUMACERA EN EL RODAMIENTO.	Colocar la chumacera conjuntamente con el rodamiento y proceder al apriete y fijación de la chumacera.	Para que quede asegurada la polea conductora.



# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

 <b>ESPE</b> UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA		HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO					JES # 5		
VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE			IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ						
NOMBRE DEL ELEMENTO: 4.5. FABRICACIÓN DE BASES DE CONJUNTO DE REVERSA			Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO FOR:
Ilustración			Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)	Razón (Por qué/Para qué)		
 				1	CORTAR TUBO RECTANGULAR DE 2"x1" PARA BASE INFERIOR DE CONJUNTO DE REVERSA	Cortar por medio de una sierra asegurando el tubo en una entenalla un tubo de 400mm.	Servirá como base de unión con el bastidor.		
				2	CORTAR ANGULOS DE 2" x 2" FOR 1/4" DE ESPESOR	Cortar con una sierra y con ayuda de una entenalla 2 ángulos de una longitud de 160mm y 170mm respectivamente. Ver figura 1	Porque es necesario tener una base para que soporte al conjunto de reversa.		











# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ





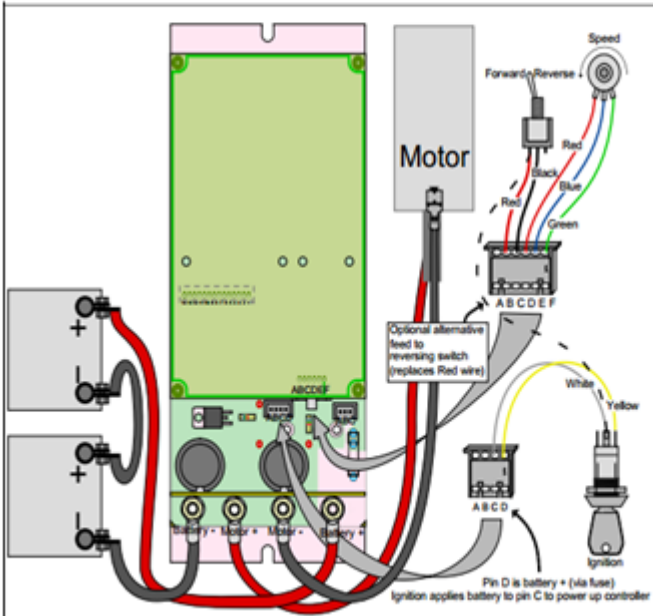

 <b>ESPE</b> UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA		HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO					JES # 6		
VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE			IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ						
NOMBRE DEL ELEMENTO: 4.6. FABRICACION DE TEMPLADOR DE CADENA			Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO FOR:
					Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiama E.	
Ilustración	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)		Razón (Por qué/Para qué)			
		1	PREPARAR MATERIALES PARA FABRICACION	Se debe fabricar una chumacera ver JES # 3 con una longitud de platinas de 60 mm, el rodamiento y el cajetín son de las mismas características a los fabricados anteriormente. Rueda de 15 dientes con paso de 15,875mm. Un eje estriado de para la rueda (templador de cadena.) Un seguro de fijación. Ver figura 1.		Todos estos elementos servirán para el posterior ensamble del templador de cadena.			
		2	ENSAMBLAR TEMPLADOR	Introducir la parte estriada del eje en la rueda dentada, el extremo del eje (más largo) introducirlo en el rodamiento fijar todo este conjunto con el seguro. Ver figura 2		Para contar con el templador asegurado y armado.			
		3	SOLDAR UNA BASE GUIA (SOPORTE DE TEMPLADOR)	Desde la parte superior de la base del conjunto de retro soldar una platina en "L", para de 90mm de base y 140mm de largo. Ver figura 3.		Para que este soporte las tensiones y esfuerzos que ejecuta el templador cuando se encuentra en funcionamiento.			



# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

 <b>ESPE</b> UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA		HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO					JES # 8	
VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE		IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ						
NOMBRE DEL ELEMENTO: 4.8. INSTALACION DE CADENA DE TRANSMISION		Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO POR:
				Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiana E.	Torres G.
Ilustración	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)		Razón (Por qué/Para qué)		
 <p style="text-align: right; color: red;">FIGURA 1</p>		1	CENTRAR LA CATARINA CON LA RUEDA CONDUCTORA.	Como la rueda conductora esta acoplada con el conjunto de reversa, la catarina se la puede centrar con todo el conjunto del basculante ya que en este elemento se encuentra la catarina alojada en el aro del neumático posterior y se la centra mediante los templadores. Ver figura 1		Debe estar centrada la rueda conductora con la catarina para que no haya pérdidas y haya una buena transmisión de torque y potencia al neumático.		
 <p style="text-align: right; color: red;">Figura 2</p>		2	COLOCAR LA CADENA	Se procede a colocar la cadena desde la cabina, seguidamente a la rueda conductora, al templador y finalmente a la cabina, para unirse los dos extremos de la cadena. Ver figura 2		Para ensamblar el sistema de transmisión.		




# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ

 <b>ESPE</b> UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA		HOJAS DE ELEMENTOS DE TRABAJO					JES # 9	
VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE		IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ						
NOMBRE DEL ELEMENTO: 4.9. INSTALACIÓN DE CONTROLADOR		Básico	Opcional				FUENTE:	REVISADO POR:
				Operación crítica	Seguridad para el operador	Chequeo de calidad	Chuquiara E.	Torres G.
Ilustración	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto importante (Cómo)		Razón (Por qué/Para qué)		
		1	REVISAR EL GRAFICO DE INSTALACION	En el Anexo 2 (catálogo del controlador 4QD-200) en la página 9 ilustra el gráfico de componentes y elementos necesarios para el funcionamiento del controlador.		Para tener conocimiento su composición y saber que elementos se deben conectar así como también observar		
		2	PREPARACION DE MATERIALES	En la figura 1 se puede apreciar todos los elementos necesarios para poner en funcionamiento el controlador; tales elementos son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un potenciómetro, para pedal de acelerador</li> <li>• Switch de encendido.</li> <li>• Cable telefónico</li> </ul>		Para proceder con la instalación de cada uno de los elementos.		



# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



	3	PREPARAR SOQUE DE ACELERADOR	Se deben contar con tres cables desforrados y proceder a conectarlos de la manera que se indica en la figura 2, cerciorándose en el manual del controlador 4 QD-200.	Para tener una línea de conexión entre el controlador y el pedal de la aceleración.
	4	PREPARAR SOQUE DE SWITCH	Se deben contar con tres cables desforrados y proceder a conectarlos de la manera que se indica en la figura 2, cerciorándose en el manual del controlador 4 QD-200.	Para tener una línea de conexión entre el controlador y el pedal de la aceleración.
	5	INSTALACION DE POTENCIOMETRO DE ACELERADOR	Determinar los bomes del potenciómetro del acelerador para proceder con la instalación, procurando que no haya falas o equivocaciones en el cableado. Ver figura 4 <i>Nota: Se puede enumerar los cables, señalándolos para que no haya equivoaciones.</i>	Para controlar el voltaje entregado al motor, y con ello controlar la velocidad del vehiculo.

# IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ



Figura 5



Figura 7

*	6	INSTALACION SWITCH	DE	<p>El swich dispone de 2 terminales, los mismos que se instalan con el cableado del soque. Para la instalación se debe revisar el manual del controlador, procurando que no haya equivocaciones para que no haya posibles cortos o averías de funcionamiento.</p>	<p>Para poner en funcionamiento al motor, con las 2 posiciones que posee este swich de encendido, sirve para poner en contacto y funcionamiento al controlador y en sí al motor eléctrico.</p>
▽	7	INSTALACION SWITCH	DE	<p>Colocar el swich en el lugar dispuesto (volante del vehículo), de tal forma que quede fijo, ergonómico y seguro.</p>	<p>Para que el piloto tenga acceso a encender o apagar el vehículo.</p>
▽	8	INSTALACION PEDAL ACCELERACION	DE DE	<p>Se coloca el potenciómetro en el lugar dispuesto del pedal, se debetomar las medidas necesarias para que el potenciómetro quede totalmente asegurado. Fijar el pedal en el vehículo con un perno de fijación hacia el bastidor, pe tal forma que quede inmóvil y fijo.</p>	<p>Para que el conductor por medio de este medio pueda controlar la velocidad del vehículo.</p>



# PRUEBAS Y RESULTADOS





En esta sección se presenta un análisis general del sistema de tracción del vehículo eléctrico biplaza plegable, donde se muestra los resultados obtenidos de las pruebas de desempeño y el costo de producción.

Para efectuar las pruebas correspondientes se realizó en el sector de la cocha, por los alrededores su estadio, también se consideró un conductor de 70 kg, las baterías a plena carga y un consumo máximo de 150 A.

## PRUEBAS Y RESULTADOS



## PRUEBAS DE ACELERACIÓN

Para efectuar la prueba de aceleración del vehículo eléctrico biplaza plegable, se realizó un recorrido de 100m en una vía plana del sector estadio la cocha y con. La prueba consistía en determinar la velocidad del biplaza eléctrico en la que llega al punto final, para lo cual se aplica la ecuación de velocidad lineal así como también el tiempo empleado en recorrer la distancia establecida.

Tiempo empleado= $t= 15,2$  segundos.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{100m}{15,2 \text{ seg}}$$

$$v = 6,58m/seg = 23,68 \text{ Km/h}$$

$$a = \frac{V_f - V_0}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{6,58m/seg - 0}{15,2 \text{ seg} - 0}$$

$$a = 0,432 \text{ m/seg}^2$$



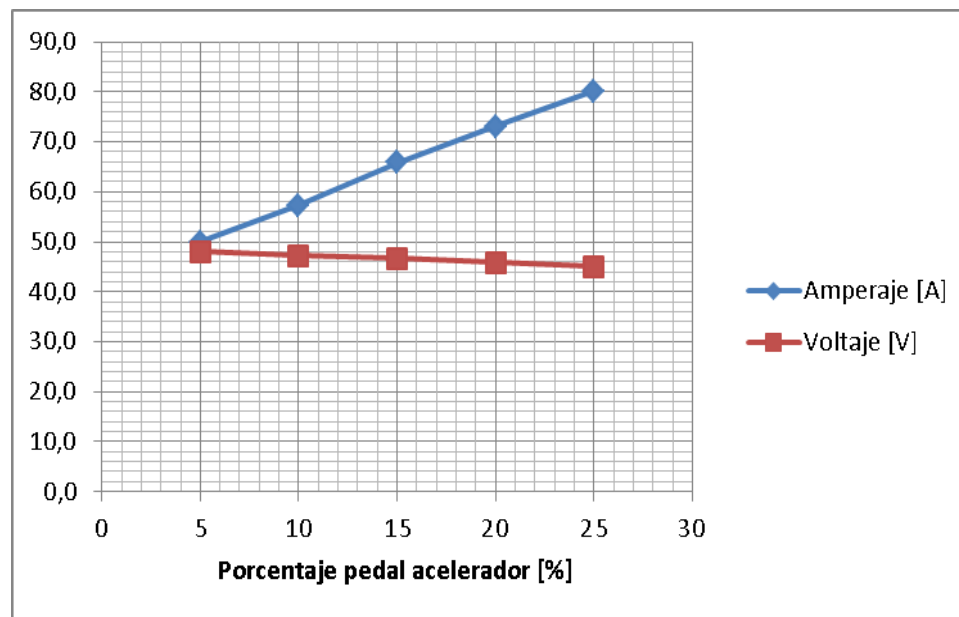
## PRUEBA EN RECTA

En las tablas que se presentan a continuación indica los datos obtenidos de las pruebas en recta de baja, media y plena carga respectivamente, en cada una de ellas se observa el voltaje de las baterías y el amperaje consumido por el motor de acuerdo a la posición del pedal del acelerador.



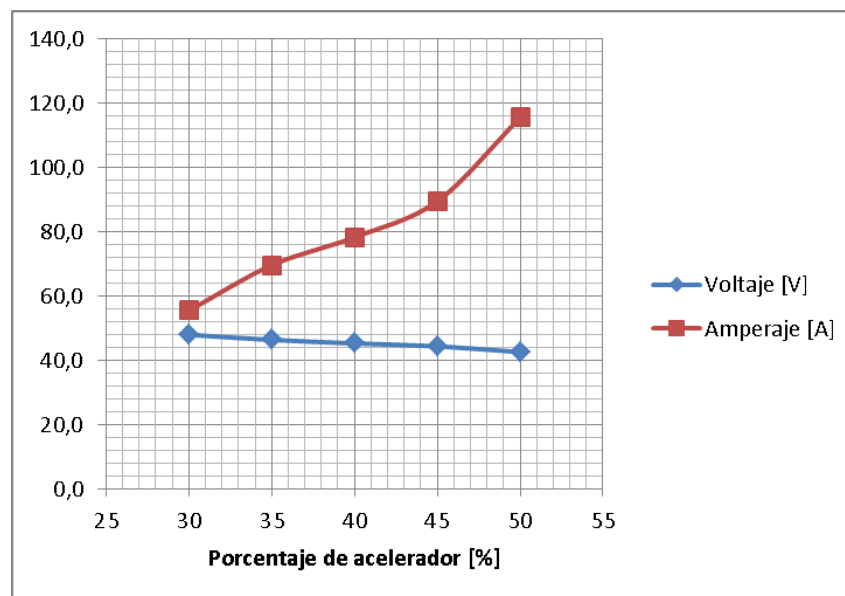
## Resultado de prueba en recta a baja carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [A]	Amperaje [A]
5	48,4	50
10	47,2	57,3
15	46,7	65,9
20	45,9	73,1
25	45,1	80,1



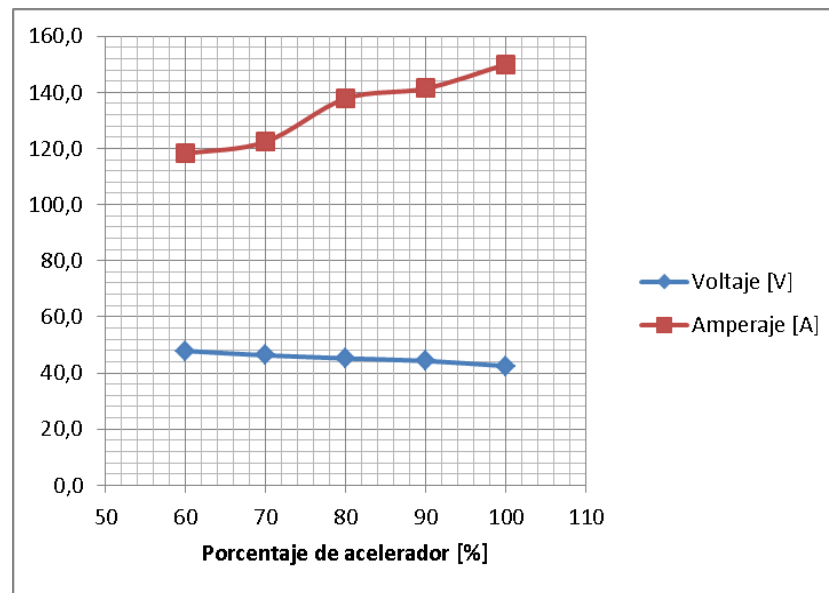
## Resultado de prueba en recta a mediana carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [V]	Amperaje [A]
30	47,9	55,4
35	46,3	69,5
40	45,2	78,2
45	44,3	89,4
50	42,5	115,4



## Resultado de prueba en recta a toda carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [V]	Amperaje [A]
60	47,9	118,2
70	46,3	122,4
80	45,2	137,8
90	44,3	141,4
100	42,5	150,0



## Interpretación de resultados

Al realizar estas tres pruebas se pudo determinar que a medida que la posición del pedal del acelerador varia, el voltaje y la intensidad de corriente también varían directa e inversamente respectivamente, es decir, mientras el pedal de acelerador va en dirección a cien por ciento, el voltaje disminuye siendo así una relación inversamente proporcional; mientras que en la intensidad de corriente ocurre lo contrario, llegando a ser una relación directamente proporcional.

El consumo mínimo fue de 50A, mientras que el máximo fue de 150 A. de igual manera el voltaje es de 48V Y 42,5v como máximo y mínimo respectivamente.



## PRUEBA DE AUTONOMIA

En esta sección cabe recalcar que la autonomía del biplaza está relacionada directamente con las características de las baterías seleccionadas.

Se pudo comprobar que el cálculo teórico establecido, concuerda con lo práctico, ya que al efectuar la prueba de ruta a baja y mediana carga, el biplaza pudo recorrer 31km al dar 20 vueltas en la zona establecida en el inicio de este capítulo.

$$\text{Autonomia} = \frac{C_{\text{Bateria}} * V_{\text{promedio}}}{C_{\text{promedio}}}$$

Donde:

$C_{\text{batería}}$  = Capacidad de la batería = 100 [Ah]

$V_{\text{promedio}}$  = Velocidad promedio = 35 [Km/h]

$C_{\text{promedio}}$  = Consumo promedio = 100 [Ah]

$$\text{Tiempo de Autonomia} = \frac{100 [\text{Ah}] * 35 [\text{Km/h}]}{100 [\text{Ah}]},$$

Tiempo de autonomía = 30 Km





# ANALISIS ECONOMICO DE BIPLAZA ELECTRICO.

## COSTOS DIRECTOS

CANTIDAD	MATERIAL	P. UNITARIO	P. TOTAL
2	Tubo Rectangular ASTM A36 25,4x50,8x2mm	3,80	7,60
5	Electrodos 6011 (Kilo)	5,20	26
1	Pernos y tornillos	10	10
1	Platina 3"x1/4" (m)	8,50	8,50
1	Platina 1 1/2"x 1/4" (m)	5,00	5,00
1	Motor eléctrico DC 7,5 KW	900	900
1	Transmisión CVT	800	800
1	Controlador 4QD-200	495	495
1	Inversor de giro	100	100
1	Acelerador	25	25
4	Baterías 12V-100Ah	220	880
3	Cable de batería	10	30
2	Cadena 500-30H	12	24
1	Juego piñón impulsor- Catarina	50	50
3	Aros y llantas	150	450
		<b>TOTAL</b>	<b>3811,1</b>



# ANALISIS ECONOMICO DE BIPLAZA ELECTRICO.

## COSTOS INDIRECTOS Y DE MANO DE OBRA

CANTIDAD	MATERIAL	P. UNITARIO	P. TOTAL
2	Importación de materiales	125	250
	Combustible y movilización	100	100
		<b>TOTAL</b>	<b>350</b>

OPERARIO	No HORAS	COSTO/HORA	COSTO TOTAL
Soldador	20	9	180
Ayudante de soldador	20	5	100
		<b>TOTAL</b>	<b>280</b>



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELECTRICO.

## COSTOS TOTALES DE IMPLEMENTACION

$$\text{COSTO FINAL} = \text{CD} + \text{CI} + \text{CMO}$$

$$\text{COSTO FINAL} = 3811,1 + 350 + 280$$

$$\text{COSTO FINAL} = \mathbf{4441,1}$$



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS DE OPERACIÓN

Para el calculo de operación se considera un recorrido de 30Km diarios con una carga completa para un periodo de 5 años. Se proyecta que el biplaza empleará un cargador de 110V, 2A, lo cual permitirá la carga completa de 48V de las baterías en 6 horas.

$$P = V * I$$

Donde:

P= Potencia [W]

V= Voltaje =110[V]

I= Intensidad =2[A]

$$P = 110 V * 2 I$$

$$P = 220 W$$

Una vez calculada la potencia se procede con el cálculo de energía .

$$E = P * t$$

Donde:

E= Energía consumida [Wh]

P= Potencia =220[W]

t= Tiempo de carga = 6[h]

$$E = 220 W * 6h$$

$$E = 1200Wh = 1.2KWh$$



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS DE OPERACIÓN BIPLAZA

Consumo mensual: 36 Kw

■ Resultados:

Rango de Consumo	Rango	Cargo	Sub total [\$]
0-50	37	0.0810	2.9970
51-100	0	0.0830	0.0000
101-150	0	0.0850	0.0000
151-200	0	0.0870	0.0000
201-250	0	0.0890	0.0000
251-300	0	0.0910	0.0000
301-350	0	0.0930	0.0000
351-400	0	0.0950	0.0000
401-9999	0	0.0950	0.0000

Valor Comercialización: \$ 1.41

■ Total Factura: \$ 4.41



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIPLAZA ELÉCTRICO

	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Consumo eléctrico</b>					
<b>Costo</b>	47,16	47,16	48,96	50,82	52,76
<b>Inflación</b>	0	1,80	1,87	1,94	2,01
<b>Total (USD)</b>	47,16	48,96	50,82	52,76	54,77

	Años				
Años	1	2	3	4	5
<b>Kilometraje</b>	10800	21600	32400	43200	54000
<b>Mantenimiento de motor eléctrico</b>	35	36,74	38,57	40,49	42,51
<b>Cadena de transmisión</b>	10	10,49	11,02	25	25
<b>Correa CVT</b>	0	0,00	25,00	0	30
<b>Aceite de inductor de giro</b>	10	10,49	11,02	11,56	12,14
<b>Baterías</b>	5	5,25	5,51	900	5
<b>Total</b>	60	62,98	91,12	977,06	114,65



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO BIPLAZA ELÉCTRICO

	Años				
Años	1	2	3	4	5
<b>Kilometraje</b>	10800	21600	32400	43200	54000
<b>Mantenimiento</b>	\$60	\$62,98	\$91,12	\$977,06	\$114,65
<b>Operación</b>	\$47,16	\$48,96	\$50,82	\$52,76	\$54,77
<b>Total</b>	\$107,16	\$111,94	\$141,94	\$1029,82	\$169,42



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO VEHÍCULO CON MCI 1000cc

	Años				
Años	1	2	3	4	5
Kilometraje	10800	21600	32400	43200	54000
Costo de consumo.	\$611,28	\$611,28	\$622,28	\$633,92	\$659,21
Inflación	0	1,80	1,87	1,94	2,01
<b>Total</b>	<b>\$ 611,28</b>	<b>\$ 622,28</b>	<b>\$ 633,92</b>	<b>\$ 646,22</b>	<b>\$ 659,21</b>

Periodos de mantenciones	Precios de mantenciones
5000	\$ 98,10
10000	\$ 329,0
15000	\$ 290,0
20000	\$ 420,0
25000	\$ 259,0
30000	\$ 532,0
35000	\$ 273,0
40000	\$ 420,0
45000	\$ 290,0
50000	\$ 818,0
<b>Total (USD)</b>	<b>3729,1</b>





# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO VEHÍCULO CON MCI 1000cc

	Años				
Años	1	2	3	4	5
Kilometraje	10800	21600	32400	43200	54000
Mantenimiento	427,1	710	791	693	1108
Operación	611,28	622,28	633,92	646,22	659,21
Total	1038,38	1332,283	1424,92	1339,218	1767,207



# ANÁLISIS ECONÓMICO DE BIPLAZA ELÉCTRICO.

## VAN TIR

La tasa de descuento para el cálculo del VAN, TIR, se toma la tasa pasiva o también denominada costo de oportunidad emitida por el Banco Central del Ecuador, la misma que es el 4,98%. Con este dato se puede realizar el cálculo correspondiente al VNA y TIR.

<b>INVERSION INICIAL</b>	<b>-4441,1</b>				
<b>TASA MINIMA ACEPTABLE DE RETORNO (TMAR)</b>	0,0498				
<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MCI</b>	1038,38	1332,28	1424,92	1339,21	1767,20
<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIPLAZA ELECTRICO</b>	107,16	111,94	141,94	1029,82	169,42
<b>BENEFICIOS (FLUJO NETO)</b>	931,22	1220,34	1282,97	309,39	1597,78
<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN)</b>	\$ 170,1				
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>	6,3%				



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó el tren motriz conformado por un motor eléctrico, transmisión CVT y el controlador electrónico, haciendo uso del análisis matemático y herramientas informáticas.
- Los elementos mecánicos al tener un valor de 2 a 3,5 de factor de seguridad hacen que el diseño sea viable, por lo cual se procedió a la construcción de los mismos.
- Se ha determinado que las revoluciones máximas a la que está expuesto el motor eléctrico para que el biplaza eléctrico alcance una velocidad lineal de 40 Km/h es de 800 rpm.
- Para el funcionamiento óptimo del biplaza eléctrico, se ha considerado que el elemento de calibración del acelerador del controlador electrónico debe estar en el límite máximo, es decir debe girar totalmente a la derecha.



## CONCLUSIONES

- Con ayuda de los análisis técnicos y matemáticos, se ha podido dimensionar correctamente los elementos que conforman el tren motriz; el motor, transmisión y de más elementos necesarios para el movimiento del biplaza eléctrico.
- Se ha seleccionado adecuadamente los elementos mecánicos del sistema; conformados por la transmisión CVT, transmisión por cadena así como también los respectivos soportes del sistema de transmisión, según el requerimiento del biplaza.
- Se ha seleccionado adecuadamente los elementos eléctricos, tales como el controlador electrónico, las baterías, acelerador y elementos de conexión de alto y bajo amperaje; ya que de este último depende el calibre de los conductores de corriente eléctrica.



## CONCLUSIONES

- Se ha implementado un inversor de giro mecánico para que el biplaza eléctrico cuente con una marcha de retro, ya que al invertir el giro al motor eléctrico y por contar con una transmisión CVT, esta no permite aprovechar la función de inversión eléctrica del motor.
- El controlador electrónico, al contar con tres partes de calibración, se ha modificado tanto para la respuesta del acelerador, como también para el requerimiento de torque o velocidad para que la funcionabilidad del biplaza eléctrico sea óptimo.
- Se determinó que las baterías es el factor limitante en los vehículos eléctricos y por ende en el proyecto realizado, por lo cual si se necesita mayores prestaciones, se deberá utilizar baterías de mayor capacidad y calidad, tomando en cuenta el precio, ya que están relacionadas directamente con este factor.



## CONCLUSIONES

- El vehículo eléctrico, al ser enfocado para una zona urbana, su desempeño ha cumplido con las expectativas propuestas, ya que alcanza una velocidad aproximada de 40 Km/h, suficiente para movilizarse en sectores urbanos, centros históricos o demás sectores que requieran cumplir con el reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad “de los límites de velocidad” (Capítulo V Art, 192)
- Al culminar este proyecto se ha podido dar a conocer la temática de los vehículos eléctricos, lo importante que puede ser en la contribución para contrarrestar el deterioro medioambiental; con ello impulsando la generación de investigadores con conciencia ambiental y contribuyendo también al cambio de la matriz productiva del país.



## CONCLUSIONES

- De acuerdo al indicador VAN, al igual que el indicador TIR, al contar con resultados positivos, teóricamente sería viable el proyecto, pero estos indicadores cambiarían siendo mucho más beneficioso el proyecto si se produjera en serie la propuesta del prototipo.





## RECOMENDACIONES

- Para el funcionamiento óptimo del biplaza eléctrico, el pack de baterías deberán estar totalmente cargadas, y se deberá cargar en un rango de 15A como amperaje máximo de carga para poder alargar la vida útil de las baterías.
- Se debe tener un buen ajuste de banda en la transmisión CVT para contrarrestar pérdidas de potencia y optimizar la vida útil de la misma.
- Realizar ajustes en cuanto a diseño de la transmisión continuamente variable CVT para aprovechar todas las prestaciones del motor eléctrico.



## RECOMENDACIONES

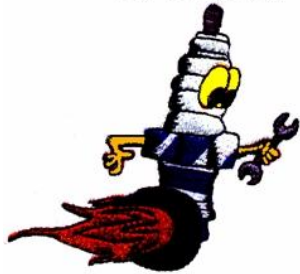
- Al contar con la función de freno regenerativo el controlador electrónico, analizar la posibilidad de implementar esta función en el vehículo eléctrico.
- Con el cambio de la matriz energética en el país se deberá aprovechar la energía limpia y renovable que proporcionará las nuevas fuentes de energía, el transporte será uno de los principales ámbitos a tomarse en cuenta.
- Concientizar y difundir a la colectividad, la alternativa de los vehículos eléctricos en remplazo de los vehículos de motor de combustión interna como medio para la movilidad urbana, además de presentar la ventaja de excluirse del impuesto ambiental a la contaminación vehicular.





GRACIAS

E. S. P. E.



**INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

# INGENIERÍA MECÁNICA ESPE - ECUADOR



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA