

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Consideraciones, diseño mecánico y
construcción de un vehículo eléctrico
Fórmula Electrón Experimental,

Carlos Enrique Alejos Sparks

Guatemala

2002

Consideraciones, diseño mecánico y
construcción de un vehículo eléctrico
Fórmula Electrón Experimental,

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades


Consideraciones, diseño mecánico y
construcción de un vehículo eléctrico
Fórmula Electrón Experimental,

Trabajo de graduación presentado por Carlos Enrique Alejos Sparks para optar al título
de Ingeniero Mecánico en el grado de Licenciatura


Guatemala

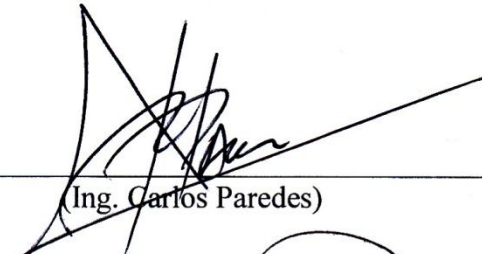
2002

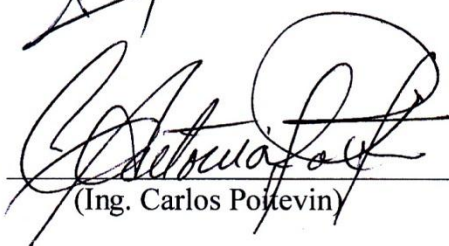
Vo.Bo.

f) 
Ingeniero José Joaquín Garoz
Asesor

Tribunal:

f) 
(Ing. José Joaquín Garoz)

f) 
(Ing. Carlos Paredes)

f) 
(Ing. Carlos Poitevin)

Fecha de aprobación: Guatemala, 11 de Junio del 2,002.

CONTENIDO

	Página
LISTADO DE PLANOS	vi
LISTADO DE GRÁFICOS	viii
LISTADO DE FIGURAS	ix
LISTADO DE TABLAS	xi
LISTADO DE FOTOGRAFÍAS	xii
RESUMEN	xiii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. CONSIDERACIONES Y DISEÑO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO FÓRMULA ELECTRATÓN EXPERIMENTAL	31
IV. PRUEBAS DE DESEMPEÑO	65
V. ELECTRATÓN GUATEMALA 1998	99
VI. CONCLUSIONES	120
VII. RECOMENDACIONES	123
VIII. BIBLIOGRAFÍA	125
IX. APÉNDICES	127

LISTADO DE PLANOS

Planos	Página
1 Medidas del chasis	36
2 Puntos de soldadura del chasis	37
3 Suspensión delantera	38
4 Suspensión delantera (elevación)	39
5 Suspensión delantera, hoja de resorte	40
6 Sistema de dirección	41
7 Suspensión trasera (a)	42
8 Suspensión trasera (b)	43
9 Transmisión	44
10 Sistema de frenos	45
11 Vista general	46
12 Visibilidad del piloto	47
13 Planta, Air Droopy y piloto	48
4.1 Medidas generales	51
4.2 Chasis	52
4.3 Medidas del chasis	53
4.4 Sistema de dirección I	54
4.5 Sistema de dirección II	55
4.6 Suspensión delantera I	56
4.7 Suspensión delantera II	57

4.8	Suspensión trasera	58
4.9	Sistema de propulsión	59
6.1	Pista: primera fecha electración 98	100
6.2	Pista: segunda fecha electración 98	101
6.3	Pista: tercera fecha electración 98	102
6.4	Pista: cuarta fecha electración 98	102
6.5	Pista: quinta fecha electración 98	104
6.6	Pista: sexta fecha electración 98	105
6.7	Pista: final fecha electración 98	106

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráficos	Página
1 Prueba No.1 voltaje contra tiempo	88
2 Prueba No.1 temperatura contra tiempo	89
3 Prueba No.2 voltaje contra tiempo	90
4 Prueba No.2 Temperatura contra Tiempo	91
5 Prueba No.3 Voltaje contra Tiempo	92
6 Prueba No.3 temperatura contra tiempo	93
7 Prueba No.4 voltaje contra tiempo	94
8 Prueba No.6 voltaje contra tiempo	95
9 Prueba No.7 voltaje contra tiempo	96
10 Prueba No.8 voltaje contra tiempo	97
11 Prueba No.9 voltaje contra tiempo	98

LISTADO DE FIGURAS

Figuras	Página
1 Arrastre o resistencia del viento	5
2 Resistencia superficial	6
3 Medidas del piloto	7
4 Visibilidad	7
5 Ergonomía 1	9
6 Ergonomía 2	10
7 Ergonomía 3	10
8 Materiales compuestos 1	13
9 Configuración de flecha	14
10 Configuración de flecha inversa	15
11 Configuración de cuatro ruedas	16
12 Centro de gravedad 1	17
13 Centro de gravedad 2	17
14 Sistema de transmisión por cadena	19
15 Eficiencias de los sistemas de transmisión	20
16 Sistema de Cardan	21
17 Motor eléctrico tipo rueda	22
18 Suspensión	23
19 Sistema ackerman	25
20 Ángulos del sistema de dirección	26

21	Pivote	27
22	Caster	28
23	Sistemas de dirección	28

LISTADO DE TABLAS

Tablas	Página
1 Prueba Air Droopy	64
2 Prueba No.1, Air Droopy	66
3 Prueba No.2, Air Droopy	68
4 Prueba No.3, Air Droopy	70
5 Prueba No.4, Air Droopy	72
6 Prueba No.5, Air Droopy	73
7 Prueba No.6, Air Droopy	75
8 Prueba No.7, Air Droopy	76
9 Prueba No.8, Air Droopy	79
10 Prueba No.9, Air Droopy	81
11 Electratón Guatemala 1998	98
12 Resultados del Air Droopy en electratón Guatemala 1998	106
13 Datos generales, primera fecha	106
14 Datos generales, segunda fecha	108
15 Datos generales, tercera fecha	110
16 Datos generales, cuarta fecha	111
17 Datos generales, quinta fecha	113
18 Datos generales, sexta fecha	115
19 Datos generales, final	117

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografías	Página
1 Diseño preliminar	33
2 Diseño preliminar	34
3 Diseño preliminar	35

Resumen

Este trabajo de graduación muestra los principios fundamentales para la construcción de un vehículo eléctrico fórmula electrón experimental para participar en competencia de durabilidad denominada Electrón. Los principios de la construcción de estos vehículos están enfocados en el uso de tecnología de bajo costo intencionado para un nivel universitario.

Los vehículos cuentan con una fuente de poder, baterías, limitada a un máximo de 70 libras forzando los diseños a la búsqueda de eficiencia mecánica y confiabilidad. Cada automóvil tendrá que apegarse al reglamento de normas y regulaciones establecidas por los directivos de Electrón. Siguiendo estas normativas se da libertad para la creación de diseñar el vehículo tomando en cuenta conceptos primordiales como las características de la carrocería, la visibilidad del piloto, ergonomía y aerodinámica.

Tras un recorrido a los aspectos teóricos generales de la construcción se muestran aspectos importantes a considerar en un carro puesto a prueba. La evaluación de los sistemas de dirección, suspensión e incluso cambio de materiales para la construcción de la carrocería. Como cada aspecto influyó en los resultados y las modificaciones realizadas para corregir dicho puntos para mejorar el desempeño.

Detallando con precisión las medidas y especificaciones se muestran los planos y descripción de la construcción del vehículo Air Droopy. Mostrando soluciones a cada uno de los aspectos mencionados en la teoría de la construcción de un vehículo fórmula electrón experimental.

Finaliza con los resultados obtenidos a cada modificación realizada y técnicas específicas de manejo que colaboraron a obtener el primer lugar en el campeonato.

I. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en el inicio de un nuevo siglo, una nueva era. Tiempo en el cual el hombre tendrá que aprender a vivir en armonía con el mundo que lo rodea. Es momento para que se hagan cambios en las sociedades, ideologías y urgentemente en las tecnologías. Sociedades que puedan vivir sin contaminar; ideologías que nos permitan conservar la naturaleza y tecnologías que nos ayuden a lograr las metas de la humanidad sin tener que sacrificar un planeta.

En este trabajo se mostrará que existen alternativas viables para lograr nuestras labores como parte de una sociedad sin la necesidad de dañar al medio ambiente. Es cierto que el hombre ha mejorado su calidad de vida a cambio de efectos que en la actualidad sufrimos. Es necesario que le devolvamos a la madre naturaleza lo que le pertenece, limpieza y aire puro. El transporte terrestre es uno de los mayores proveedores de contaminación. Una posible solución a ese problema, son los carros eléctricos.

El mayor productor de monóxido de carbono en EEUU son los vehículos con motores de combustión interna los de encendido por compresión (CI) y los de encendido por chispa (SI). Ese es un problema que tiene a los gobiernos del mundo preocupados por la excesiva contaminación atmosférica (UCS, 2000).

El presente problema debe ser enfrentado por todos los medios posibles hasta que se halle la solución. En Europa, Japón y EEUU se ha planteado el proyecto carro compartido en donde no es necesario el poseer un vehículo. El suscriptor puede usar uno o varios carros durante el día, los que están dispuestos en las calles de las ciudades. Otro proyecto es el de carros de estación desarrollado en EEUU en el cual el suscriptor puede usar cualquier carro del programa para transportarse. Estos son carros eléctricos para dos personas mucho más compactos que los vehículos eléctricos (EV), con derecho a carriles especiales en las autopistas (*Station Cars*, 2000).

La búsqueda de una solución para el creciente problema del transporte apunta en la dirección de vehículos eléctricos o bien transporte público masivo. (EAA, 2000)

El transporte eléctrico, dada la disponibilidad comercial de sus componentes, su alta eficiencia y su capacidad para contrarrestar el deterioro en la calidad del aire, ofrece

esperanza en un sector crítico para una economía sostenible (*Diseño y Construcción*, 1997).

La misión del proyecto Electratón Guatemala es formar en nuestro país una base de recursos humanos, tecnología y experiencia acerca de los vehículos eléctricos. Los vehículos que compiten en la Electratón pertenecen a la Fórmula Electratón Experimental (F/Ex), categoría definida como el vehículo eléctrico en su mínima expresión. La Fórmula Electratón surge en Inglaterra en 1978. De ahí pasa a Australia y EEUU; en 1992 llega a México. La Licda. Beatriz Padilla, en 1997 trae a Guatemala la idea y en el año 1998 lleva a cabo la primera Electratón Guatemala (*Diseño y Construcción*, 1997).

El énfasis del Reglamento de Diseño y Construcción de la Fórmula Electratón Experimental se basa en la seguridad de los vehículos y en la promoción de la inventiva, estimulando así la experimentación.

II. MARCO TEÓRICO

A. Electrathon

1. Misión. La misión del proyecto Electrathon Guatemala es formar en nuestro país una base de recursos humanos que, mediante la experiencia práctica, conozcan la tecnología de los vehículos eléctricos.

El transporte eléctrico, dada la disponibilidad comercial de sus componentes, su alta eficiencia y su capacidad para contrarrestar el deterioro en la calidad del aire, ofrece esperanza en un sector crítico para una economía sostenible.

Los vehículos que compiten en los campeonatos Electrathon Guatemala pertenecen a la Fórmula Electrathon Experimental (F/Ex), categoría que se define como el vehículo eléctrico en su mínima expresión. Con la categoría F/Ex se busca demostrar que la tecnología básica involucrada en un vehículo eléctrico es, pese a lo que se cree, realmente sencilla.

2. Origen. El primer auto eléctrico se construyó en Escocia en 1834. Las carreras de vehículos eléctricos se iniciaron en 1889, y en 1899 el auto eléctrico La Jamais Contente fue el primer vehículo en rebasar la velocidad de 100 Kms/hr.

En 1978, la Asociación de Vehículos Eléctricos de Inglaterra inició una competencia cuyo objetivo era estimular que la gente construyese sus propios vehículos, por lo cual se creó una categoría sencilla y no costosa. Este primer Electrathon fue llamado The Lucas Electric Vehicle Endurance Run.

El Presidente de la Asociación de Vehículos Eléctricos de Australia presenció este evento y en 1980 organizó uno similar en su país. Para 1983 aerodinámicos vehículos alcanzaban velocidades de 80 Kms/hr.

En 1990 se introdujo la categoría Electrathon en California, Estados Unidos, siendo las principales organizaciones promotoras la Asociación de nuevas carreras Electrathon (NERA, New Electrathon Racing Association) y la Asociación para el resurgimiento del aire limpio (CAR, Clean Air Revival). La Copa Electrathon 1990 desencadenó creciente entusiasmo, multiplicación de vehículos y subsecuentes carreras. Más adelante se creó un proyecto de ingeniería de Electrathon para colegios de nivel bachillerato.

Además de la categoría Fórmula Electrónica conformada por el reglamento desarrollado en Australia, se creó una nueva categoría, Fórmula Electrónica Experimental (F/Ex), cuya mayor apertura propicia audaces innovaciones en el diseño y mejoras en el desempeño de los vehículos. En 1993, simultáneo al proyecto del primer auto solar de carreras Mexicano, Fórmula Sol comienza a promover Electrónica México.

B. Teoría para el diseño y construcción

1. Carrocería

a. Fundamentos básicos de aerodinámica. La aerodinámica es una rama de la física que trata el movimiento de aire y otros gases y las fuerzas que actúan sobre objetos que se desplazan a través de estos fluidos (Enciclopedia Británica CD 1999).

En la construcción de un vehículo eléctrico o debe mos hacer uso de los estudios de la aerodinámica. Conociendo los factores que causan resistencia al rodamiento y de que manera se puede minimizar se podrán desarrollar carrocerías más eficientes. Al aumentar la velocidad de un objeto que se desplaza dentro de un fluido se incrementa el consumo de energía necesaria para impulsarlo. Con formas aerodinámicas se puede disminuir la energía necesaria para mover el vehículo a una velocidad dada (*Diseño y Construcción*, 1997).

1) Resistencia al avance o drag. Considerando un objeto que se desplaza dentro de un fluido, se conoce como resistencia al avance a la fuerza que este fluido ejerce sobre el objeto en sentido opuesto al movimiento. Esta fuerza se descompone en dos factores; uno debido a la resistencia superficial y la segunda a una diferencia de presiones. (Robertson, 1991)

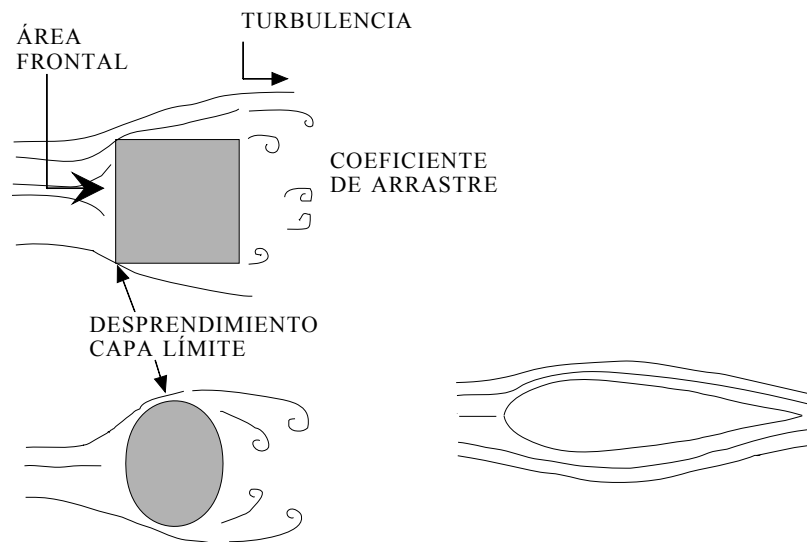
En el área del objeto que choca directamente con el fluido se crea una región de presión positiva, más alta que la del fluido libre. Por el contrario, en la parte posterior se crea una región de presión negativa. Esta diferencia en presiones causa una fuerza que se opone al movimiento (Robertson, 1991).

2) Turbulencia. Se llama capa límite a la región próxima a la superficie de un objeto en la que el fluido sufre cambios en su velocidad por efecto de la resistencia co rtante debida a la superficie. Fuera de la capa lím ite la velo cidad es esencialm ente la m isma que la de un fluido ideal que circula alrededor del objeto. (Robertson, 1991).

Cuando existen discontinuidades en la superfic ie del objeto, se presenta un desprendim iento prematuro de la capa límite dando lugar a la turbulencia (*Diseño y Construcción*, 1997).

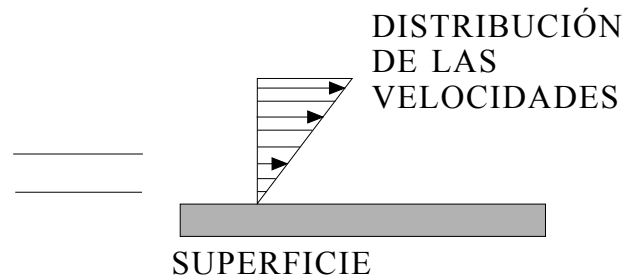
La turbulencia se caracteriza por la acción de mezclado en todo el campo. Este mezclado se debe a los remolinos o torbellinos de tamaño variable que se forman en el fluido (Robertson, 1991).

Figura 1 Arrastre



3) Resistencia superficial. Cuando el fluido entra en contacto con el objeto en movimiento, éste lo envuelve. Una capa delgada del fluido queda pegada a la superficie del objeto con una velocidad relativa de cero. Conforme nos alejamos de la superficie del objeto la velocidad del fluido aumenta hasta llegar a la velocidad de flujo libre. Se crea una fricción entre las capas con velocidades diferentes, llamada viscosidad. Esta viscosidad produce una fuerza que se opone al desplazamiento del objeto (Robertson, 1991).

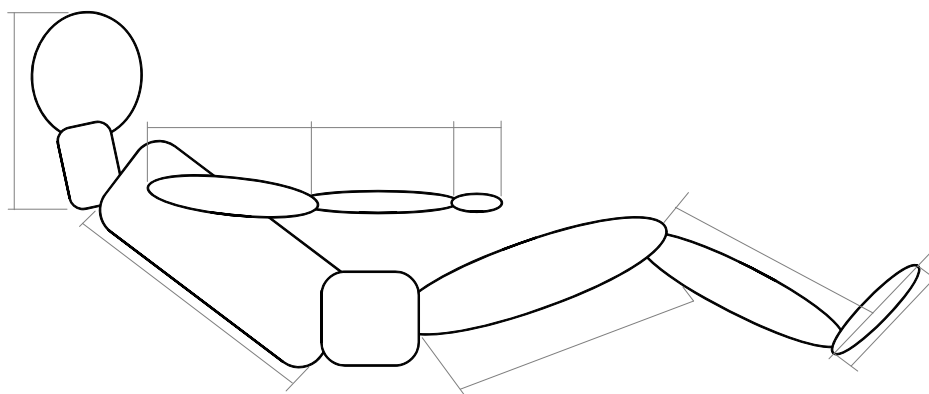
Figura 2 Resistencia superficial



b. Fundamentos básicos de ergonomía. La ergonomía es la disciplina que estudia la relación del hombre con los objetos que utiliza y le rodean. En los vehículos, mediante la aplicación de la ergonomía, podemos desarrollar un espacio confortable, adecuado y seguro para el piloto. Los factores ergonómicos que deben aplicarse al diseñar un vehículo F/Ex, donde el principal objetivo es ser pequeño, ligero y eficiente, son un estudio antropométrico y biomecánico de la persona. Con el fin de crear una cabina pequeña y cómoda, con el fin de optimizar los materiales de construcción (*Diseño y Construcción*, 1997).

1) Movilidad del piloto. Mediante un estudio antropométrico se debe establecer el promedio de las dimensiones de la persona que utilice el auto para poder definir los espacios y las distancias donde deben colocarse los controles e instrumentos (*Diseño y Construcción*, 1997).

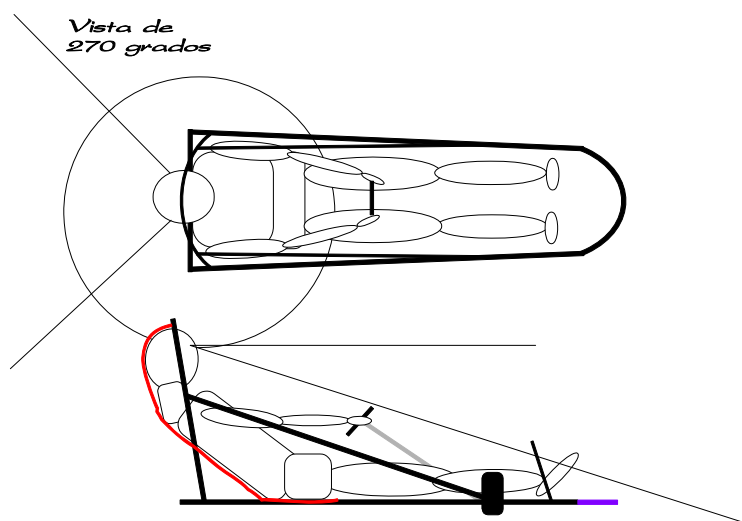
Figura 3 Medidas del piloto



2) Visibilidad. La visibilidad del piloto es uno de los puntos más importantes relacionados con la seguridad del piloto y del resto de corredores (*Diseño y Construcción, 1997*).

El alcance frontal y periférico, para el cual se debe considerar el límite de los movimientos de la cabeza y de los ojos para diseñar un parabrisas. Los datos de la visibilidad son mostrados en la Figura No.4. Se necesita prever la correcta ubicación de los espejos retrovisores para ampliar el rango de visión. (*Diseño y Construcción, 1997*)

Figura 4 Visibilidad



El alcance visual para instrumentos de control implica la posición de los mismos y estará regida por su nivel de importancia. Se debe tomar en cuenta que los instrumentos no

deben ser motivo de distracción para el conductor en el momento en que éste los utilice (*Diseño y Construcción*, 1997).

3) Temperatura dentro de la cabina. Cuando se piensa hacer un vehículo con carrocería cerrada, se debe considerar la temperatura. Durante una carrera en un día soleado, dentro de la cabina la temperatura aumenta. Por este motivo, debemos hacer que circule suficiente aire fresco para contrarrestar el alza en la temperatura. Esto se logra por medio de entradas de aire en la parte frontal y en la parte posterior de la carrocería. Se debe tomar en cuenta que el flujo del aire debe ser lo más libre posible de modo que no se aumente el arrastre (descrito en B.1.a.1).

El parabrisas es un factor crucial para el control de la temperatura, este permite que la radiación solar caliente el interior de la cabina pero no permite que el aire caliente salga. Un método para reducir este efecto de invernadero es utilizando una película que reduzca la radiación dentro de la cabina (*Diseño y Construcción*, 1997).

4) Seguridad del piloto. En un vehículo de carreras, la seguridad del piloto es una prioridad y por ello se toman medidas. Para ver las especificaciones para Electratón ver la parte de seguridad en la sección B de este capítulo.

Cuando se diseña la cabina, con estructura tubular o monocasco, debe dejarse un espacio mínimo de 5 centímetros entre el cuerpo del piloto y las barras de protección. Son tres las principales estructuras que deben ir reforzadas: la llamada barra parachoque que protege en caso de una colisión frontal, la barra de protección lateral (ambos lados) y la barra antivuelco que protege al piloto en caso de volcadura.

El último elemento necesario es el cinturón de seguridad con un mínimo de tres puntos de soporte, el que debe estar debidamente anclado al chasis (*Diseño y Construcción*, 1997).

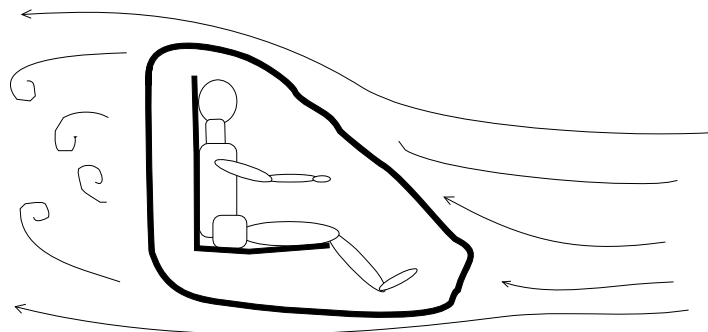
c. Relación de la aerodinámica con la ergonomía. Tomando en cuenta que se tiene un banco de baterías con un máximo de 40 kg, limitando la cantidad de energía disponible. Se debe hacer un auto eficiente y tener un mínimo de pérdidas, por lo cual se debe hacer un estudio aerodinámico minucioso junto con un estudio de ergonomía para la

comodidad del piloto. Debe darse forma a la carrocería de modo que se minimice el drag y que la cabina sea cómoda para el conductor (*Diseño y Construcción*, 1997).

Desafortunadamente la ergonomía y la aerodinámica son disciplinas que se oponen. La forma más aerodinámica de un automóvil crea una cabina incómoda para el piloto. A pesar de lo anterior, es posible encontrar un equilibrio entre dichos factores, de tal manera que se lleve a cabo un óptimo diseño del vehículo (*Diseño y Construcción*, 1997).

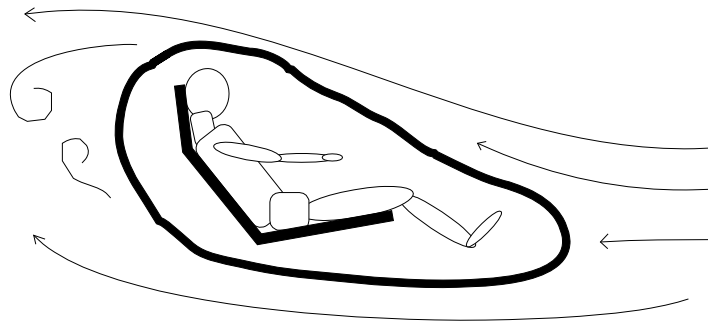
Se mencionarán a continuación tres casos. Caso uno, la posición del individuo es la más ergonómica, alinea la espalda con el eje del cuello, mantiene la cabeza erguida proporcionando buena visibilidad; el nivel de sus piernas se encuentra por debajo de la cadera, suministrando buena circulación a las extremidades inferiores presentando amplio espacio para la movilidad del piloto. Por el contrario, la aerodinámica que presenta una gran área frontal la que causa resistencia al desplazamiento (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 5 Ergonomía 1



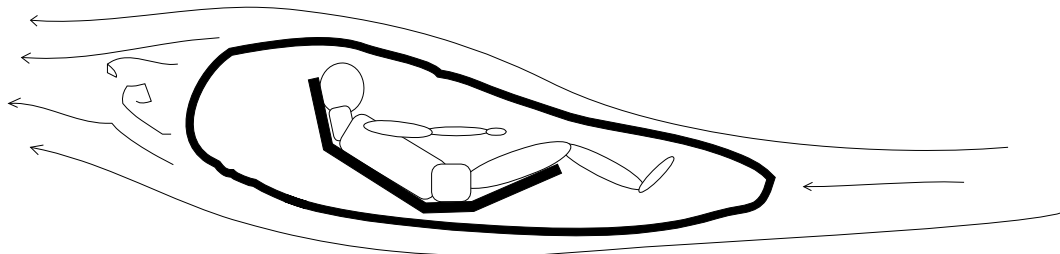
Caso dos, en esta opción no se afectan demasiado los factores ergonómicos analizados en el caso anterior. Un pequeño ángulo entre el eje del cuello y la espalda permite una buena movilidad de la cabeza, el nivel de las rodillas sobrepasa el de la cadera, pero los pies se mantienen por debajo sin afectar la circulación. La aerodinámica mejora considerablemente reduciendo el área frontal y con este el flujo del viento (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 6 Ergonomía 2



Caso tres, la silueta aerodinámica no causa desprendimiento prematuro de la capa límite reduciendo el arrastre con un área frontal mínima. La ergonomía se ve comprometida, dando lugar a una cabina incómoda la cual causará un cansancio anticipado en el piloto (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 7 Ergonomía 3



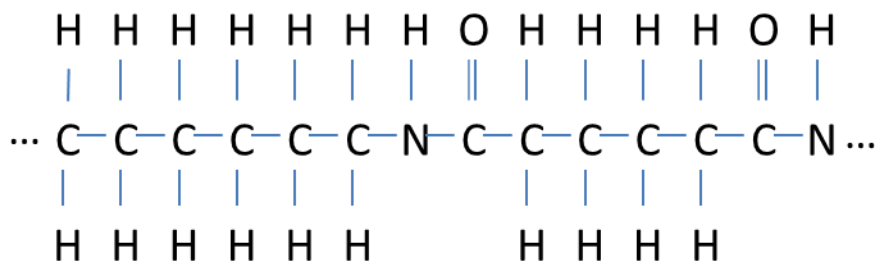
d. La carrocería y sus materiales. La carrocería de un vehículo se define como la cubierta del chasis, la cual nos proporciona características de aerodinámica y estética. En el caso de los vehículos con monoscabo, la carrocería es también parte estructural del chasis (*Diseño y Construcción*, 1997).

En la fabricación de la carrocería se debe tomar en cuenta que se busca ligereza y un acabado fino al suave. Para conseguir esto contamos con diversos materiales y con patrones aerodinámicos. Los principales materiales utilizados en la carrocería son los textiles (poliamidas), plásticos reforzados (simples y compuestos), plásticos laminados y plásticos espumados (*Diseño y Construcción*, 1997).

1. Textiles. Las poliamidas son más conocidas como nailon que es un material termoplástico lineal. En general, los termoplásticos pueden soportar deformación tanto elástica como plástica cuando se les aplica un esfuerzo. Esta deformación se debe a dos mecanismos de estiramiento y distorsión de los enlaces dentro de la cadena y movimiento de segmentos completos de las cadenas (Askeland, 1987).

Los polímeros termoplásticos se vuelven suaves y deformables cuando se calientan, característica de estas moléculas lineales. «El material pionero en esta categoría fue el nylon y continúa siendo el más importante» (Shackelford, 1992).

Molécula de poliamida (nailon):



(Askeland, 1987)

Las poliamidas son materiales muy nobles que pueden ser usados para reducir el arrastre, mencionado anteriormente. De igual manera que los antiguos aviones, se puede usar el nailon tensado con resina para forrar la estructura tubular (*Diseño y Construcción*, 1997).

Características:

- Alta resistencia a la tracción y desgarre.
- Alta resistencia a los rayos ultra violeta (UV).
- Elasticidad
- Bajo peso y textura suave.
- Bajo índice de absorción de humedad (índice higroscópico).
- Las poliamidas comerciales y más comunes son: licra, dacrón, nailon, amylar, terlón y nylcor (*Diseño y Construcción*, 1997).

2. Plásticos reforzados. Estos compuestos mejoran la resistencia al esfuerzo, la resistencia a la fatiga, la rigidez y la relación resistencia peso. Esto se logra a través de la introducción de fibras fuertes, rígidas y frágiles dentro de una matriz más blanda y dúctil. El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras y proporciona ductilidad y tenacidad, las fibras soportan la mayor parte del esfuerzo (Askeland, 1987: 372).

Las fibras vítreas en una matriz polimérica producen la fibra de vidrio para aplicaciones de transporte y aeroespaciales (Askeland, 1987: 373).

Las fibras naturales son económicas y tienen la ventaja de ser reciclables, pero sus características mecánicas no son tan buenas. En cambio las fibras industriales han sido creadas para contar con excelentes cualidades mecánicas; alta resistencia a la tracción, torsión y esfuerzos cortantes. Estos materiales son especialmente diseñados para ser fabricar piezas que requieran alta resistencia estructural tal como la de carrocerías, muelles, chasis tipo monocasco, etc (*Diseño y Construcción*, 1997).

3. Resinas. Las más usadas en la construcción de vehículos fórmula F/Ex son las resinas de poliéster y las epóxicas. Las resinas poliéster son recomendables para la construcción del modelo y los moldes de la carrocería. Esto es por su bajo costo y fácil aplicación. Mientras que las resinas de epóxico poseen gran coeficiente de dureza. Por lo que son recomendables para la elaboración de piezas que requieran elevada resistencia mecánica. (ibid)

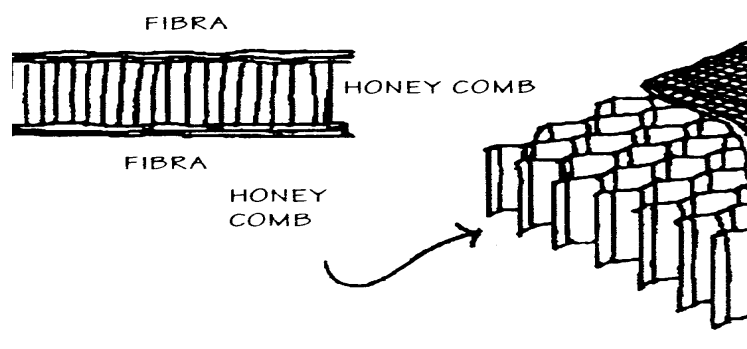
Características de las resinas:

- Alta resistencia a la tracción
- Alto índice de elasticidad
- Resistencia a cambios de temperatura
- Alta resistencia mecánica, en relación al peso (ibid).

4. Materiales compuestos. Materiales cuya estructura se logra por medio del

empalme ordenado de fibras textiles, polímeros, y materiales porosos unidos por medio de un adhesivo o resina. Esto aumenta la resistencia y mantiene un bajo peso. Estos requieren de un proceso de fabricación especializado, usando autoclaves, moldes con especificaciones especiales, refuerzos textiles pre-impregnados, resinas epóxicas y materiales porosos como el de panal de abeja o tableros de espuma de poliestireno de alta densidad. Estos factores hacen que el costo sea mayor; sin embargo, la ligereza y la gran resistencia estructural hacen que estos materiales sean ideales para la fabricación de carrocerías y chasis para autos de competencia (ibid).

Figura 8 Estructura de panal de abeja



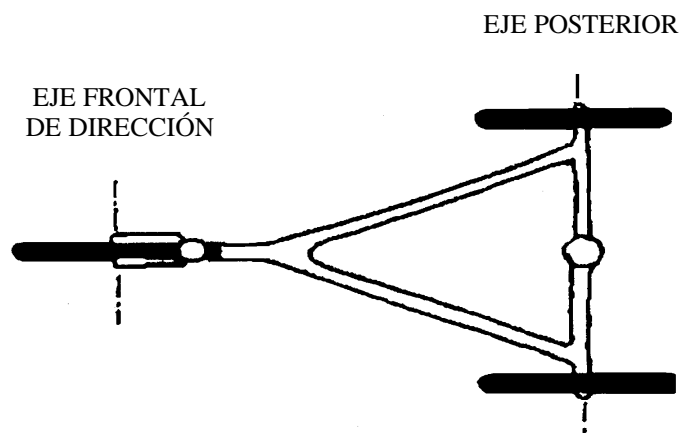
2. Chasis. Esta es la estructura del vehículo en la que se montan cada una de las partes que conforman el sistema mecánico, eléctrico, carrocería y cabina. El chasis puede ser construido de materiales compuestos (monocasco) o bien con perfiles tubulares. El tipo monocasco llega a convertirse en parte de la carrocería, es más rígido y ligero por los materiales que se utilizan en su construcción. Frecuentemente es necesario la previa construcción de un modelo y molde del chasis antes que se elabore (ibid).

El chasis tubular proporciona rigidez y ligereza dependiendo del tipo de material con el que se elabore. Su fabricación es bastante sencilla y permite hacer cambios con facilidad. Si embargo una de sus desventajas es el aumento de peso que se da por la adaptación de la carrocería con fines aerodinámicos (ibid).

a. Configuración. Un primer factor muy importante a tomar en cuenta en la fabricación de vehículos eléctricos es la configuración o forma que puede adquirir el chasis. El triciclo en forma de flecha cuenta con mayor sencillez en lo que se refiere a

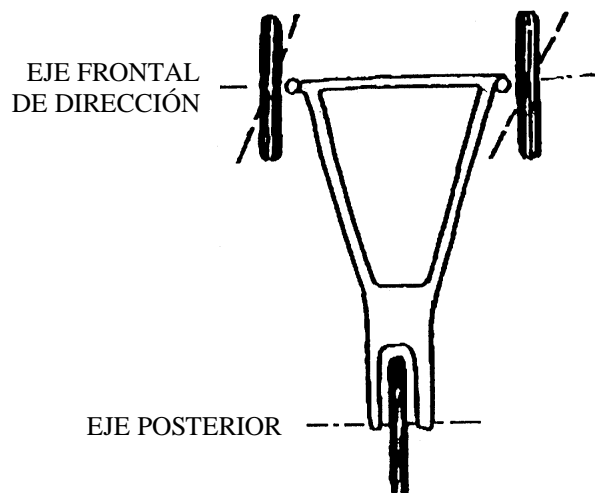
sistemas de dirección y suspensión. Esto es debido a que cuenta únicamente con una sola rueda de dirección. Sin embargo el contar con dos ruedas de tracción hace que el sistema de transmisión se complique. Esta configuración es la que presenta menor estabilidad en los vehículos.

Figura 9 Configuración de flecha



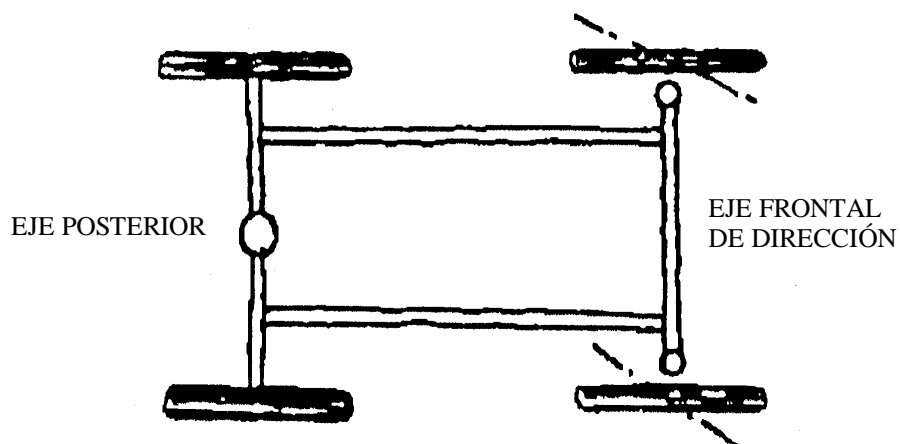
Un segundo tipo de configuración es el de flecha inversa. Este cuenta con una sola rueda trasera lo cual simplifica el sistema transmisión. Para el desarrollo del sistema de dirección y suspensión se toma en cuenta conceptos como el de ángulos de divergencia, camber, caster y geometría de suspensión (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 10 Configuración de flecha inversa



El diseño de cuatro ruedas es la configuración que mayor estabilidad, pero el grado de complejidad en los sistemas mecánicos es mayor que en los otros modelos y su resistencia al rodamiento es mayor por contar con una rueda más.

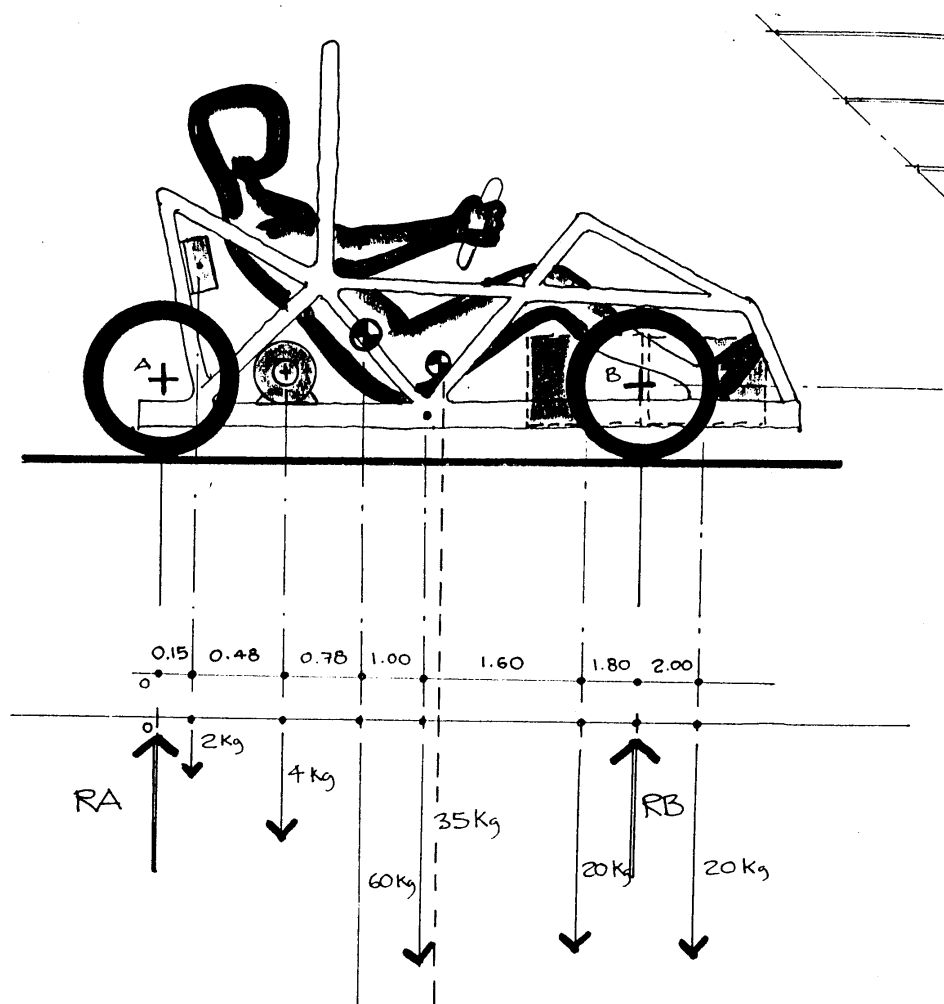
Figura 11 Configuración de cuatro ruedas



b. Centro de gravedad. Se refiere al punto exacto de balance entre los ejes del auto, y puede situarse hacia delante o hacia detrás dependiendo de donde este concentrado el mayor peso. El centro de gravedad o centro de masa es determinante del conseguir la maniobrabilidad y estabilidad adecuadas. Por este motivo debe estar situado a manera de que cada rueda del vehículo soporte el mismo peso. Para determinar el peso del

automóvil debe tomarse en cuenta el piloto y cada uno de los componentes tal como lo es el controlador, motor, baterías, etc. (*Diseño y Construcción*, 1997).

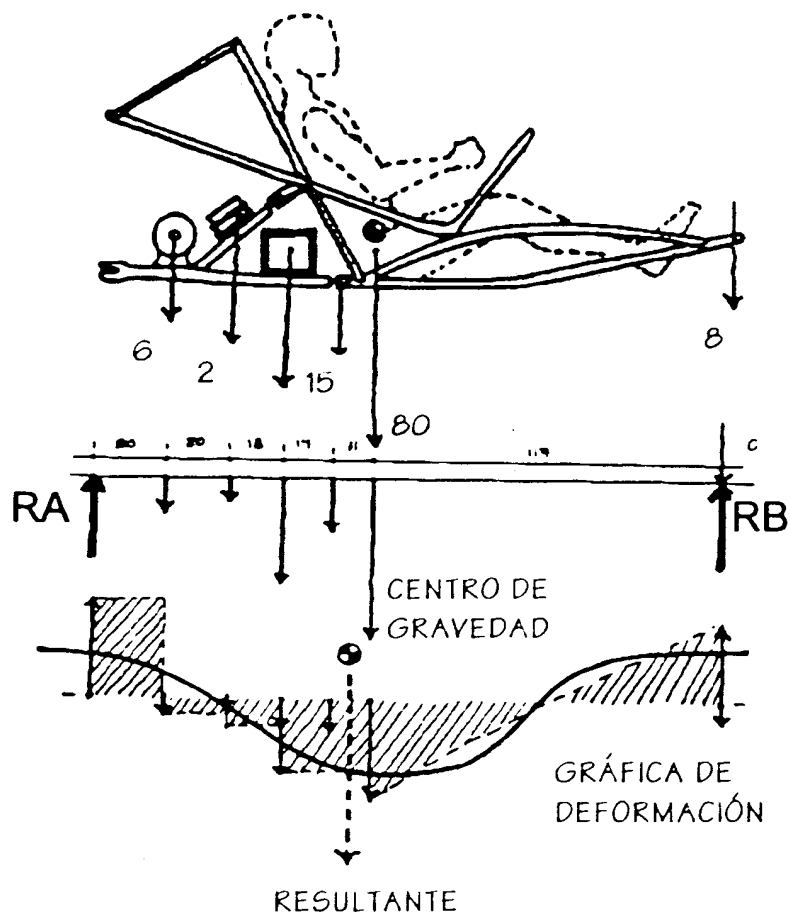
Figura 12 Centro de gravedad 1



Las flechas con dirección hacia abajo representan la fuerza de gravedad de cada dispositivo en el vehículo y RA y RB representan la fuerza de reacción de la superficie de rodadura.

Las medidas indican la posición lineal de cada uno de los elementos de forma lineal tomando como origen la rueda trasera.

Figura 13 Centro de gravedad 2



Es necesario que el centro de gravedad se encuentre situado a nivel de los ejes de las llantas o bien por debajo de los mismos para obtener mayor estabilidad.

c. **Materiales.** Los materiales utilizados para la construcción del chasis son de importancia, ya que deben de cumplir con el aspecto de ligereza y resistencia. Entre los materiales utilizados con frecuencia se encuentra el aluminio, del cuál existen variedad de tipos, acero y aleaciones, fibra de vidrio, fibra de carbón. Los dos últimos se refieren a un chasis de tipo monocasco.

El aluminio convencional no es de los más recomendables ya que cuenta con un bajo coeficiente de resistencia a la flexión, lo cual lo hace muy inseguro. Existen aleaciones de aluminio que son utilizadas en aeronáutica conocidas como duraluminio las cuales suelen

ser adecuadas para la construcción del chasis por su buen factor de ligereza y resistencia a la flexión.

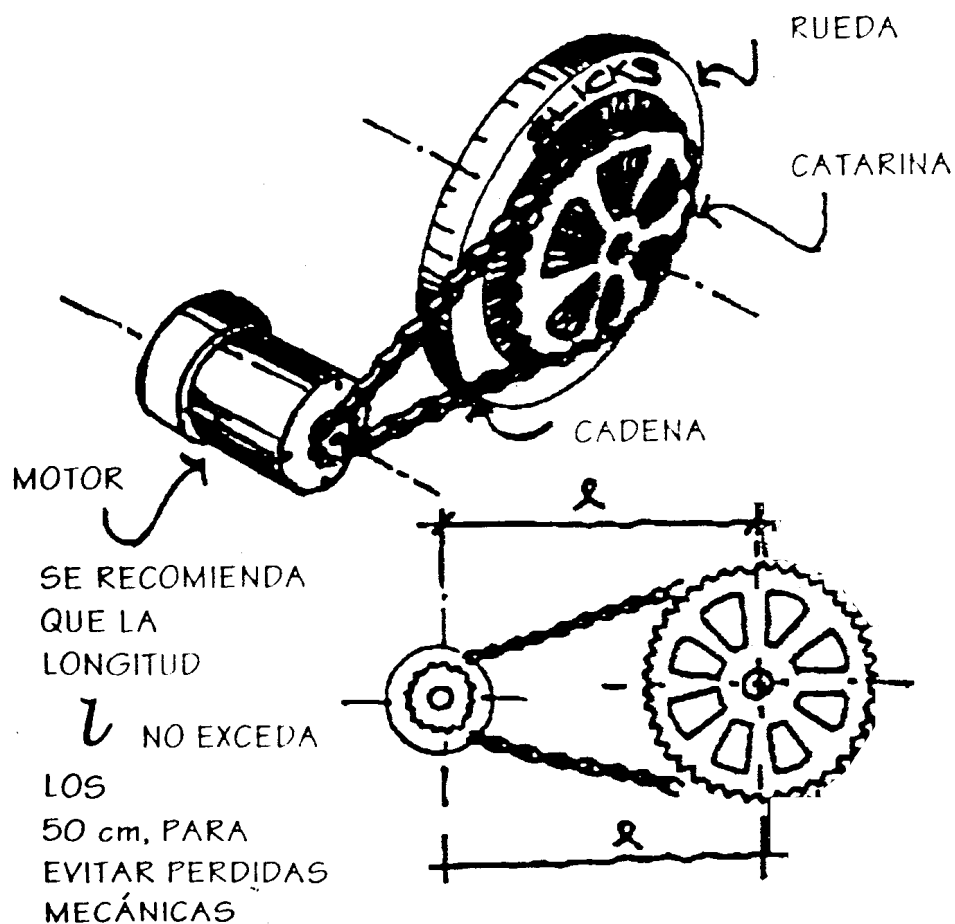
El acero al cromo molibdeno es otro de los materiales utilizado en la fabricación del chasis. Su costo resulta elevado pero es de las más empleadas en la construcción de maquinaria de diversos tipos debido a su dureza, resistencia y ligereza. Este metal presenta gran resistencia a la flexión, torsión, esfuerzo cortante y fatiga. El acero al carbón tiene buenas características mecánicas ya que es fácil de soldar y su precio resulta accesible (*Diseño y Construcción*, 1997).

3. Sistema mecánico. El sistema mecánico se divide en transmisión, suspensión, dirección y frenos. Estos componentes son de suma importancia, puesto que de ellos depende el funcionamiento y rodaje del vehículo. En un carro eléctrico se busca que estos elementos causen la menor cantidad de pérdida al rodamiento y seguridad al piloto.

a. Sistema de transmisión. El sistema de transmisión está formado por las partes del vehículo que transmiten el movimiento del motor al tren motriz (la rueda). Existen variedad de formas de llevarlo a cabo este proceso, de las cuales dos son las más usadas en la aplicación de carros eléctricos. (*Diseño y Construcción*, 1997).

El primero es el sistema de piñón, cadena y catarina. Para que funcione de manera óptima se requiere que existan un perfecto ajuste en la tensión de la cadena y la alineación adecuada del piñón con la catarina (*Diseño y Construcción*, 1997).

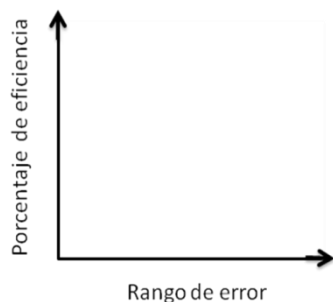
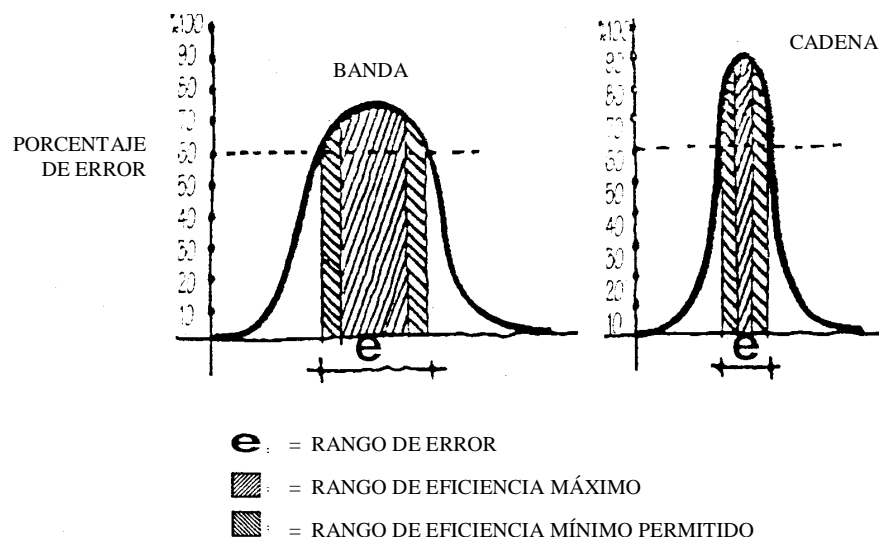
Figura 14 Sistema de transmisión por cadena



El diámetro de la catarina y de igual manera el del piñón se determinan según las especificaciones del motor y el tipo del terreno en el que se utilizará el automóvil. El determinar bien los diámetros será un factor que determine el buen desempeño del vehículo y la eficiencia del motor.

Un segundo sistema es el de banda dentada y poleas, el cual ofrece una eficiencia menor. Sin embargo su instalación resulta sencilla (la alineación no es tan crítica) y el peso en los componentes es menor. Además de esto el calentamiento por fricción es menor.

Figura 15 Eficiencias de los sistemas de transmisión



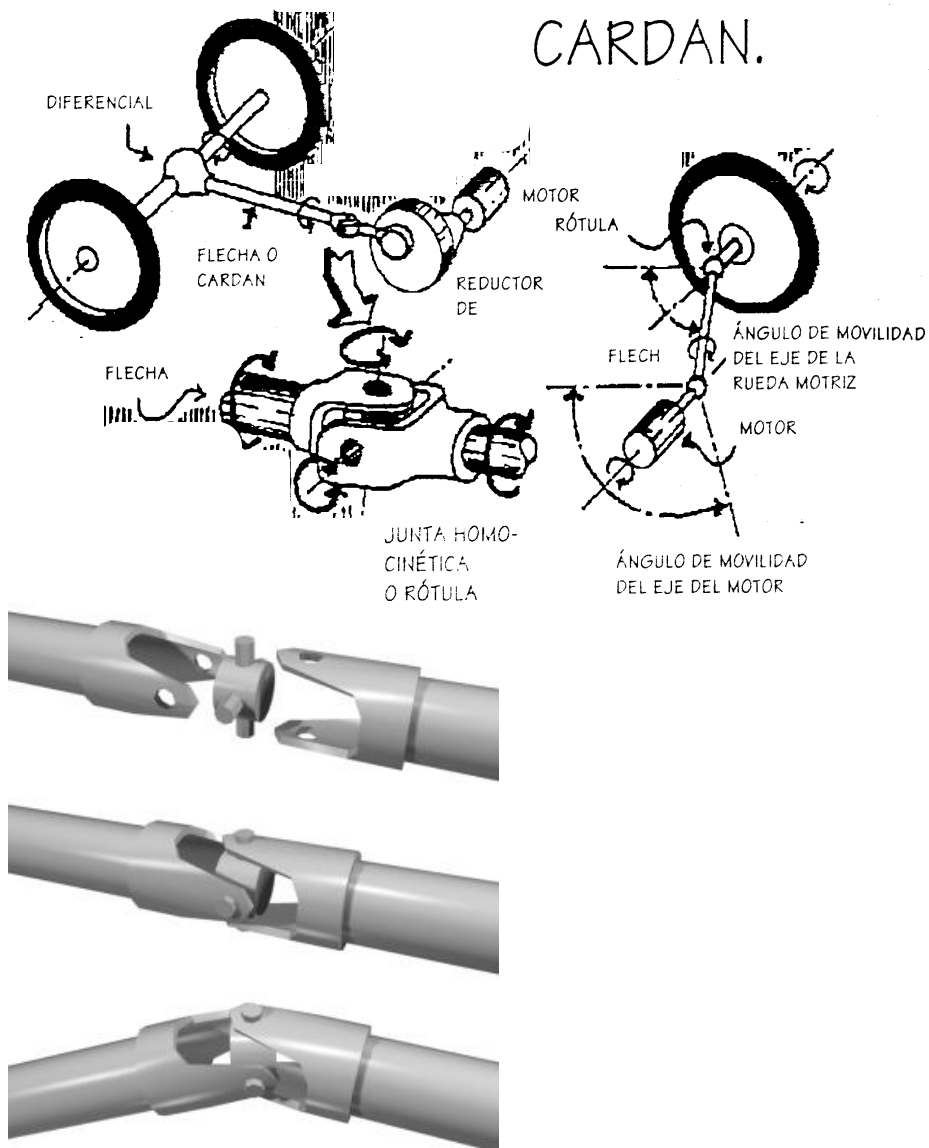
Entre más alta sea la gráfica representa una mayor eficiencia en la transmisión de potencia del motor a la rueda.

El sistema de flechas tiene un índice de eficiencia alto y además puede ser colocado en diversidad de sitios en el vehículo, inclusive fuera de la suspensión de la llanta de tracción. Esto implica que una flecha es capaz de transmitir el movimiento sin importar la alineación entre el eje de la rueda y el del motor.

“Si se cuenta con un tren motriz de llantas separadas, el sistema de flechas debe funcionar acompañado de una caja de satélites para evitar el arrastre de las mismas al momento de virar el vehículo” (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 16 Sistema de cardan

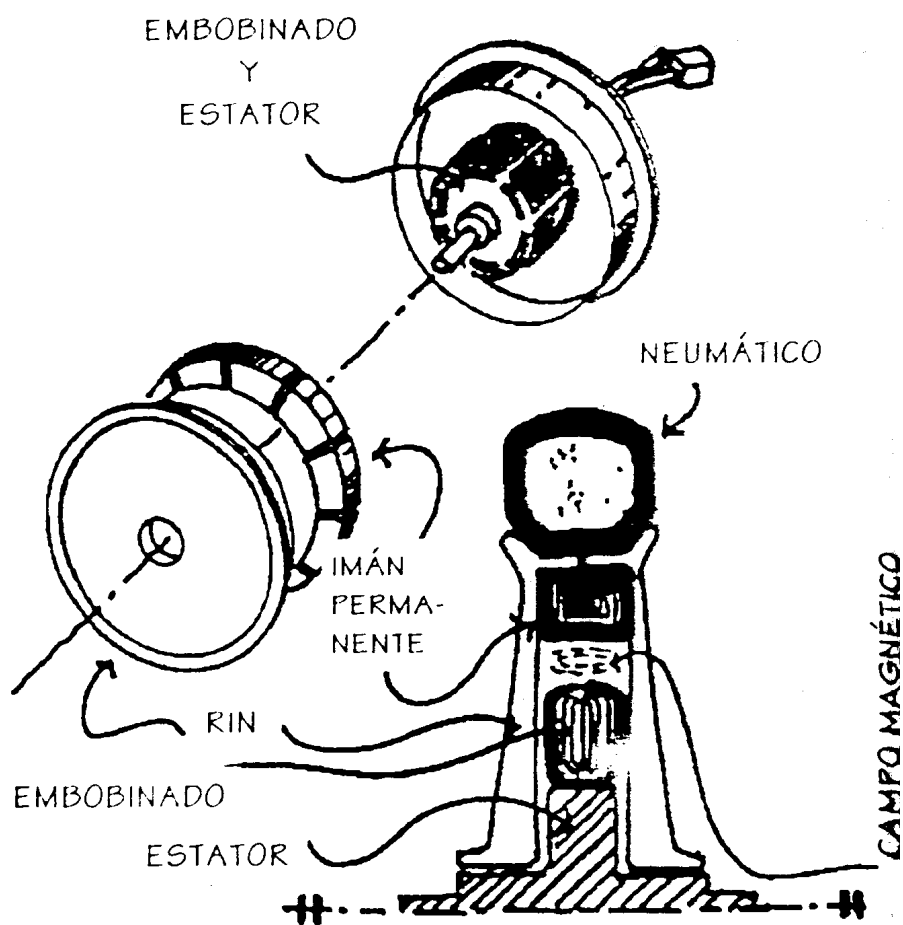
SISTEMA DE CARDAN.



(Unión universal, Wikipedia.com, 2002)

Finalmente el motor de rueda es el sistema más moderno utilizado en la construcción de vehículos eléctricos. Elimina componentes del sistema de transmisión convencional. Este sistema tiene un motor incorporado en la rueda, a manera que el eje de este es la armadura y la rueda es un imán permanente, lo cual constituye un motor completo (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 17 Motor eléctrico tipo rueda



b. **Suspensión.** Este sistema se encarga de evitar que las vibraciones del camino se transmitan al automóvil y ayuda a mejorar la estabilidad del mismo. Para crear el sistema de suspensión se requiere conocer la elasticidad, capacidad de amortiguación y la geometría del vehículo.

Figura 18 Suspensión



La elasticidad no permite que las desigualdades del pavimento se transmitan en forma de impacto al piloto del automóvil, mediante el uso de un muelle deformado que absorbe la energía. De esta manera se logra que el vehículo deje de rebotar (*Diseño y Construcción*, 1997).

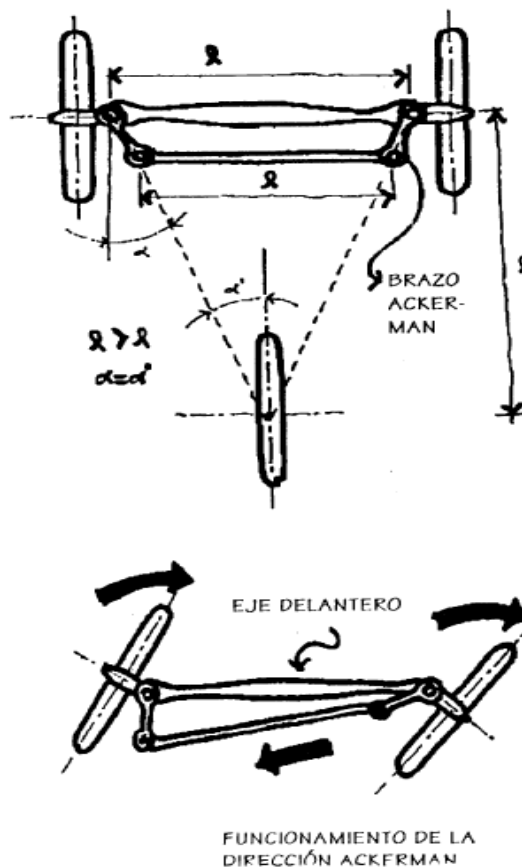
Por medio de los amortiguadores se transforma la energía mecánica del muelle en calor por medio de la fricción. Al unir los muelles con instrumentos de amortiguación se crea una suspensión que minimiza las vibraciones y el ruido produciendo así que el automóvil se vuelve más cómodo en marcha (Ibid).

Para desarrollar una suspensión adecuada se requiere analizar la manera como se comporta el vehículo cuando se desplaza. Las anomalías en el trayecto causan inseguridad para el conductor. Esto puede corregirse mediante el principio de barras paralelas ya que permite controlar los desplazamientos verticales que se producen en las llantas (*Diseño y Construcción*, 1997).

c. Sistema de dirección. El sistema de dirección permite al piloto tener el control de maniobrabilidad del automóvil. Permite que el piloto dirija el vehículo en la dirección deseada con el movimiento del timón, el cual causa un giro en las ruedas de dirección. Para un diseño adecuado de este sistema se requiere conocer algunos conceptos.

1. Principio de Ackerman. El principio indica de la prolongación del eje de las ruedas tiene que nacer un centro común al radio de giro. En el momento en que las llantas de un vehículo giran para producir una vuelta, estas no lo hacen paralelamente, cada una cuenta con un ángulo según su radio de giro. Si el giro fuera paralelo la llanta del exterior se deslizaría con el pavimento produciendo fricción. Sin embargo esto puede corregirse mediante una barra de acoplamiento (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 19 Sistema Ackerman



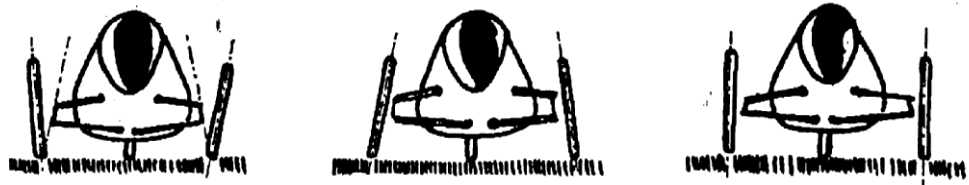
Esta barra de acoplamiento debe ser menor que la barra de soporte en donde se encuentran los centros de giro de los pernos maestros de las ruedas. Para determinar la longitud de la barra es necesario trazar una línea imaginaria del centro del eje trasero hacia los centros de los pernos maestros. Las líneas van a generar un ángulo con respecto al eje longitudinal del auto que equivale al ángulo. Este ángulo proporciona la posición donde deben colocarse los brazos Ackerman de la dirección determinando así la longitud de la barra de acoplamiento. Además mantiene el paralelismo de las ruedas en el momento en que el vehículo se encuentra en marcha. En autos eléctricos es indispensable mantener el paralelismo para evitar al máximo pérdidas por arrastre. El ángulo no debe sobrepasar los 4° (*Diseño y Construcción*, 1997).

2. Convergencia y divergencia. Las llantas de los automóviles cuentan peque-

ños ángulos de convergencia y divergencia causados por una fuerza que se opone a que avance el vehículo.

El ángulo de convergencia es utilizado en vehículos con tracción trasera y el de divergencia en autos de tracción delantera. Este último puede emplearse en el mejoramiento del funcionamiento de la dirección Ackerman cuando existe una geometría de la dirección deficiente (*Diseño y Construcción*, 1997).

Figura 20 Ángulos del sistema de dirección



3. Ángulo de caída. El ángulo de caída se refiere a la pequeña inclinación de las ruedas de un vehículo hacia fuera o hacia adentro. La inclinación forma un ángulo que puede ser positivo, negativo o de grado cero.

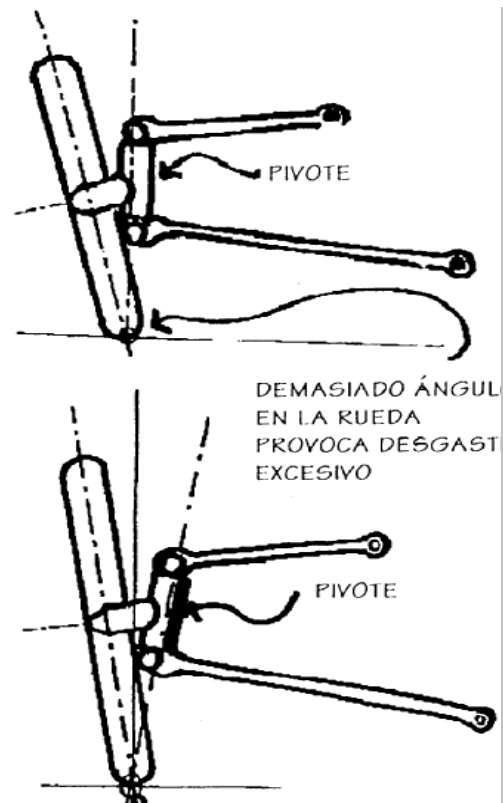
En el ángulo de caída positivo las ruedas se acercan más en su parte inferior que en la superior. Esto viene a facilitar considerablemente el manejo del vehículo y evita el desgaste en las piezas de dirección (*Diseño y Construcción*, 1997).

A diferencia de éste, en el ángulo de caída negativo las ruedas se encuentran más cerca en la parte superior que en la inferior. Esta conformación da una mejor estabilidad en las vueltas aunque endurece el mecanismo de dirección.

Por último en el ángulo de caída cero las ruedas se encuentran perpendicularmente dispuestas, lo cuál dificulta el manejo del vehículo y envía mucha carga a los pivotes de la dirección.

4. Ángulo de salida El ángulo de salida es la inclinación del pivote de la dirección con respecto a la vertical. La prolongación del eje del pivote mediante una línea imaginaria debe cortar el eje longitudinal de la rueda en el piso lo que se consigue inclinando la rueda, o pivote o bien ambos.

Figura 21 Pivote

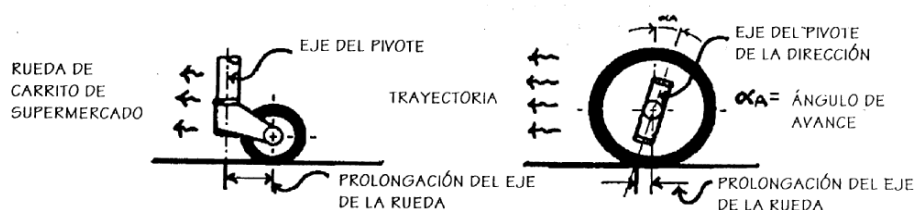


Si surge una pequeña desviación entre el centro de la huella de la rueda y el punto de corte de la línea imaginaria del eje del pivote se hace más difícil el manejo y produce un desgaste anormal en las llantas. El ángulo de salida de la rueda, con respecto a la vertical, no debe sobrepasar los 5° con el vehículo totalmente cargado (*Diseño y Construcción*, 1997).

5. Ángulo de avance. El ángulo de avance es el encargado de mantener la estabilidad en la dirección del automóvil y permite que el volante vuelva a su posición lineal recta después de terminar una vuelta.

El ángulo de avance puede determinarse rotando el eje del pivote a manera de que el eje vertical de la rueda quede por detrás del punto de corte de la prolongación del eje del pivote sobre el piso.

Figura 22 Ángulo de avance

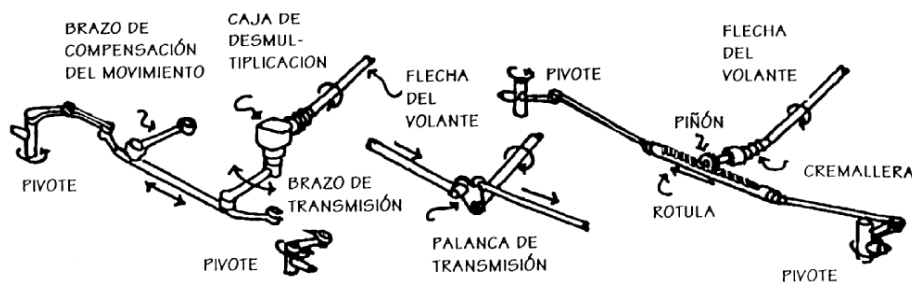


6. Desmultiplicación de la dirección. La desmultiplicación de la dirección consiste en la relación que se produce entre los ángulos de rotación del volante con respecto al de las ruedas. Para un vehículo de poco peso como un eléctrico, es recomendable una relación de 15:1; es necesario girar el volante dos veces y media ($2\frac{1}{2}$) para completar una oscilación de 60° entre los topes de la dirección (*Diseño y Construcción*, 1997).

Los vehículos deben contar con topes que limiten el movimiento de giro de las ruedas para que no golpeen la carrocería cuando gira al máximo el sistema. Los topes pueden ser situados en el pivote de la rueda o bien en el mecanismo de dirección.

Existen variedad de maneras para realizar la desmultiplicación de la dirección. Algunos de estos sistemas son la relación de poleas, de piñones y cremallera, los cuales resultan sencillos.

Figura 23 Sistemas de dirección



d. Frenos. El sistema de frenos es indispensable en todos los vehículos, ya que proporcionan confiabilidad y seguridad en el momento de manejar. Entre los sistemas de frenos que se han desarrollado se encuentran el de frenos hidráulicos y frenos mecánicos (*Diseño y Construcción*, 1997).

Los frenos hidráulicos cuentan con una alta velocidad de reacción en el momento de frenar, permiten aplicar mayor presión al sistema mejorando los resultados. Este sistema es recomendado para autos con un peso superior a los 150kg o bien que sobrepasan los 60 km/h (*Diseño y Construcción*, 1997).

En pruebas de competencia que se han realizado han demostrado que los frenos hidráulicos de tipo mordaza y disco son los mejores para vehículos Electrón. Hay que tener muy en cuenta que para que un sistema de frenos hidráulicos funcione de manera adecuada, debe de contar con un ajuste muy preciso para evitar el contacto de las mordazas con el disco cuando no se aplica el freno.

Los frenos mecánicos están constituidos por un sistema de zapata y tambor. No cuentan con una reacción tan rápida como los frenos hidráulicos, sin embargo son una buena opción para carros eléctricos debido a su fácil ajuste. Este sistema de frenos es recomendable para autos con un peso menor a los 150kg (*Diseño y Construcción*, 1997).

Es de suma importancia asegurarse que ninguno de los componentes del sistema de frenos roce con los discos y los tambores. Además es necesario tomar en cuenta que las mordazas deben de estar igualmente calibradas para que el automóvil no frene de forma dispereja.

e. Llantas y aros. Las llantas resultan ser otro factor de gran importancia para el ahorro de energía. Para los vehículos electrón las llantas con menor superficie de contacto y de cara lisa son las que cuentan con las mejores características (*Diseño y Construcción*, 1997).

Así mismo se requiere considerar el inflado de los neumáticos, ya que este debe ser a la mayor presión posible y tomar en cuenta las características de resistencia a la rodadura del mismo. Una mayor presión presenta una menor resistencia a la rodadura pero también una reducción en su capacidad de no deslizarse en vuelta.

En los vehículos electrón la ligereza es de suma importancia, por este motivo se requiere que el aro que se elija cumpla con las características de elevada resistencia axial y bajo peso. Algunos de los aros que se utilizan en este tipo de autos se encuentran:

- Aro, rayos y masas.
- Tapones y aro de materiales compuestos.

- Plato macizo de metal.
- Aro, hilos de fibras y más (*Diseño y Construcción*, 1997).

4. Sistema eléctrico. El sistema eléctrico no será considerado en este trabajo ya que el enfoque es el del diseño mecánico del vehículo Fórmula Electrón Experimental. (Ver Apéndice A).

III. CONSIDERACIONES Y DISEÑO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO FÓRMULA ELECTRATÓN EXPERIMENTAL

A. Consideraciones

En el capítulo anterior se mencionaron los factores teóricos que se deben tomar en cuenta para la construcción de un carro eléctrico tipo Electratorón Experimental. Ahora se hablará de los factores prácticos que enfrentará el diseñador y constructor. La tecnología de materiales que se tenga al alcance depende del desarrollo del área en cuestión. La mano de obra calificada y los equipos necesarios para realizar diversas tareas también será un factor determinante.

1. Materiales. Guatemala tiene una producción de materia prima muy reducida, la mano de obra con un bajo nivel técnico y equipo limitado. El material más comúnmente usado es el hierro. Los precios de metales como el duraluminio (aluminio de aviación) son muy elevados y es necesario buscar un taller especializado que pueda trabajarlo. Será decisión del diseñador escoger los materiales a utilizar, pero se debe tener en mente la factibilidad y el costo de dichos materiales para la construcción.

Como se habló anteriormente, las características de los materiales que se utilicen en el vehículo darán un reflejo en el desempeño del vehículo pero también influirán en su tiempo de construcción. Para materiales de alta tecnología será necesario esperar un tiempo de importación, la búsqueda de mano de obra calificada y equipo especializado. Entre carreras el tiempo disponible para las modificaciones es limitado lo cual resultaría una desventaja para los vehículos que utilizan de materiales especiales.

La experiencia en el mercado guatemalteco nos dirige al uso primordial del acero, este es relativamente económico y la mayoría de los talleres de herrería lo puede trabajar con facilidad.

2. Equipo. Durante la construcción y la duración del campeonato se usarán herramientas y otros equipos de apoyo. La calidad de estos es de suma importancia. En cualquier instante puede darse la situación de necesitar una pieza dada la cual debe estar

disponible y funcionando en condiciones óptimas. En este mismo contexto se puede mencionar los instrumentos dentro y fuera del vehículo como: amperímetros, voltímetros, velocímetros, radios de dos vías para la comunicación, etc. El mal funcionamiento de estos instrumentos puede significar un gran problema para el equipo durante la carrera o una pérdida de tiempo para su reposición.

B. Diseño preliminar, vehículo Air Droopy

Este diseño preliminar fue el diseño que se entregó a la junta directiva de Electratón Guatemala 1998 con el objeto de estudiarlo y verificar que los planos cumplieran con los requisitos por ellos establecidos. A partir de estos planos se construyó el primer carro Air Droopy, con mínimas variantes.

En este primer diseño no se harán los análisis pertinentes del caso, estos se realizarán con el diseño final. El motivo de esto es el de reducir la duplicidad del estudio.

1. Planos del Air Droopy 1

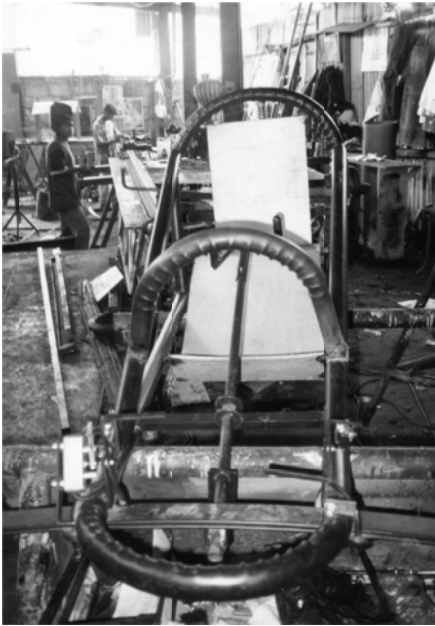
A continuación se presentan los planos y fotografías con sus respectivas anotaciones.

Las fotografías muestran el proceso y avance en la construcción del vehículo eléctrico desde su inicio. En la primera etapa de la construcción se elaboró el chasis a partir de tubos de hierro de escape automotriz. Se procede a colocar la suspensión delantera compuesta por una hoja de resorte y las dos ruedas, cada una con su freno incorporado. Un elemento de importancia es el eje de rotación de giro para cada rueda delantera, mostrado en la fotografía 2.

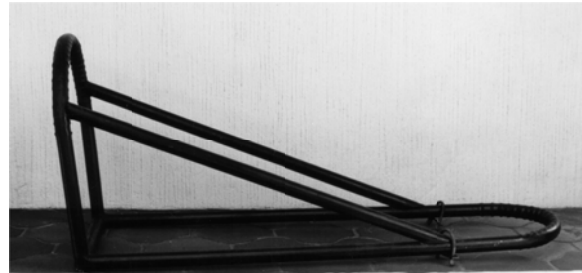
La fuente de potencia la constituye un motor eléctrico, fotografía 3 el cual una vez montado en el chasis permite la autonomía del vehículo para poder desplazarse.

Fotografías 1

Diseño preliminar, vehículo Air Droopy



Chasis con asiento y timón.

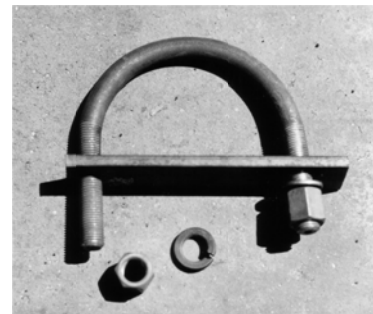


Chasis.

Chasis y sistema de dirección.



Abrazadera en U.

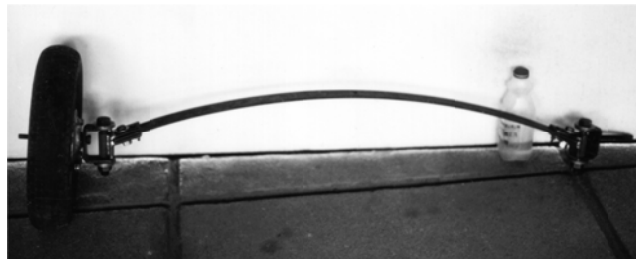


Fotografías 2

Diseño preliminar, vehículo Air Droopy



Chasis y suspensión delantera.



Hoja de resorte, suspensión delantera.

Fotografías 3
Diseño preliminar, vehículo Air Droopy

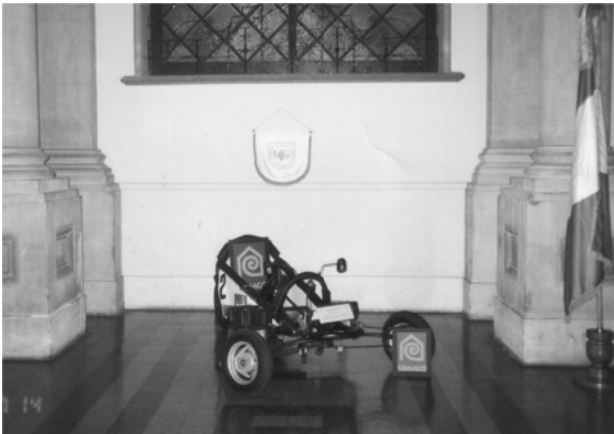
Motor eléctrico.



Primeras pruebas.

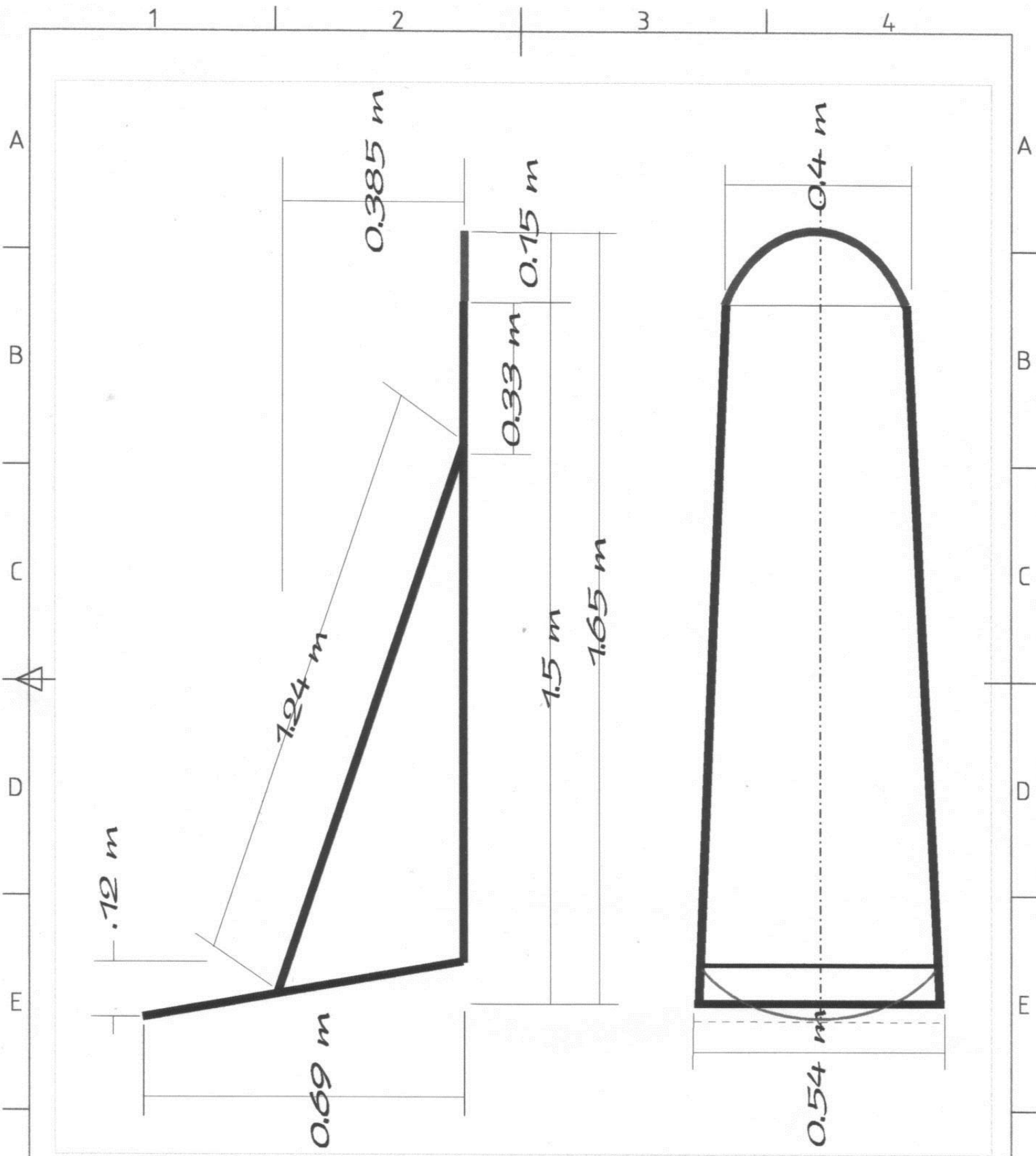


Vehículo Air Droopy.

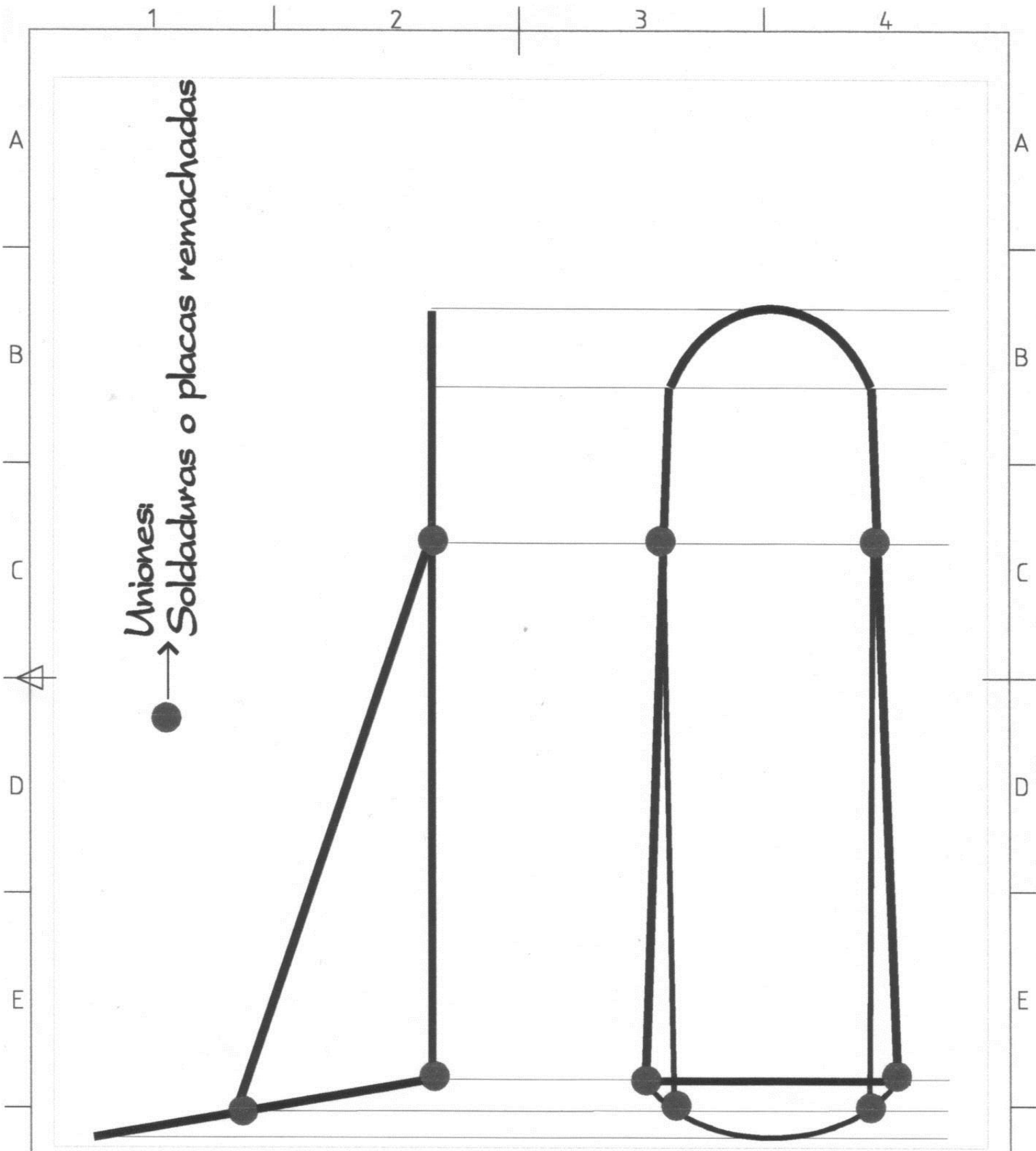


Muleta posterior.





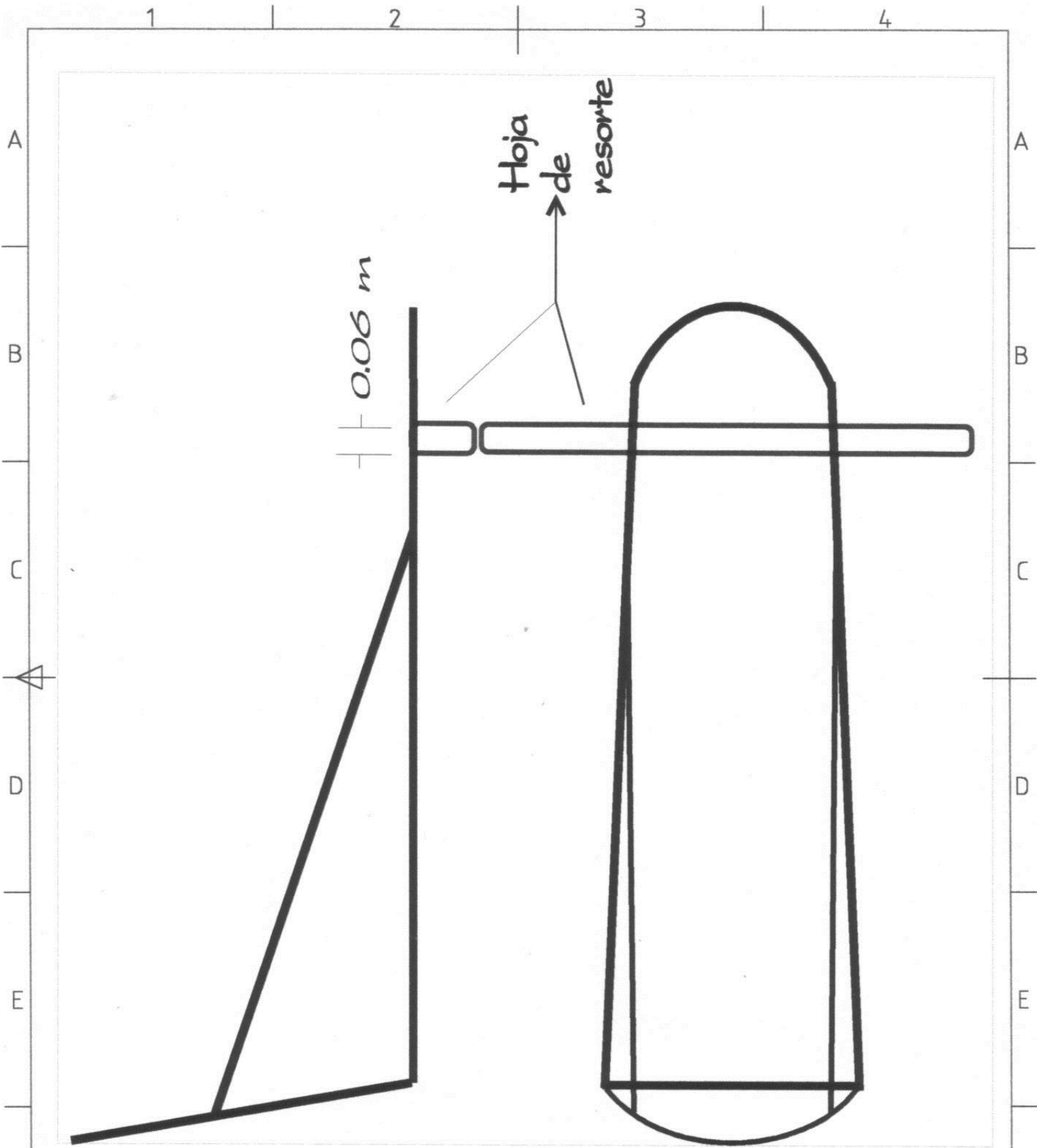
3.1	1 de 13	Medidas del Chasis			Plano: AD-001	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
AIR_DROOPY_1						
				CEAS-AD-001	1 EDICIÓN	1 HOJA



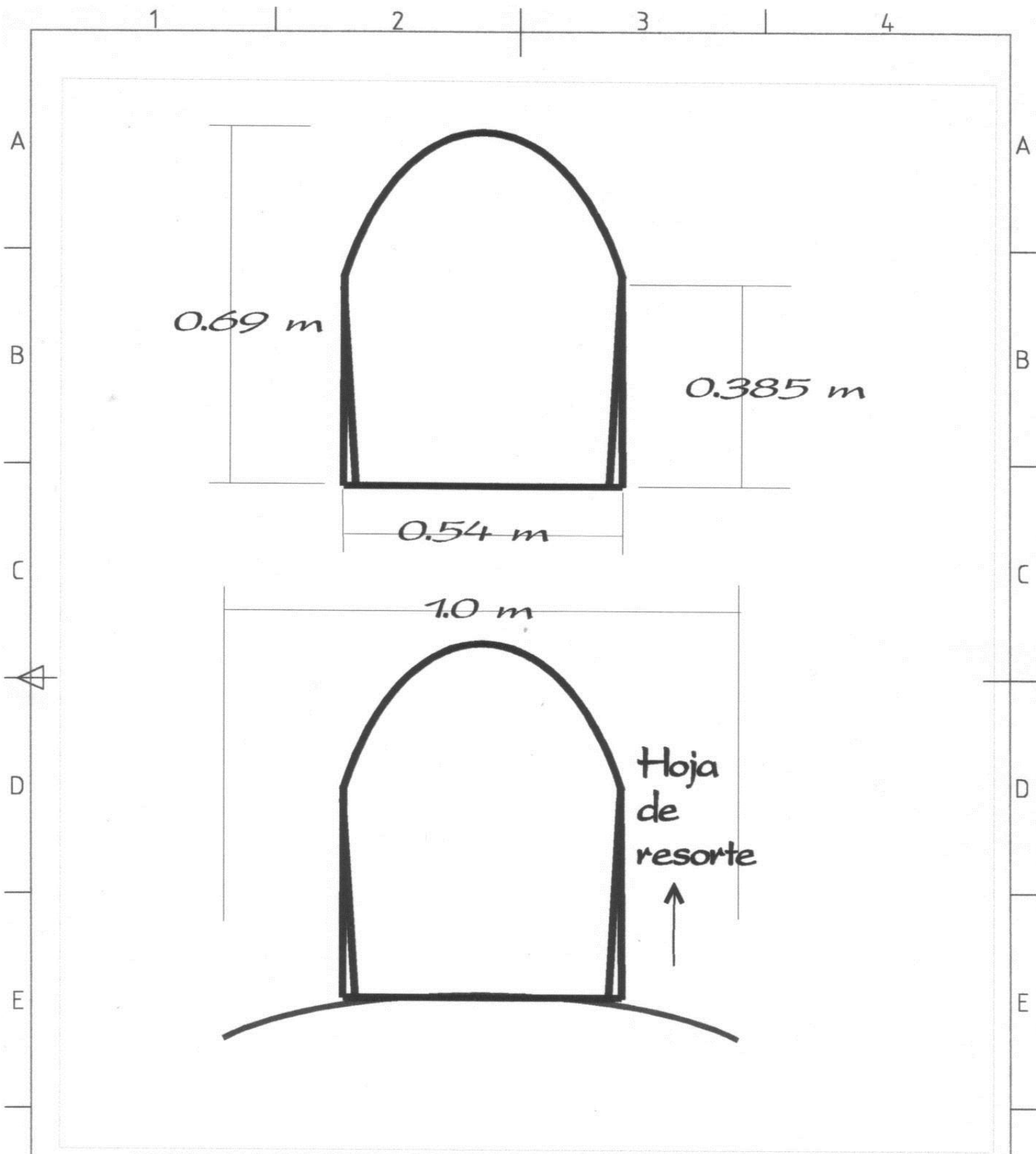
3.2	2 de 13	Puntos de Soldadura del Chasis			Plano: AD-002	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				AIR_DROOPY_1		
				CEAS-AD-002	1 EDICIÓN	1 HOJA

1

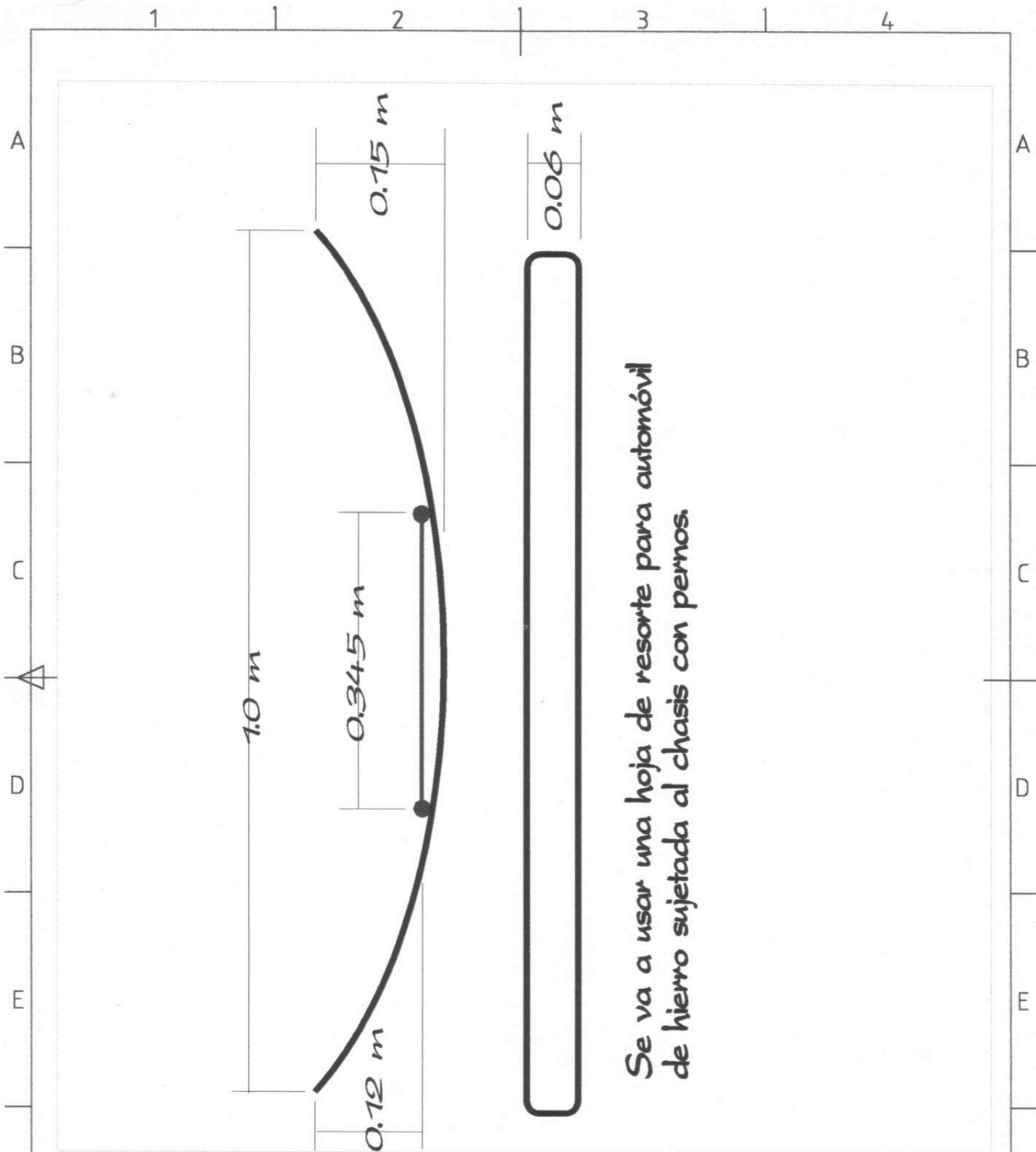
4



3.3	3 de 13	Suspensión Delantera			Plano: AD-003	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
AIR_DROOPY_1						
CEAS-AD-003				1 EDICIÓN	1 HOJA	

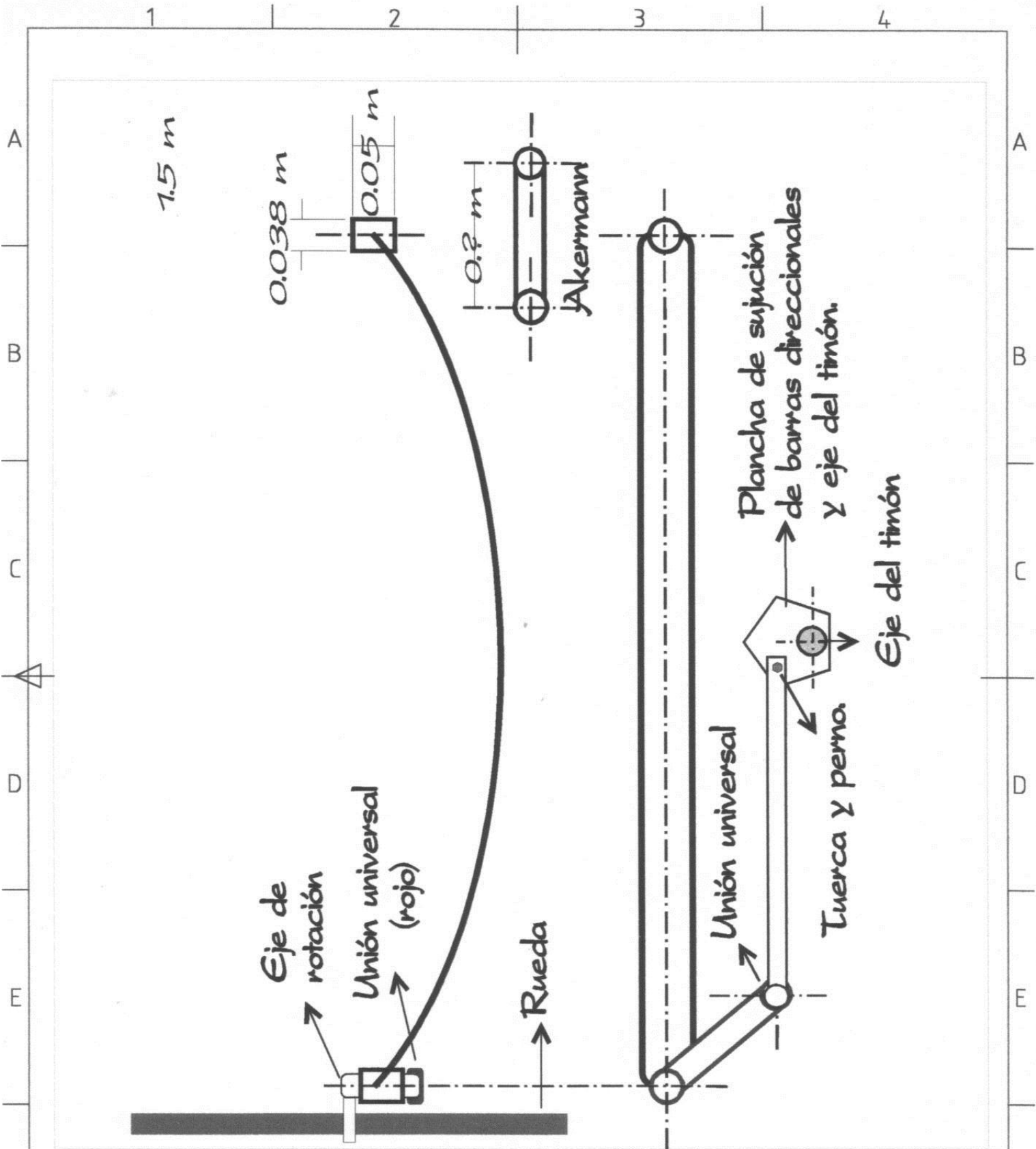


3.4	4 de 13	Suspensión Delantera (elevación)			Plano: AD-004	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				AIR_DROOPY_1		
				CEAS-AD-004	1 EDICIÓN	1 HOJA



Se va a usar una hoja de resorte para automóvil de hierro sujeta al chasis con pernos.

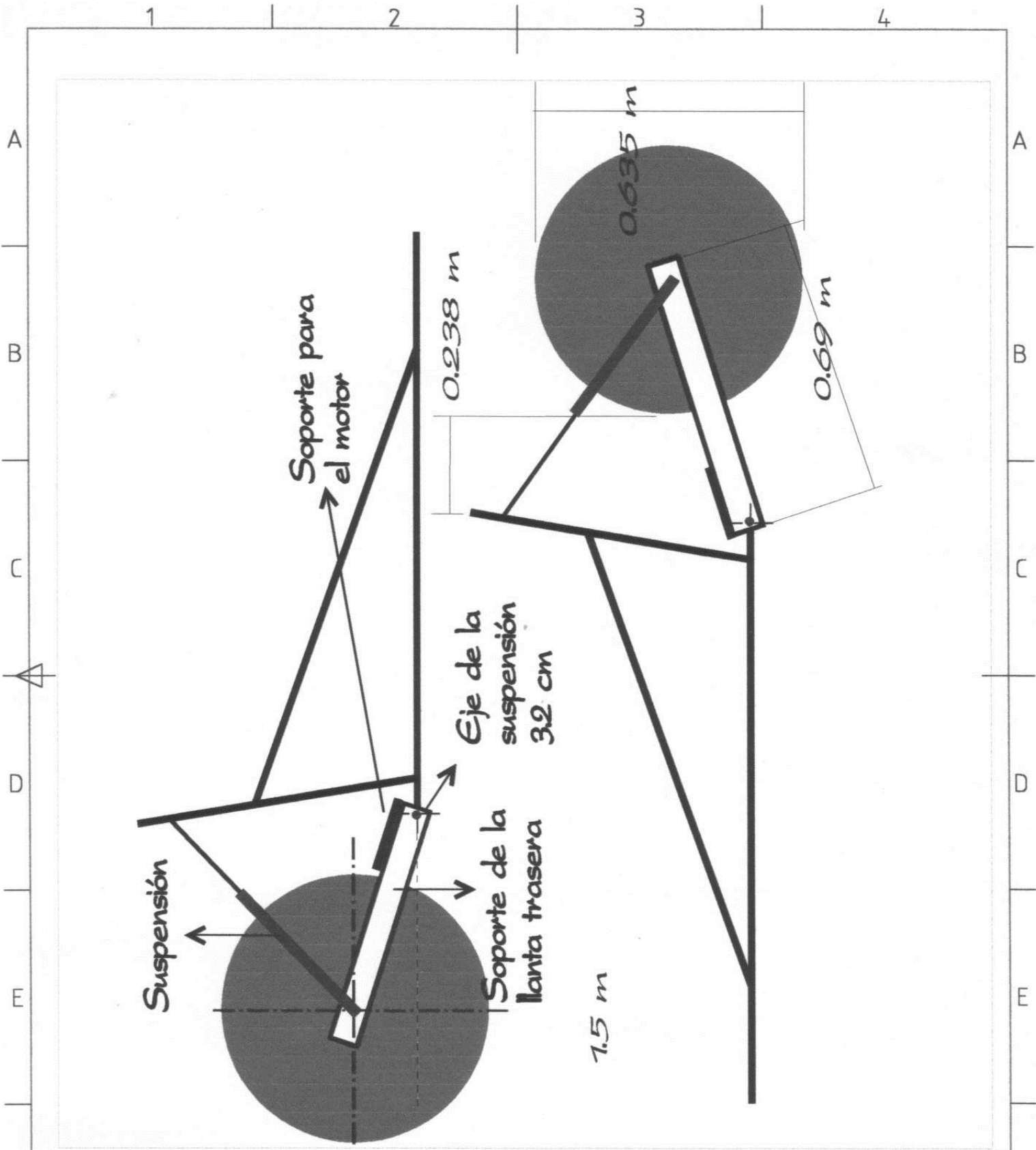
3.5	5 de 13	Suspensión Delantera, Hoja de Resorte			Plano: AD-005	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
			AIR_DROOPY_1			
				CEAS-AD-005	1 EDICIÓN	1 HOJA



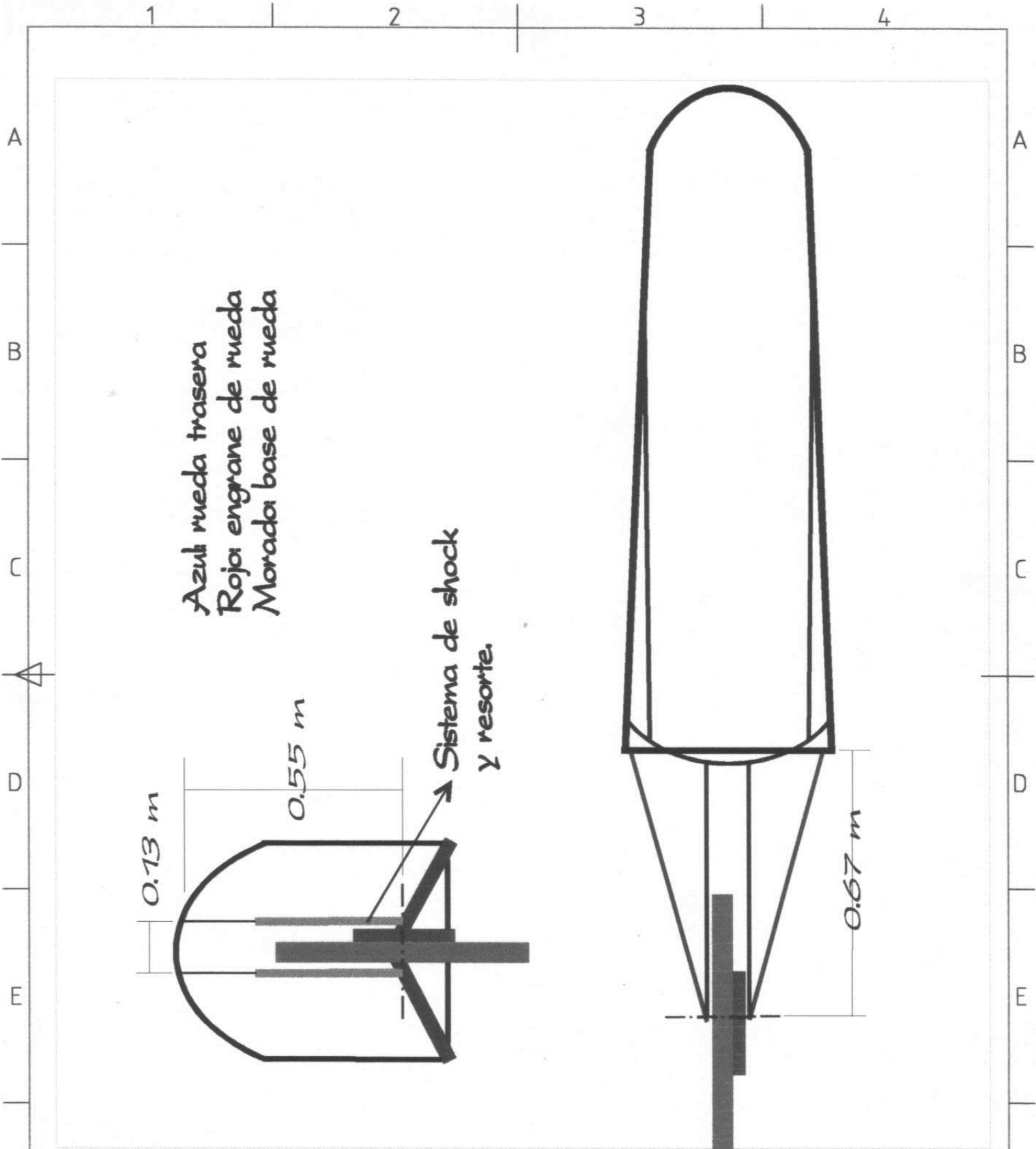
3.6	6 de 13	Sistema de Dirección			Plano: AD-006	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
AIR_DROOPY_1						
CEAS-AD-006				1 EDICIÓN	1 HOJA	

1

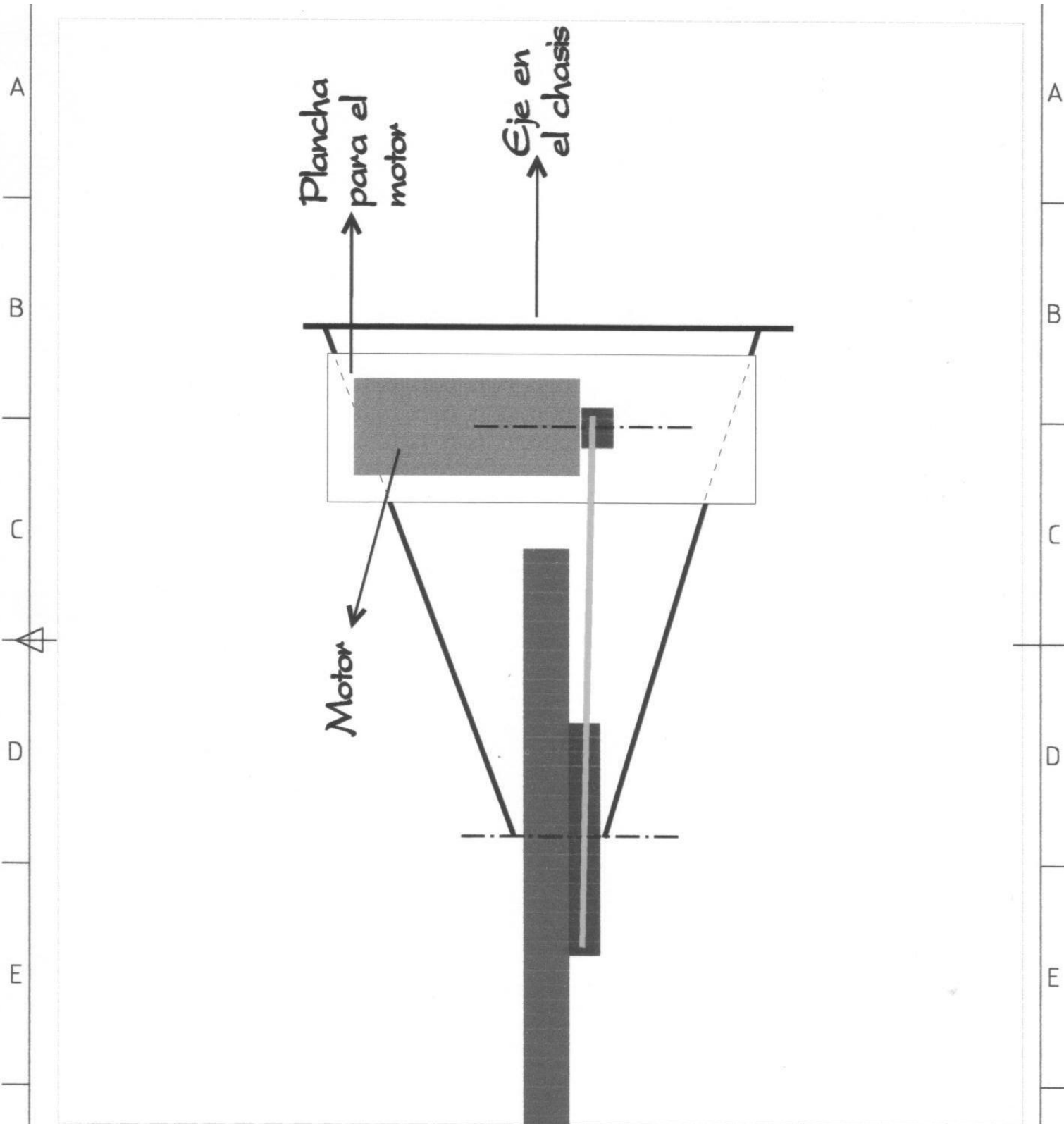
4



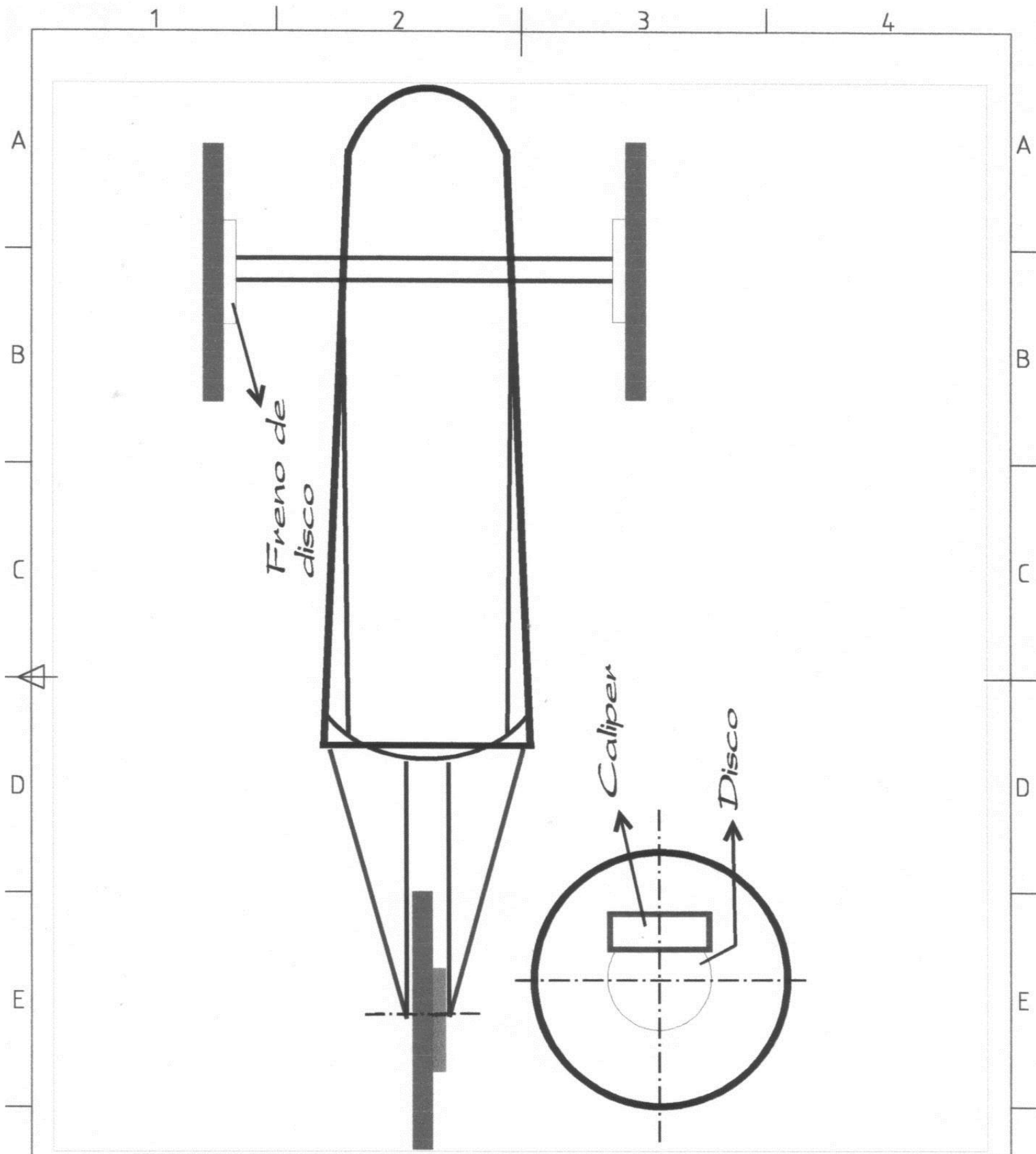
3.7	7 de 13	Suspensión Trasera (a)			Plano: AD-007	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				AIR_DROOPY_1		
				CEAS-AD-007		1 EDICIÓN



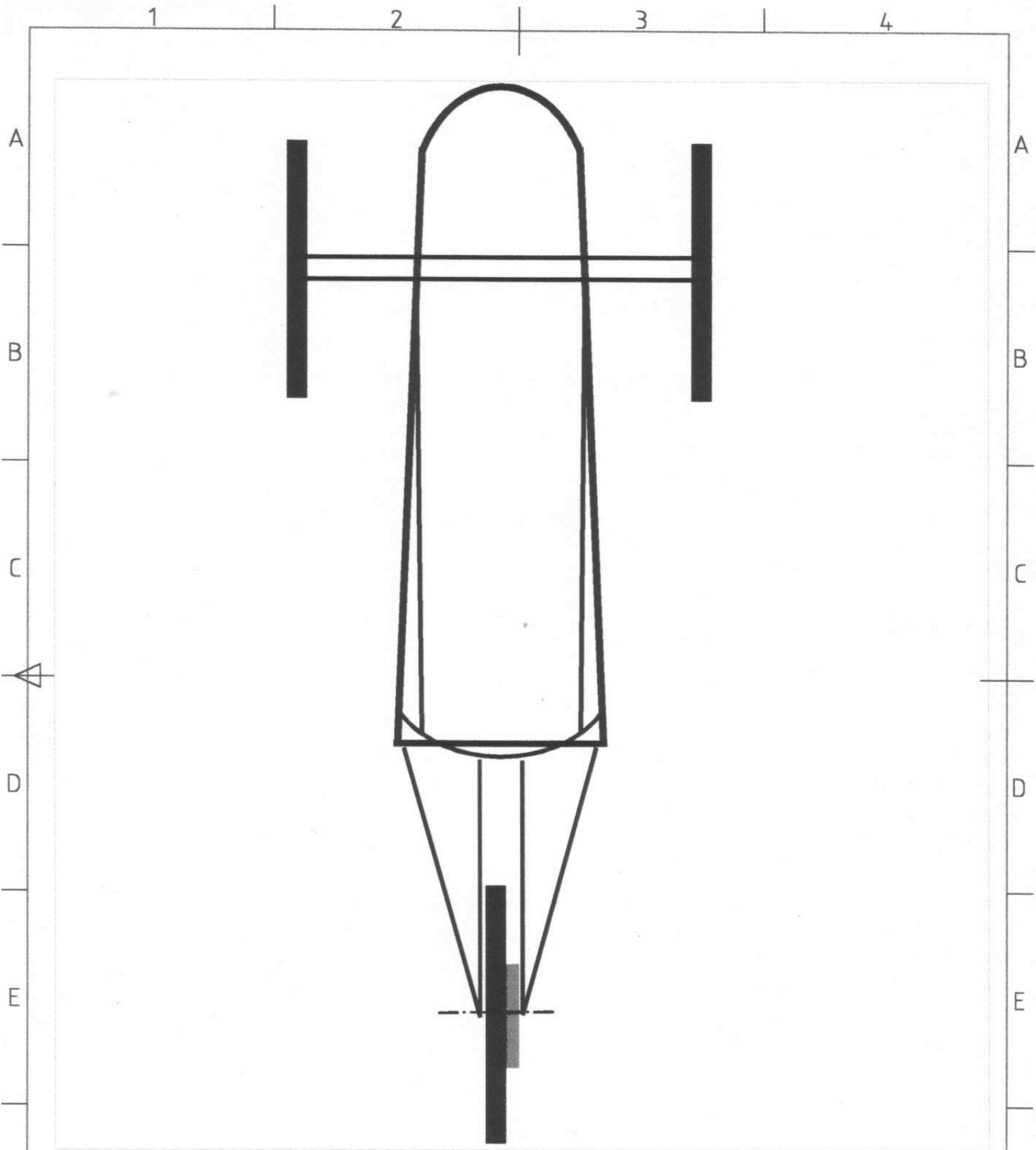
3.8	8 de 13	Suspensión Trasera (b)			Plano: AD-008	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
			AIR_DROOPY_1			
			CEAS-AD-008	1 EDICIÓN	1 HOJA	



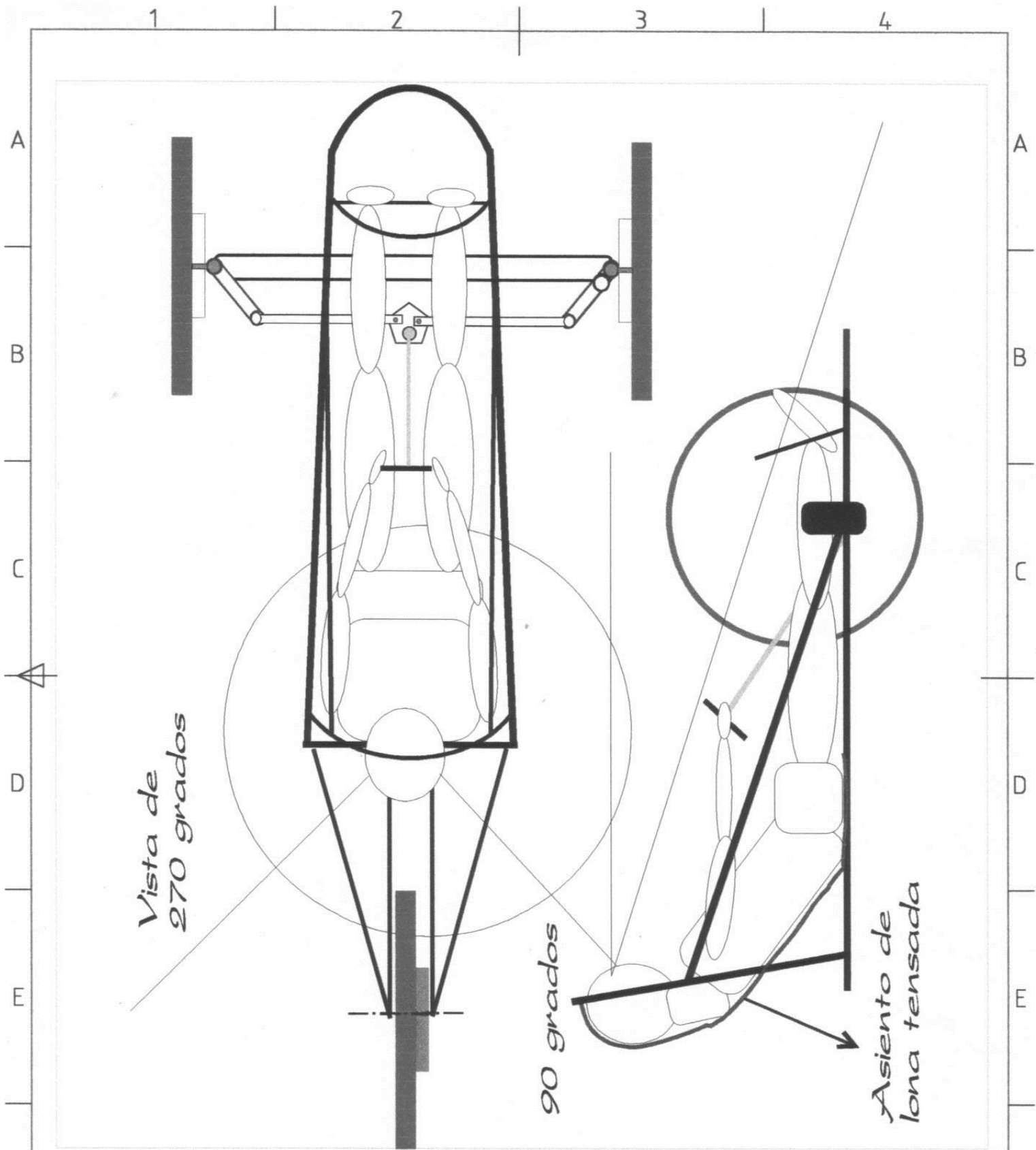
3.9	9 de 13	Transmisión			Plano: AD-009	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
			AIR_DROOPY_1			
			CEAS-AD-009		1 EDICIÓN	1 HOJA



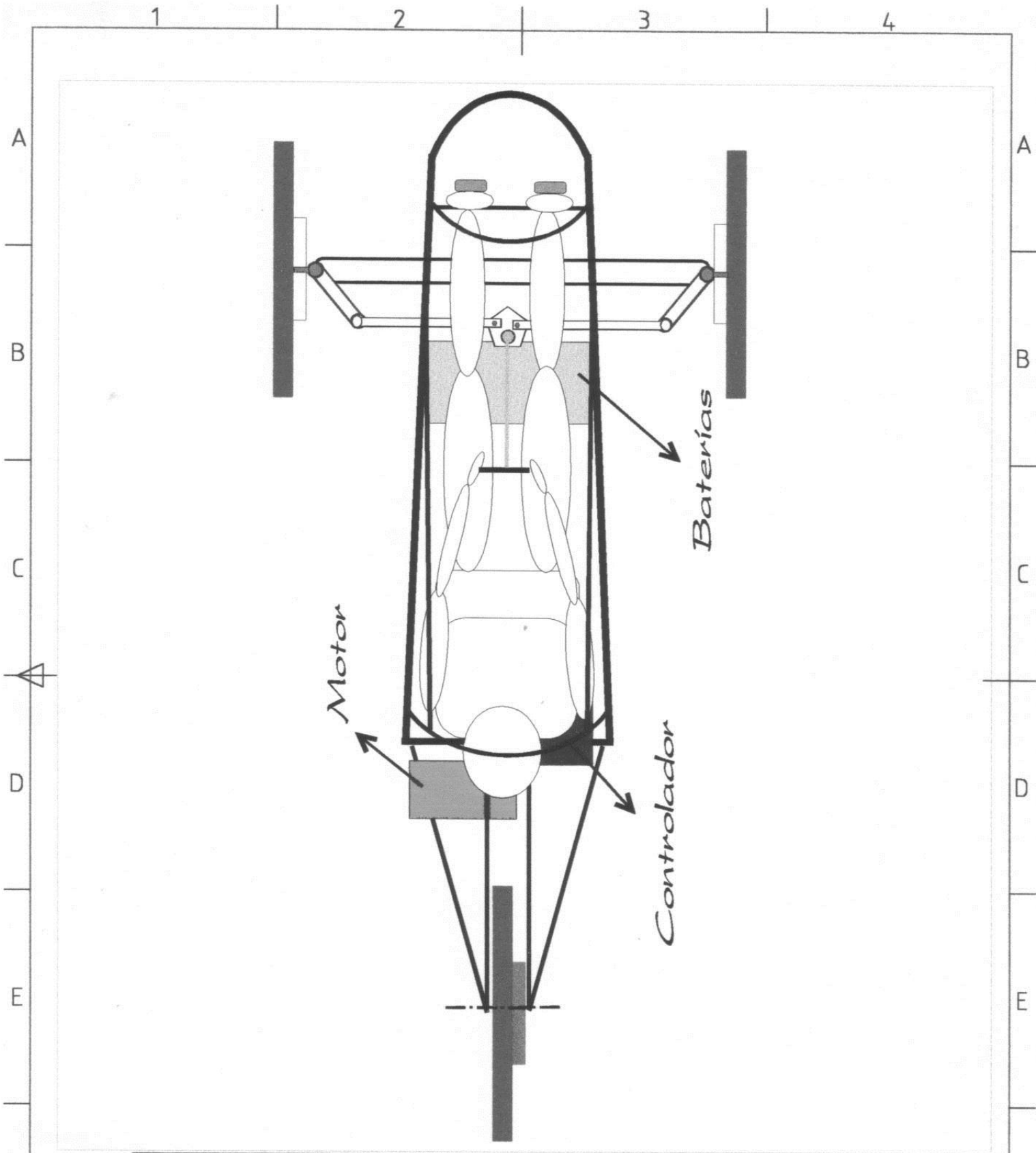
3.10	10 de 13	Sistema de Frenos			Plano: AD-010	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				AIR_DROOPY_1		
				CEAS-AD-010	1 EDICIÓN	1 HOJA



3.11	11 de 13	Vista General			Plano: AD-011	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				AIR_DROOPY_1		
				CEAS-AD-011	1 EDICIÓN	1 HOJA



3.12	12 de 13	Visibilidad del Piloto			Plano: AD-012	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
AIR_DROOPY_1						
CEAS-AD-012				1 EDICIÓN	1 HOJA	



3.13	13 de 13	Planta. Air Droopy y Piloto			Plano: AD-013	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	AD1 ARCHIVO	26/03/2001 FECHA	N/A ESCALA	
AIR_DROOPY_1						
CEAS-AD-013				1 EDICIÓN	1 HOJA	

2. Razones del cambio. Con el vehículo Air Droopy 1 se obtuvieron tres primeros lugares pero se encontraron grandes defectos que podrían causar daño mecánico severo. El sistema de suspensión delantero consta de una hoja de resorte a la cual está acoplada el sistema de dirección. La geometría del movimiento de la hoja de resorte causaba un control dificultoso durante el frenado o sobre superficies rugosas. Las varillas de dirección sufren esfuerzos superiores a los esperados, lo que lleva a un rápido deterioro y posibilidad de fallar. Corre el riesgo el piloto de perder el control de la dirección en una situación de frenado que podría empeorar si la superficie no es la adecuada. Esto podría poner en peligro al piloto y a otros conductores en las carreras.

Aprovechando la oportunidad del cambio, se opta por reducir el peso del chasis al utilizar tubo de menor diámetro. Las llantas son elementos indispensables, pero también causantes de pérdida por fricción y rodadura. Se toma la decisión de reemplazar la llanta trasera, inicialmente de 53.4 centímetros por una similar a las usadas en la parte delantera en el sistema de dirección, debido a su reducido tamaño y menor coeficiente de rodadura. Al aro de esta nueva rueda trasera se le incorpora un retro pedal o sistema de rueda libre. El retro pedal es el sistema que utilizan las bicicletas para dejar que la rueda de transmisión de potencia gire libremente sin afectar el movimiento sobre los pedales. Esto causa que al momento de soltar el acelerador, el carro continúe su marcha libremente sin que la acción del motor lo frene. De aquí en adelante se le llamará retro pedal al sistema de rueda libre.

Todos los cambios y modificaciones han sido pensados con un objetivo en mente, mejorar la eficiencia del vehículo. El riesgo que se corre con estas modificaciones es alto debido a que se usaran piezas nuevas sin haber sido probadas en su totalidad. La probabilidad de una falla en cualquiera de las modificaciones podría resultar directamente en la posición obtenida en la carrera reduciendo las posibilidades de una victoria.

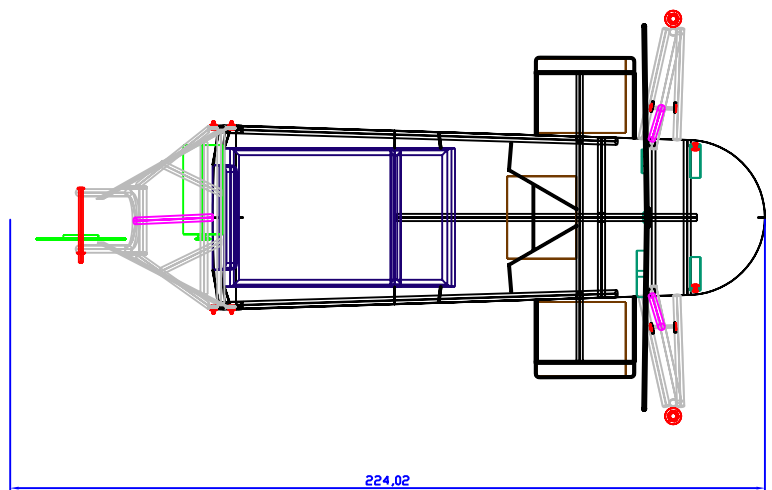
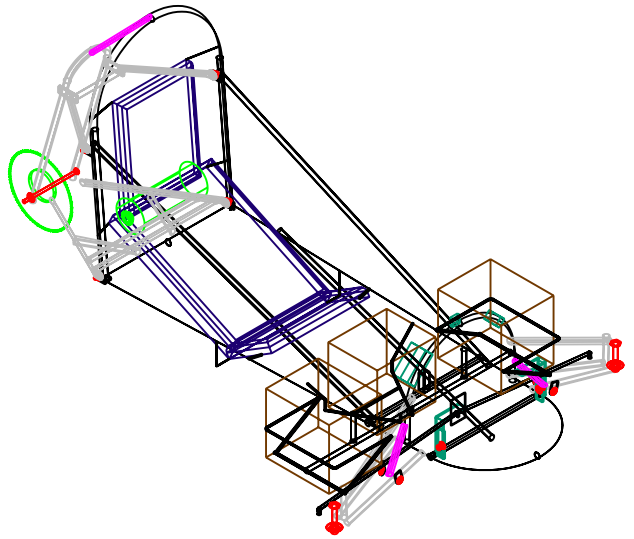
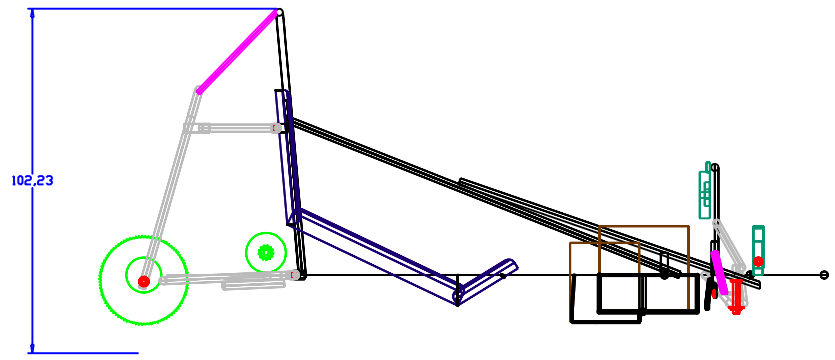
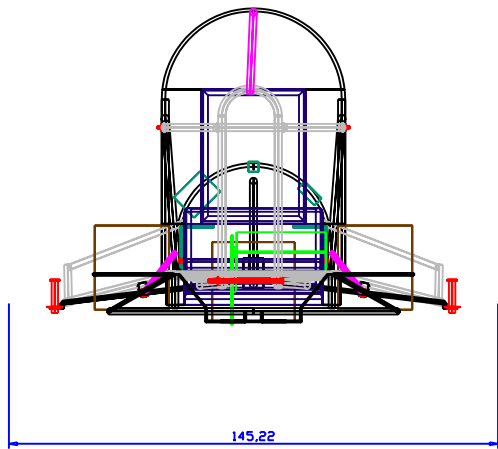
Con estas primicias en mente se trabajó e inspeccionó cada aspecto, para asegurar el buen funcionamiento del vehículo. Se aumentaron el número de pruebas realizadas en pista para poder observar el comportamiento y tener el tiempo suficiente para hacer las reparaciones necesarias antes de cualquier competencia.

C. Diseño final, Air Droopy 2

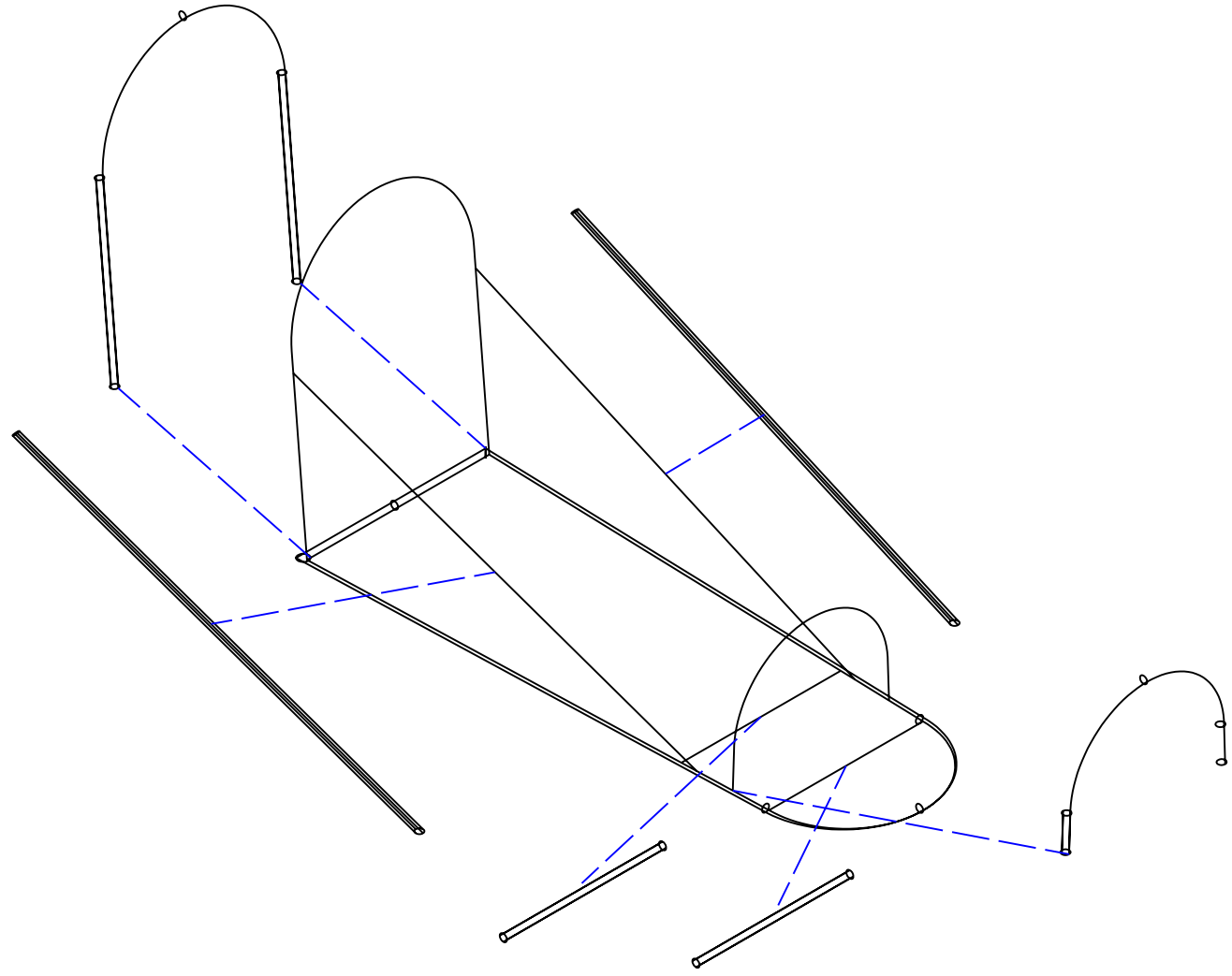
Los títulos se acompañan del número de plano en el que se encuentra la información y el plano en cuestión.

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. Medidas generales | PLANO NO. 1 |
| 2. Chasis | PLANO NO. 2 |
| 3. Medidas del chasis | PLANO NO. 3 |
| 4. Sistema de dirección I | PLANO NO. 4 |
| 5. Sistema de dirección II | PLANO NO. 5 |
| 6. Suspensión delantera I | PLANO NO. 6 |
| 7. Suspensión delantera II | PLANO NO. 7 |
| 8. Suspensión trasera | PLANO NO. 8 |
| 9. Sistema de propulsión | PLANO NO. 9 |

A continuación se presentan los planos con sus respectivas anotaciones y explicaciones.

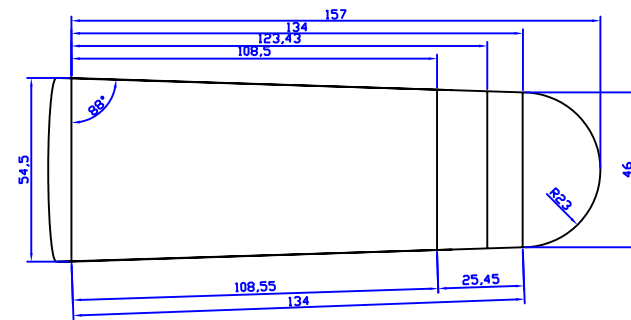
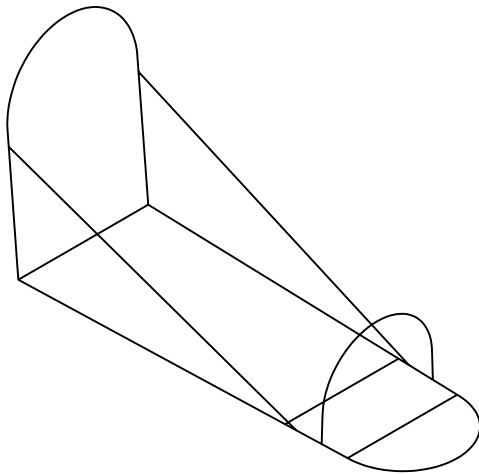
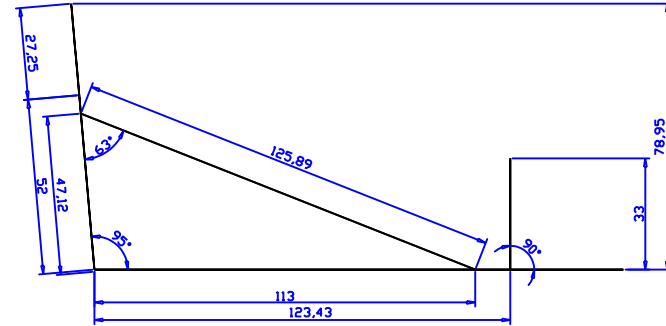
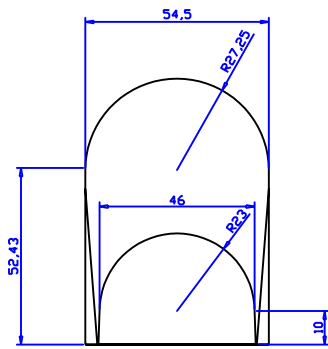


3.14	1 de 14	Dimensiones Finales			Plano: ADF-001	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	D2 ARCHIVO	27/03/2001 FECHA	Scale SCALE	
				AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL		
				CEAS-ADF-001	1 EDICIÓN	1 HOJA

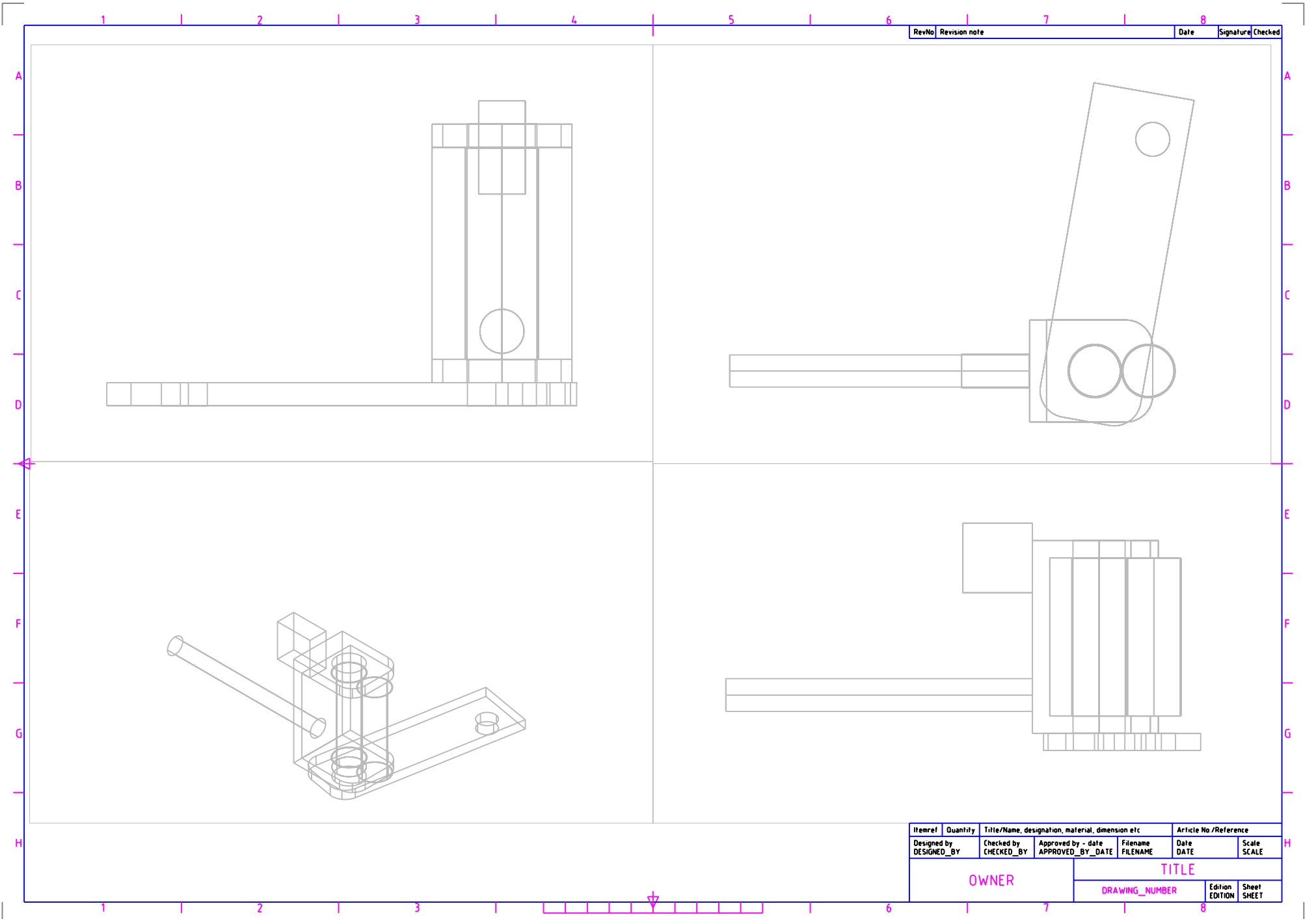


Representación explotada del chasis en sus partes individuales que lo componen. Cada pieza está hecha en tubo de 1.905 cm (3/4") de diametro. Las piezas estan soldadas formando un chasis sólido y resistente. El trabajo fue elaborado por personal calificado en soldadura para estructuras metálicas. El tubo es de chapa de acero calibre 16.

3 15	2 de 14	Chasis	Plano: ADF-003	
Carlos Alejos DISEÑADO	Carlos Alejos REVISADO	Approved by - date FECHA_APROVADO	Chasis ARCHIVO	16/05/01 FECHA
			16.67 SCALE	
			AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL	
			CEAS-ADF-003	1ra EDITION
			2	SHEET

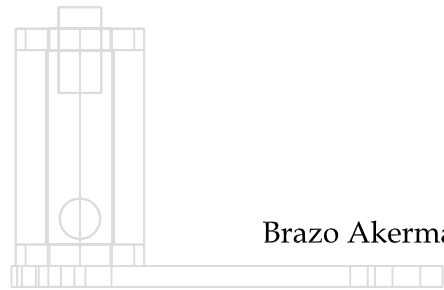


31	2 de 14	Dimensiones del Chasis			Plano: ADF-002	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Approved by - date FECHA_APROVACIÓN	Chasis ARCHIVO	16/05/01 FECHA	110 ESCALA	
				AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL		
				CEAS_ADF_002	1 EDICIÓN	1 HOJA

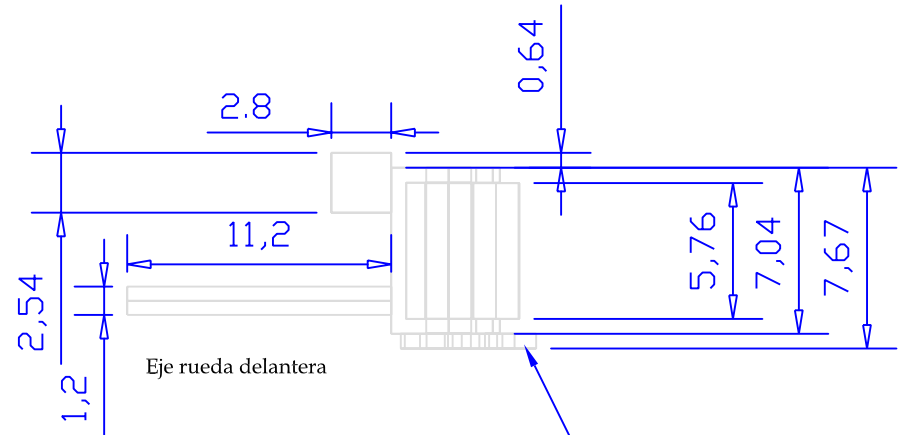


RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No /Reference	
DESIGNED_BY	CHECKED_BY	APPROVED_BY	DATE	FILENAME	DATE	SCALE
OWNER				TITLE		
				DRAWING_NUMBER	EDITION	SHEET SHEET

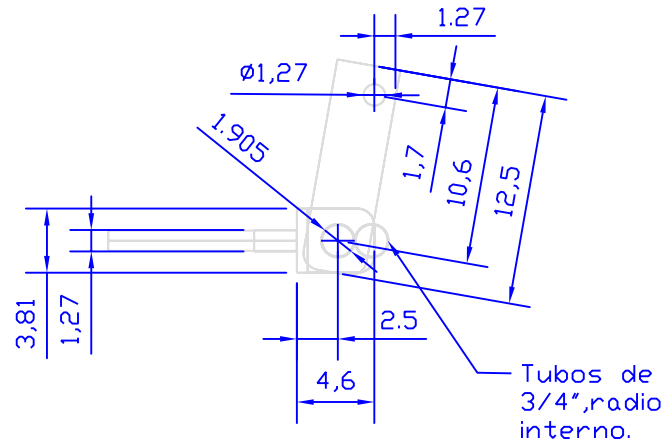
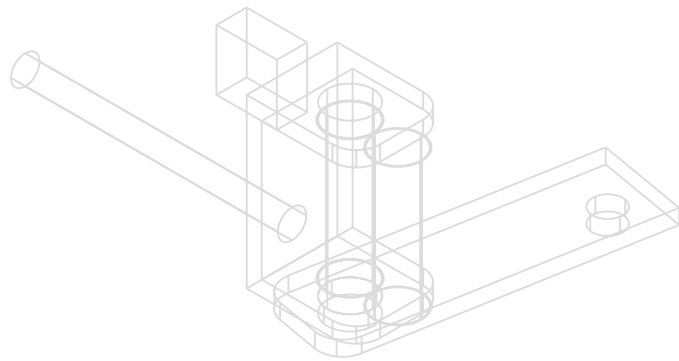


Brazo Akerman



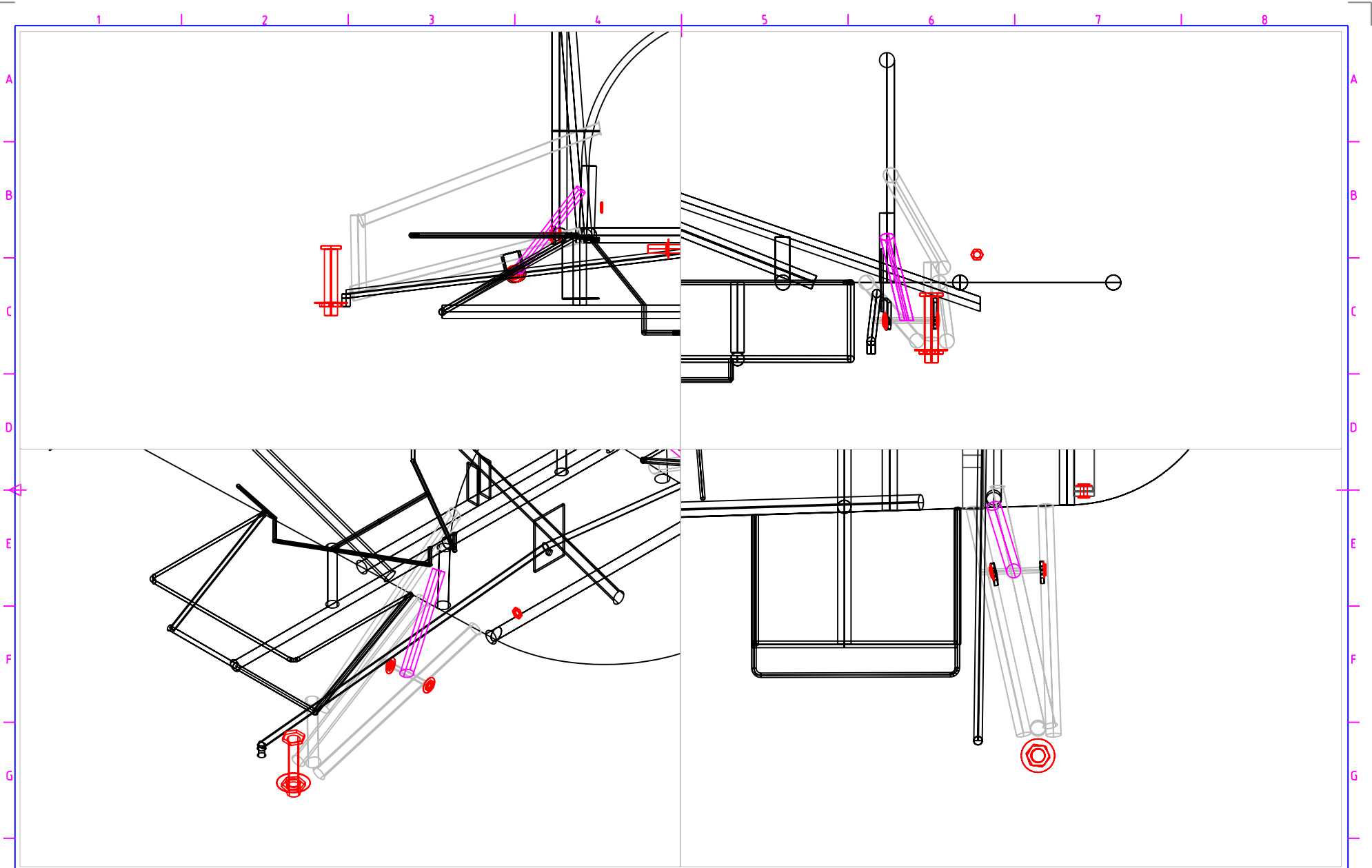
Eje rueda delantera

Usar plancha de hierro de 1.5" por .25"



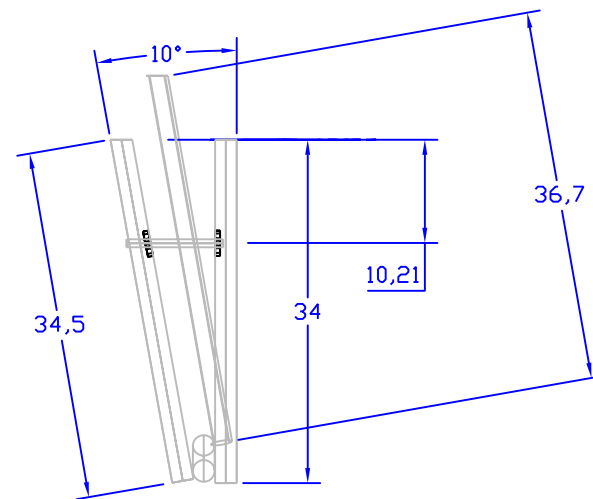
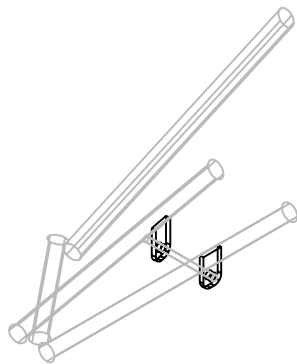
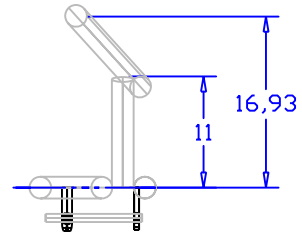
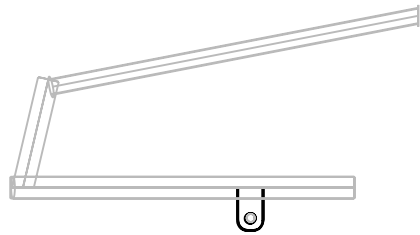
Tubos de 3/4", radio interno.

3 #	8 de #	Brazo Akerman		Plano: ADF-00#	
Carlos Alejos DISEÑADOR	REVISADO	Approved by - date FECHA_APROVACIÓN	Dirección ARCHIVO	22 de mayo 2001 FECHA	N/A ESCALA
				ARI_DROOPY_DISEÑO_FINAL	
				CEAS-ADF-00#	1 EDITION 1 SHEET



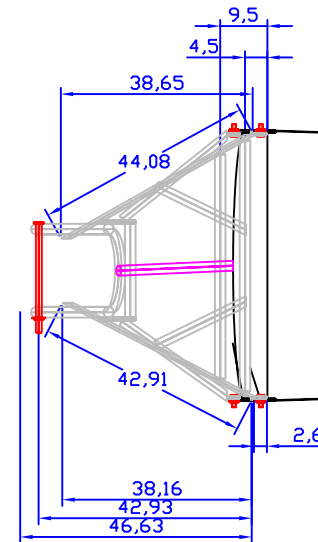
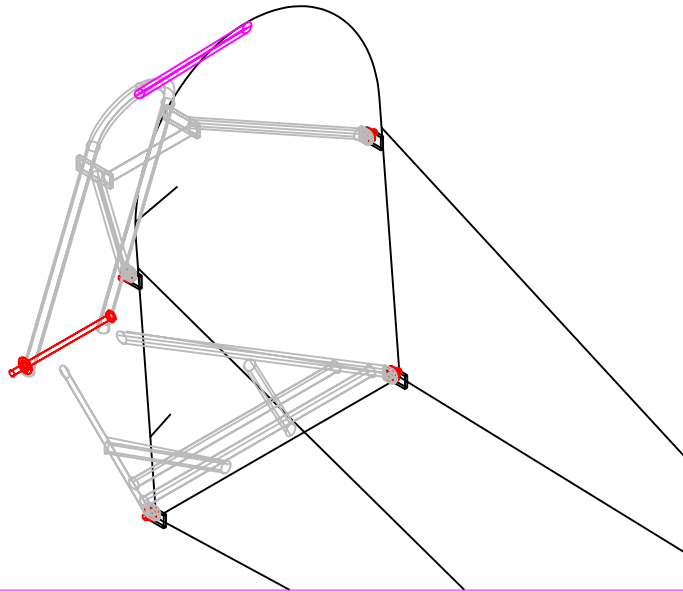
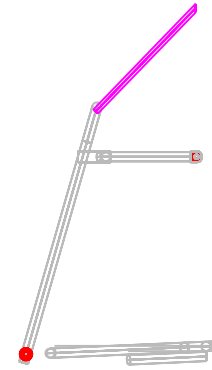
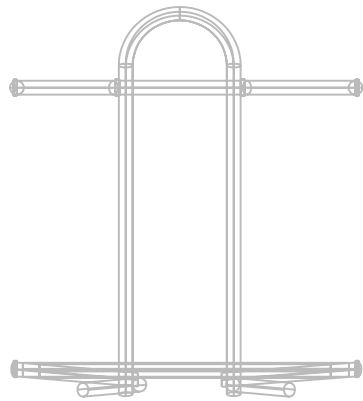
Se muestra la colocación de las muleta delantera con respecto al chasis del carro, de igual manera se presenta el amortiguador (de color magenta). La unión de la muleta con el chasis está articulada de manera que esta pueda moverse en dirección vertical.

3 #	5 de #	Suspensión Delantera		Plano ADF-00#	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Approved by - date FECHA_APROVACIÓN	D2 ARCHIVO	22 de mayo 2001 FECHA	1:3.33 ESCALA
AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL				1	1
CEAS-ADF-00#				EDICIÓN	HOJA

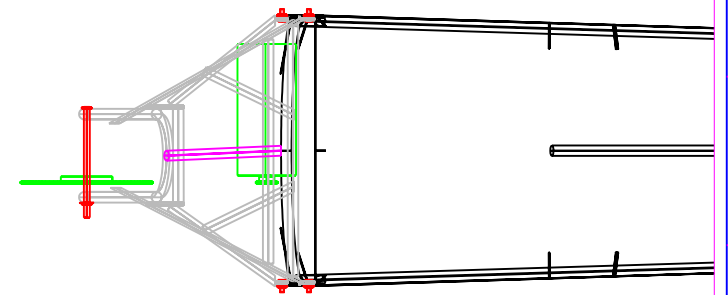
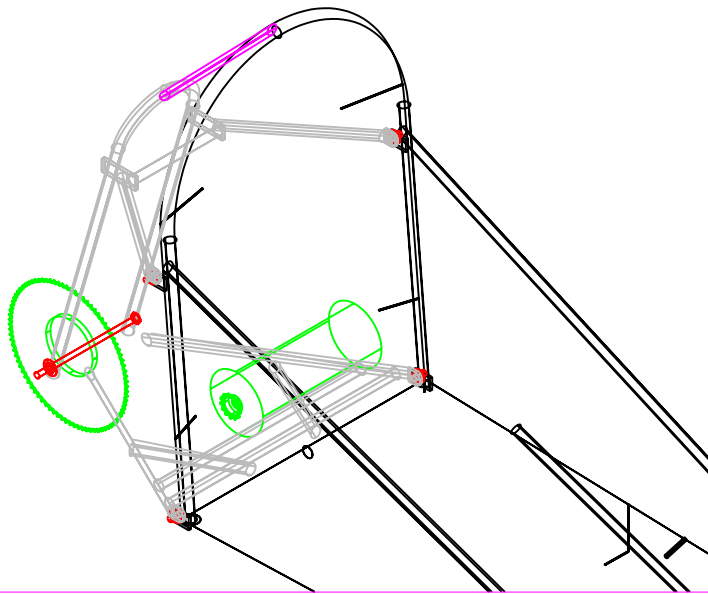
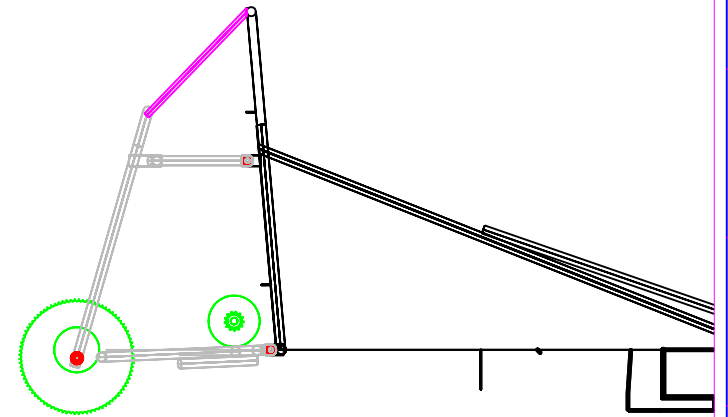
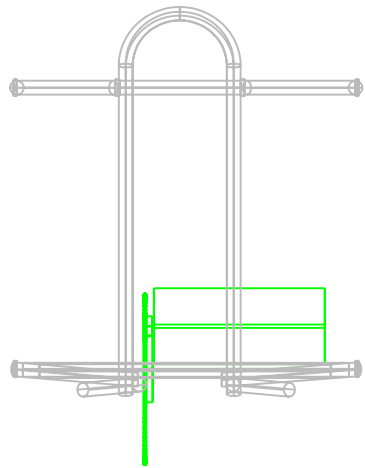


En este plano no se muestra la pieza que sujeta la rueda y sobre la que se hace girar. Esta se muestra en el plano siguiente, sin medidas. Las medidas de esta pieza, está mostrado en el plano del brazo Akermann.

36	6 de 14	Medidas de la Muleta			Plano: ADF-006	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	22 de mayo 2001 FECHA_APROVACIÓN	Muleta ARCHIVO	22/05/01 FECHA	1333 ESCALA	
				AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL		
				CEAS_ADF-006	1 EDITION	1 SHEET



3.14	1 de 14	Dimensiones Finales			Plano: ADF-001	
Carlos Alejos	Carlos Alejos	Marzo del 2001	D2	27/03/2001	Scale	H
DISEÑADOR	REVISADO	FECHA_APROVACIÓN	ARCHIVO	FECHA	SCALE	
					AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL	
					CEAS-ADF-001	1 EDICIÓN 1 HOJA



3.14	1 de 14	Dimensiones Finales			Plano: ADF-001	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Marzo del 2001 FECHA_APROVACIÓN	D2 ARCHIVO	27/03/2001 FECHA	Scale	SCALE
				AIR_DROOPY_DISEÑO_FINAL		
				CEAS-ADF-001	1 EDICIÓN	1 HOJA

IV. CONSTRUCCIÓN DEL AIR DROOPY 2 (DISEÑO FINAL)

A. Chasis

1. Descripción. El chasis está construido con tubo de acero (hierro dulce) de 1.905 centímetros ($\frac{3}{4}$ de pulgada) de diámetro exterior, calibre 20 (2mm). Estas dimensiones son mayores que las mínimas aceptadas en el reglamento de Electratón, en el que se indica que el calibre de la pared de un tubo similar al usado, de $\frac{3}{4}$ de pulgada; es de 1.62 milímetros. Todas las uniones soldadas con soldadura eléctrica por personal altamente calificado. Para hacer las partes curvas se utiliza una dobladora hidráulica manual.

2. Modificaciones. Al chasis no se le realizaron modificaciones durante el transcurso del campeonato. La forma y dimensiones interiores del primer diseño se mantuvieron en el diseño final, la única variante fue el tipo de tubo usado.

3. Recomendaciones. El chasis es la base del vehículo, si éste no presenta las características estructurales necesarias para soportar los esfuerzos que causa el manejo, éste fallará. Todas las piezas usan como base principal al chasis, si éste llega a fallar mecánicamente, el vehículo será inservible. No sólo la funcionalidad se deriva del chasis, la seguridad del piloto también descansa en este importante elemento. El reglamento de Electratón sostiene que el chasis debe proteger al piloto de choques frontales, laterales, traseros y que debe contar con una barra antivuelco.

Para un buen desempeño, es necesario que el chasis cumpla con lo establecido en el reglamento en lo que respecta a seguridad. Por otro lado debe ser lo suficientemente rígido para soportar los esfuerzos pero a la vez ser ligero. Esta meta se logra con el uso de buenos materiales y un buen diseño.

B. Sistema de dirección

1. Descripción. El sistema de dirección es del tipo palanca de transmisión, en el que al girar el timón este hace girar el eje. Al final del eje se coloca una placa, de manera que esta rote como una misma pieza. A la placa se conectan las varillas de dirección y estas al brazo Ackerman el que hace virar la llanta. Para disminuir la fuerza necesaria para

cambiar de dirección se colocan las varillas más lejos del eje aunque esto causa un aumento en el radio mínimo de giro del vehículo.

Tres ángulos en la geometría del sistema de dirección son de mucha trascendencia, estos son: ángulo de caída, giro (caída) y ángulo de avance (Ver capítulo II.3).

2. Modificaciones. En un automóvil convencional los ángulos anteriormente mencionados son ajustables, debido a la dificultad que esto representa en un vehículo Electrón Experimental estos son fijos. Se realizaron diversas pruebas para comprobar cuáles eran los ángulos que resultaban en las menores pérdidas. Las pruebas consisten en halar el auto con un dinamómetro. Se realizaba un cambio de uno de los ángulos a la vez, hasta hallar experimentalmente el más eficiente. Después de esta prueba no se realizaron cambios durante el transcurso del campeonato.

3. Recomendaciones. El sistema de dirección es un elemento complicado de construir debido a que la geometría del movimiento es compleja. Por ello es recomendable hacer las piezas lo más sencillas y resistentes que sea posible.

C. Suspensión delantera

1. Descripción. La suspensión del Air Droopy 1 presenta sencillez y una estructura rígida. Constituida de una hoja de resorte de 5.08 centímetros (2 pulgadas) de ancho y 0.635 centímetros (1/4 de pulgada) de espesor. Su construcción y aplicación no presenta problema alguno pero su desempeño sí. El Air Droopy 2 usa un sistema de doble muleta con largos diferentes, similar a la usada en los automóviles convencionales. Su construcción es trabajosa y necesita de precisión para lograr la geometría del movimiento deseada. Ambas muletas están construidas con el mismo tubo usado para el chasis. El amortiguador y resorte se colocaron desde la barra antivuelco frontal al centro de la muleta. Esta es una sola pieza, un amortiguador de motocicleta para facilitar su aplicación.

2. Modificaciones. Durante todo el campeonato se realizó un único cambio en el sistema de suspensión delantera que se llevó a cabo cuando se construyó el Air Droopy 2. La descripción de ambos sistemas y la razón de su cambio ya fueron discutidos con anterioridad.

3. Recomendaciones. El sistema de suspensión delantera tiene estrecha relación con el sistema de dirección puesto que están acoplados. Ambos elementos deben construirse por separado con la mayor exactitud posible y luego deberán ser probados en conjunto para comprobar su buen funcionamiento.

D. Suspensión trasera

1. Descripción. La suspensión trasera sigue el mismo principio que la delantera. Está formada por dos muletas con diferente radio de giro. La única diferencia está en la orientación del eje de la rueda. En el caso de las ruedas delanteras, el eje es paralelo con la muleta mientras que el eje trasero es perpendicular. La exactitud no es un factor trascendental en este sistema. La geometría del movimiento de la rueda se limita a un movimiento vertical. Al igual que en la suspensión delantera, se usó un amortiguador de motocicleta colocado desde la barra antivuelto posterior hasta el brazo superior de la muleta.

2. Modificaciones. No se realizaron modificaciones al sistema usado y fue el mismo para los dos vehículos. Se hizo un refuerzo a la muleta inferior en los dos carros. Este refuerzo permite evitar la torsión provocada cuando se recorría un trayecto curvilíneo.

3. Recomendaciones. En vuelta las muletas traseras deben soportar esfuerzos de torsión y su deformación plástica debe minimizarse para que no se presenten problemas con el sistema de transmisión, específicamente con la cadena. Si la deformación no se controla, la cadena pierde alineación entre la rueda dentada y el piñón causando que la cadena se caiga.

E. Sistema de transmisión

1. Descripción. El sistema de transmisión consta de un motor eléctrico de 36VDC (voltios, corriente directa) y 1.5hp (caballos), un piñón, cadena de 35mm (milímetros) y una rueda dentada conectada a la rueda trasera por medio de un retropedal. El motor está colocado y fijado sobre la muleta trasera de abajo y tiene un ajuste para la alineación de la cadena. La rueda dentada está montada directamente sobre el aro de la llanta. El ajuste de alineación se hace moviendo la posición del eje sobre la muleta. No se hicieron cambios, por ello no se presenta el tema de modificaciones.

2. Recomendaciones. La alineación del piñón con la rueda dentada es un factor determinante para reducir las pérdidas por fricción y evitar que la cadena pierda su curso. Debe tomarse en cuenta la recomendación para el sistema de suspensión trasera, una deformación por torsión puede causar el mismo efecto, aumento en las pérdidas y el desprendimiento de la cadena.

F. Sistema eléctrico

1. Descripción. La fuente de energía proviene de tres baterías (acumuladores) de automóvil de 60Ah (amperios hora) y la electricidad es conducida al controlador y luego al motor a través de alambre calibre 0. El controlador es accionado por un reóstato colocado como pedal de acelerador. Por regla, se coloca un fusible en la salida del banco de baterías, las que se encuentran conectadas en serie y es seguido por un interruptor del tipo de cuchilla que funciona como interruptor principal. El cableado se encuentra siguiendo el contorno de los tubos del chasis el cual se encuentra totalmente aislado. El reglamento de Electricidad no permite una pérdida mayor a 12VDC (voltios, corriente directa) en el chasis por seguridad al piloto.

2. Recomendaciones. Se debe observar y eliminar cualquier posición en donde se pueda dar un cortocircuito o una pérdida de voltaje. Cualquier tipo de pérdida resultará en un exceso en el consumo de energía y reducirá el tiempo de operación de las baterías. Los conductores transportan una corriente de hasta 120A (amperios) y 36VDC (voltios, corriente directa) alrededor del piloto. Es obligación proteger al piloto de cualquier tipo de contacto con dicha corriente, la cual podría causar serias lesiones y hasta la muerte. El banco de baterías tiene suficiente potencia como para fundir hierro.

G. Frenos

1. Descripción. Los frenos usados en el vehículo son de tipo tambor y zapata. Se usan dos frenos, uno en cada una de las ruedas delanteras. La construcción del sistema de frenos se limitó a colocar el eje sobre el cual gira la rueda y un tope. Esto se debe a que los aros usados en las ruedas ya incluían el tambor y las zapatas.

Los frenos son mecánicos y son accionados por un cable, el que fue dispuesto al movimiento del pedal de freno para su funcionamiento. El cable del freno de cada llanta se lleva a un dispositivo, que por medio de palanca, iguala las fuerzas de frenado.

2. Recomendaciones. Los frenos mecánicos deben tener un ajuste de modo que se pueda controlar e igualar la fuerza de frenado en ambas ruedas del carro para evitar así la pérdida de control.

H. Instrumentación

1. Descripción. Al Air Droopy 2 se le incorporaron varios instrumentos de medición para tener un mejor control sobre las variables que afectan el desempeño del vehículo. Los instrumentos requeridos mínimos son: un voltímetro para el control del voltaje del banco de baterías y un amperímetro para la observación de la corriente que consume el motor. Se adicionaron un termómetro que mide la temperatura de la carcasa del motor y un velocímetro que incluye un cronómetro. El voltímetro, velocímetro y termómetro están montados sobre la barra antivuelcos frontal a la vista del piloto, similar al tablero de un carro convencional. El amperímetro se encuentra a la derecha, visible con sólo voltear la mirada unos cinco grados.

El cableado de cada instrumento se lleva sobre los tubos del chasis y cuentan con sus propias fuentes de potencia, llamadas baterías auxiliares en el reglamento.

2. Recomendaciones. El piloto debe tener la mayor información posible del estado del vehículo; baterías, motor, tiempo corrido de la competencia, etc., de manera que pueda reaccionar de la mejor manera posible frente a cualquier situación durante la competencia.

V. PRUEBAS DE DESEMPEÑO

A. Descripción de las pruebas

Las pruebas consisten en la simulación de una competencia. Se corre el carro durante una hora en un curso establecido y se toman datos de tiempo por circunvalación, voltaje del banco de baterías, y en algunos casos la temperatura del motor y el amperaje promedio. Estas mediciones se hacen con la intención de lograr encontrar el punto óptimo para la conducción del vehículo en un campeonato. En cada prueba se anota el tamaño del piñón a utilizar, el tamaño de la pista, ciertas características de la misma y el voltaje inicial.

En cada prueba se trata de cambiar únicamente una variable y mantener el resto constantes. Las variables que se consideran son:

- Tamaño del piñón.
- Amperaje.
- Voltaje.
- Tiempo.
- Tipo de conducción.
- Velocidad del motor.
- Temperatura del motor.

En las primeras pruebas no se logra alcanzar una hora de práctica, por lo que no se tomaron los datos en cuenta. Salió a la vista la importancia de la velocidad del motor para que este no sufra sobrecalentamiento, el cual a su vez crea una mayor resistencia a la conducción de la corriente eléctrica. Una vez establecida la velocidad de rotación del motor se controló el sobrecalentamiento y se obtuvo una temperatura casi constante.

Se presenta a continuación una hoja de datos de pruebas.

Tabla 1
Prueba Air Droopy

No. de Vuelta	Tiempo	Voltaje/Temp.	No. de vuelta	Tiempo	Voltaje/Temp.	No. de vuelta	Tiempo	Voltaje/Temp.
0			40			79		
1			41			80		
2			42			81		
3			43			82		
4			44			83		
5			45			84		
6			46			85		
7			47			86		
8			48			87		
9			49			88		
10			50			89		
11			51			90		
12			52			91		
13			53			92		
14			54			93		
15			55			94		
16			56			95		
17			57			96		
18			58			97		
19			59			98		
20			60			99		
21			61			100		
22			62			101		
23			63			102		
24			64			103		
25			65			104		
26			66			105		
27			67			106		
28			68			107		
29			69			108		
30			70			109		
31			71			110		
32			72			111		
33			73			112		
34			74			113		
35			75			114		
36			76			115		
37			77			116		
38			78			117		
39			79			118		

Estas hojas se llenan durante la prueba, anotando los datos en el registro. Estos datos son ingresados a una hoja electrónica para hacer ciertos cálculos como el tiempo y velocidad por circunvalación, velocidad promedio, etc. Se presentará la hoja de cálculos en el tema de resultados de las pruebas con sus respectivas gráficas.

B. Resultados de las pruebas

Se realizaron diversas pruebas de conducción en las cuales el resultado fue erróneo, por lo que no se tomó en cuenta en este análisis. En una prueba se incurrió en un accidente el que causó que no se terminara de correr la hora estipulada. En este trabajo se presentarán las nueve pruebas más representativas y con mayor peso. De las pruebas no documentadas se dará una guía informativa para su conocimiento.

1. Tablas y gráficas. Las primeras tres pruebas se realizaron en la colonia Premier Campestre Carretera a El Salvador. De estas se hizo un análisis separado al resto de las otras cuatro. Los datos que se presentan y las gráficas son los usados para la toma de decisiones durante el resto del campeonato.

La primera prueba se realizó en una colonia localizada en la Carretera a El Salvador. La forma del recorrido es rectangular, con dos pendientes y bajadas moderadas. La distancia recorrida por circunvalación es de 300 metros. Para la prueba se utilizó el piñón de 14 dientes.

Tabla 2 Resultados prueba No.1, Air Droopy

Tiempos						
Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	39.7	74.8	0	0.00
1.02	62	62	37.0	0.0	0	28.03
1.59	119	57	0.0	75.2	0	30.49
2.53	173	54	0.0	0.0	45	32.19
3.48	228	55	37.0	0.0	0	31.60
4.42	282	54	0.0	75.6	0	32.19
5.37	337	55	0.0	0.0	30	31.60
6.35	395	58	36.5	0.0	0	29.97
7.34	454	59	0.0	77.0	0	29.46
8.32	512	58	0.0	0.0	40	29.97
9.3	570	58	36.5	0.0	0	29.97
10.3	630	60	0.0	78.8	0	28.97
11.31	691	61	0.0	0.0	35	28.49
12.4	760	69	36.4	0.0	0	25.19
13.4	820	60	0.0	0.0	0	28.97

Continuación Tabla 2

Tiempos Min, seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
14.43	883	63	0.0	81.1	0	27.59
15.42	942	59	0.0	0.0	35	29.46
16.42	1002	60	0.0	0.0	0	28.97
17.45	1065	63	0.0	82.4	0	27.59
18.51	1131	66	0.0	0.0	30	26.33
19.54	1194	63	36.4	0.0	0	27.59
20.49	1249	55	0.0	83.8	0	31.60
21.46	1306	57	0.0	0.0	40	30.49
22.5	1370	64	36.2	0.0	0	27.16
23.52	1432	62	0.0	85.0	0	28.03
24.54	1494	62	36.2	0.0	0	28.03
26	1560	66	0.0	85.5	0	26.33
27.01	1621	61	0.0	0.0	30	28.49
28.03	1683	62	36.1	0.0	0	28.03
29.06	1746	63	0.0	86.4	0	27.59
30.1	1810	64	0.0	0.0	30	27.16
31.15	1875	65	35.9	0.0	0	26.74
32.2	1940	65	0.0	87.0	0	26.74
33.15	1995	55	0.0	0.0	35	31.60
34.16	2056	61	35.9	0.0	0	28.49
35.2	2120	64	0.0	87.1	0	27.16
36.35	2195	75	0.0	0.0	30	23.17
37.37	2257	62	35.8	0.0	0	28.03
38.44	2324	67	0.0	88.2	0	25.94
39.45	2385	61	0.0	0.0	35	28.49
40.49	2449	64	35.8	0.0	0	27.16
41.49	2509	60	0.0	89.1	0	28.97
42.53	2573	64	0.0	0.0	30	27.16
44	2640	67	35.7	0.0	0	25.94
45.02	2702	62	0.0	90.0	0	28.03
46.03	2763	61	0.0	0.0	35	28.49
47.04	2824	61	35.7	0.0	0	28.49
48.07	2887	63	0.0	89.9	0	27.59
49.11	2951	64	0.0	0.0	35	27.16
50.13	3013	62	35.7	0.0	0	28.03
51.16	3076	63	0.0	90.3	0	27.59
52.2	3140	64	0.0	0.0	30	27.16
53.22	3202	62	35.6	0.0	0	28.03
54.24	3264	62	0.0	91.8	0	28.03
55.29	3329	65	0.0	0.0	30	26.74
56.28	3388	59	35.5	0.0	0	29.46
57.31	3451	63	0.0	93.2	0	27.59
58.36	3516	65	0.0	0.0	0	26.74
59.38	3578	62	0.0	0.0	30	28.03
60.28	3628	50	0.0	0.0	45	34.76
61.21	3681	53	35.0	0.0	0	32.79

Continuación tabla 2

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.	
62.13	3733	52	0.0	93.0	0	33.42	
63.06	3786	53	0.0	0.0	45	32.79	
64	3840	54	34.0	0.0	0	32.19	
64.56	3896	56	0.0	92.7	0	31.04	
Suma					695	28.71	Promedio
Promedio					34.75		

La segunda prueba se realizó en las mismas condiciones que la anterior, ligar de prueba, recorrido, etc. Se hizo una variación en el tamaño de piñón, usando para esta prueba uno de 16 dientes. La comparación con la prueba anterior nos da una base de datos experimental para escoger el tamaño del piñón adecuado para las competencias.

Tabla 3 Resultados prueba No. 2, Air Droopy

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	39.7	73.2	0	
1.16	76	76	0.0	73.2	0	22.869625
2.18	138	62	36.0	0.0	0	28.033734
3.26	206	68	0.0	74.6	45	25.560169
4.33	273	67	0.0	0.0	0	25.941664
5.44	344	71	0.0	0.0	0	24.480162
6.52	412	68	0.0	0.0	30	25.560169
7.54	474	62	36.5	0.0	0	28.033734
8.58	538	64	0.0	77.7	0	27.15768
10.02	602	64	36.6	0.0	40	27.15768
11.08	668	66	0.0	0.0	0	26.33472
12.18	738	70	0.0	0.0	0	24.829879
13.32	812	74	36.6	0.0	35	23.487723
14.42	882	70	0.0	82.4	0	24.829879
15.48	948	66	36.8	0.0	0	26.33472
16.55	1015	67	36.4	0.0	0	25.941664
18	1080	65	0.0	84.2	35	26.73987
19.06	1146	66	36.0	0.0	0	26.33472
20.11	1211	65	0.0	85.3	0	26.73987
21.16	1276	65	0.0	0.0	30	26.73987
22.21	1341	65	35.8	0.0	0	26.73987
23.27	1407	66	0.0	87.1	0	26.33472
24.28	1468	61	35.9	0.0	40	28.493304
25.32	1532	64	0.0	88.0	0	27.15768
26.35	1595	63	35.5	0.0	0	27.588754
27.36	1656	61	0.0	89.8	0	28.493304

Continuación Tabla 3

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
28.36	1716	60	35.5	0.0	0	28.968192
29.38	1778	62	0.0	90.4	30	28.033734
30.42	1842	64	0.0	0.0	0	27.15768
31.44	1904	62	35.0	0.0	0	28.033734
32.46	1966	62	0.0	0.0	30	28.033734
33.5	2030	64	34.9	0.0	0	27.15768
34.54	2094	64	0.0	94.5	0	27.15768
36.05	2165	71	0.0	0.0	35	24.480162
37.1	2230	65	34.9	0.0	0	26.73987
38.17	2297	67	0.0	98.2	0	25.941664
39.2	2360	63	35.0	0.0	30	27.588754
40.32	2432	72	0.0	99.7	0	24.14016
41.38	2498	66	35.0	0.0	0	26.33472
42.42	2562	64	0.0	0.0	35	27.15768
43.46	2626	64	34.4	0.0	0	27.15768
44.53	2693	67	0.0	0.0	0	25.941664
45.58	2758	65	34.5	0.0	30	26.73987
47.04	2824	66	0.0	101.5	0	26.33472
48.07	2887	63	0.0	0.0	0	27.588754
49.06	2946	59	34.4	0.0	35	29.459178
50.12	3012	66	0.0	0.0	0	26.33472
51.13	3073	61	0.0	101.7	0	28.493304
52.12	3132	59	33.8	0.0	35	29.459178
53.11	3191	59	0.0	101.5	0	29.459178
54.1	3250	59	0.0	0.0	0	29.459178
55.08	3308	58	0.0	0.0	30	29.967095
56.06	3366	58	0.0	0.0	0	29.967095
57.02	3422	56	34.0	0.0	0	31.037349
58	3480	58	0.0	0.0	30	29.967095
59	3540	60	0.0	0.0	0	28.968192
60	3600	60	33.0	0.0	0	28.968192
61.06	3666	66	0.0	0.0	0	26.33472
62.1	3730	64	0.0	0.0	30	27.15768

Suma **605** **27.13164** Promedio
Promedio **30.25**

La tercer prueba se realizó en la misma locación con un piñón de 14 dientes.

Tabla 4 Resultados prueba No. 3, Air Droopy

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	39.7	74.8	0	0.00
1.02	62	62	37.0	0.0	0	28.03
1.59	119	57	0.0	75.2	0	30.49
2.53	173	54	0.0	0.0	45	32.19
3.48	228	55	37.0	0.0	0	31.60
4.42	282	54	0.0	75.6	0	32.19
5.37	337	55	0.0	0.0	30	31.60
6.35	395	58	36.5	0.0	0	29.97
7.34	454	59	0.0	77.0	0	29.46
8.32	512	58	0.0	0.0	40	29.97
9.3	570	58	36.5	0.0	0	29.97
10.3	630	60	0.0	78.8	0	28.97
11.31	691	61	0.0	0.0	35	28.49
12.4	760	69	36.4	0.0	0	25.19
13.4	820	60	0.0	0.0	0	28.97
14.43	883	63	0.0	81.1	0	27.59
15.42	942	59	0.0	0.0	35	29.46
16.42	1002	60	0.0	0.0	0	28.97
17.45	1065	63	0.0	82.4	0	27.59
18.51	1131	66	0.0	0.0	30	26.33
19.54	1194	63	36.4	0.0	0	27.59
20.49	1249	55	0.0	83.8	0	31.60
21.46	1306	57	0.0	0.0	40	30.49
22.5	1370	64	36.2	0.0	0	27.16
23.52	1432	62	0.0	85.0	0	28.03
24.54	1494	62	36.2	0.0	0	28.03
26	1560	66	0.0	85.5	0	26.33
27.01	1621	61	0.0	0.0	30	28.49
28.03	1683	62	36.1	0.0	0	28.03
29.06	1746	63	0.0	86.4	0	27.59
30.1	1810	64	0.0	0.0	30	27.16
31.15	1875	65	35.9	0.0	0	26.74
32.2	1940	65	0.0	87.0	0	26.74
33.15	1995	55	0.0	0.0	35	31.60
34.16	2056	61	35.9	0.0	0	28.49
35.2	2120	64	0.0	87.1	0	27.16
36.35	2195	75	0.0	0.0	30	23.17
37.37	2257	62	35.8	0.0	0	28.03
38.44	2324	67	0.0	88.2	0	25.94
39.45	2385	61	0.0	0.0	35	28.49
40.49	2449	64	35.8	0.0	0	27.16
41.49	2509	60	0.0	89.1	0	28.97
42.53	2573	64	0.0	0.0	30	27.16

Continuación Tabla 4

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.	
44	2640	67	35.7	0.0	0	25.94	
45.02	2702	62	0.0	90.0	0	28.03	
46.03	2763	61	0.0	0.0	35	28.49	
47.04	2824	61	35.7	0.0	0	28.49	
48.07	2887	63	0.0	89.9	0	27.59	
49.11	2951	64	0.0	0.0	35	27.16	
50.13	3013	62	35.7	0.0	0	28.03	
51.16	3076	63	0.0	90.3	0	27.59	
52.2	3140	64	0.0	0.0	30	27.16	
53.22	3202	62	35.6	0.0	0	28.03	
54.24	3264	62	0.0	91.8	0	28.03	
55.29	3329	65	0.0	0.0	30	26.74	
56.28	3388	59	35.5	0.0	0	29.46	
57.31	3451	63	0.0	93.2	0	27.59	
58.36	3516	65	0.0	0.0	0	26.74	
59.38	3578	62	0.0	0.0	30	28.03	
60.28	3628	50	0.0	0.0	45	34.76	
61.21	3681	53	35.0	0.0	0	32.79	
62.13	3733	52	0.0	93.0	0	33.42	
63.06	3786	53	0.0	0.0	45	32.79	
64	3840	54	34.0	0.0	0	32.19	
64.56	3896	56	0.0	92.7	0	31.04	
				Suma	695	28.71	Promedio
				Promedio	34.75		

Las siguientes seis pruebas se realizaron en el sótano de Plaza Cemaco con un largo por circunvalación de 350 metros. La forma de la pista es rectangular y totalmente plana. En esta pista se cuenta con una total restricción de entrada de vehículos y peatones. Antes de presentar cada tabla de datos se indicará cuáles fueron los puntos a considerar en cada prueba realizada.

En la cuarta prueba se utilizó un piñón de 16 dientes y se inició la prueba con un voltaje inicial de 39 voltios. En esta prueba no se pudo completar la hora de carrera y se puede observar la caída de voltaje así como el punto muerto de las baterías.

Tabla 5 Resultados prueba No. 4, Air Droopy

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
4.11	0	0	39	* * *	0	0.00
4.5	290	290	0.0	* * *	0	4.34
5.31	331	41	0.0	* * *	0	30.73
6.13	373	42	37.0	* * *	0	30.00
6.5	410	37	0.0	* * *	0	34.05
7.31	451	41	0.0	* * *	0	30.73
8.05	485	34	0.0	* * *	0	37.06
8.5	530	45	36.9	* * *	0	28.00
9.32	572	42	0.0	* * *	0	30.00
10.14	614	42	0.0	* * *	0	30.00
10.56	656	42	0.0	* * *	0	30.00
11.36	696	40	0.0	* * *	0	31.50
12.16	736	40	0.0	* * *	0	31.50
12.55	775	39	36.6	* * *	0	32.31
13.35	815	40	0.0	* * *	0	31.50
14.16	856	41	0.0	* * *	0	30.73
14.57	897	41	36.3	* * *	0	30.73
15.39	939	42	0.0	* * *	0	30.00
16.19	979	40	0.0	* * *	0	31.50
17.02	1022	43	35.8	* * *	0	29.30
17.42	1062	40	0.0	* * *	0	31.50
18.22	1102	40	0.0	* * *	0	31.50
19.01	1141	39	35.5	* * *	0	32.31
19.43	1183	42	0.0	* * *	0	30.00
20.22	1222	39	35.2	* * *	0	32.31
21.03	1263	41	0.0	* * *	0	30.73
21.44	1304	41	0.0	* * *	0	30.73
22.25	1345	41	34.5	* * *	0	30.73
23.05	1385	40	0.0	* * *	0	31.50
23.46	1426	41	34.4	* * *	0	30.73
24.24	1464	38	0.0	* * *	0	33.16
25.04	1504	40	34.0	* * *	0	31.50
25.45	1545	41	0.0	* * *	0	30.73
26.22	1582	37	0.0	* * *	0	34.05
27.01	1621	39	33.8	* * *	0	32.31
27.42	1662	41	0.0	* * *	0	30.73
28.22	1702	40	0.0	* * *	0	31.50
29.03	1743	41	33.2	* * *	0	30.73
29.43	1783	40	0.0	* * *	0	31.50
30.21	1821	38	32.7	* * *	0	33.16
31.02	1862	41	0.0	* * *	0	30.73
31.42	1902	40	32.4	* * *	0	31.50
32.22	1942	40	0.0	* * *	0	31.50
33.02	1982	40	0.0	* * *	0	31.50

Continuación Tabla 5

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
33.43	2023	41	32.0	* * *	0	30.73
34.31	2071	48	0.0	* * *	0	26.25

30.61 Promedio

Se repite la misma prueba que la anterior y se incurre en el mismo problema, las baterías no duran la hora.

Tabla 6 Resultados prueba No. 5, Air Droopy

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	* * *	* * *	60	0.00
0.44	44	44	* * *	* * *	0	28.64
1.24	84	40	* * *	* * *	0	31.50
2.01	121	37	* * *	* * *	0	34.05
2.38	158	37	* * *	* * *	0	34.05
3.18	198	40	* * *	* * *	0	31.50
3.58	238	40	* * *	* * *	0	31.50
4.4	280	42	* * *	* * *	0	30.00
5.2	320	40	* * *	* * *	0	31.50
5.59	359	39	* * *	* * *	0	32.31
6.39	399	40	* * *	* * *	0	31.50
7.19	439	40	* * *	* * *	0	31.50
7.58	478	39	* * *	* * *	0	32.31
8.34	514	36	* * *	* * *	0	35.00
9.2	560	46	* * *	* * *	0	27.39
10.01	601	41	* * *	* * *	0	30.73
10.42	642	41	* * *	* * *	0	30.73
11.23	683	41	* * *	* * *	0	30.73
12.04	724	41	* * *	* * *	0	30.73
12.44	764	40	* * *	* * *	0	31.50
13.24	804	40	* * *	* * *	0	31.50
14.06	846	42	* * *	* * *	0	30.00
14.47	887	41	* * *	* * *	0	30.73
15.27	927	40	* * *	* * *	0	31.50
16.07	967	40	* * *	* * *	0	31.50
16.48	1008	41	* * *	* * *	0	30.73
17.28	1048	40	* * *	* * *	0	31.50
18.07	1087	39	* * *	* * *	0	32.31
18.48	1128	41	* * *	* * *	0	30.73
19.28	1168	40	* * *	* * *	0	31.50
20.08	1208	40	* * *	* * *	0	31.50
20.48	1248	40	* * *	* * *	0	31.50

Continuación Tabla 6

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
21.29	1289	41	* * *	* * *	0	30.73
22.09	1329	40	* * *	* * *	0	31.50
22.5	1370	41	* * *	* * *	0	30.73
23.29	1409	39	* * *	* * *	0	32.31
24.09	1449	40	* * *	* * *	0	31.50
24.5	1490	41	* * *	* * *	0	30.73
25.3	1530	40	* * *	* * *	0	31.50
26.09	1569	39	* * *	* * *	0	32.31
26.48	1608	39	* * *	* * *	0	32.31
27.27	1647	39	* * *	* * *	0	32.31
28.06	1686	39	* * *	* * *	0	32.31
28.45	1725	39	* * *	* * *	0	32.31
29.23	1763	38	* * *	* * *	0	33.16
30.01	1801	38	* * *	* * *	0	33.16
30.42	1842	41	* * *	* * *	0	30.73
31.23	1883	41	* * *	* * *	0	30.73
32.04	1924	41	* * *	* * *	0	30.73
32.45	1965	41	* * *	* * *	0	30.73
33.26	2006	41	* * *	* * *	0	30.73
34.07	2047	41	* * *	* * *	0	30.73
34.48	2088	41	* * *	* * *	0	30.73
35.29	2129	41	* * *	* * *	0	30.73
36.1	2170	41	* * *	* * *	0	30.73
36.52	2212	42	* * *	* * *	0	30.00
37.33	2253	41	* * *	* * *	0	30.73
38.14	2294	41	* * *	* * *	0	30.73
38.56	2336	42	* * *	* * *	0	30.00
39.38	2378	42	* * *	* * *	0	30.00
40.21	2421	43	* * *	* * *	0	29.30
41.02	2462	41	* * *	* * *	0	30.73
41.43	2503	41	* * *	* * *	0	30.73
42.25	2545	42	* * *	* * *	0	30.00
43.07	2587	42	* * *	* * *	0	30.00
43.48	2628	41	* * *	* * *	0	30.73
44.29	2669	41	* * *	* * *	0	30.73
45.11	2711	42	* * *	* * *	0	30.00
45.51	2751	40	* * *	* * *	0	31.50
46.3	2790	39	* * *	* * *	0	32.31
47.1	2830	40	* * *	* * *	0	31.50
47.49	2869	39	* * *	* * *	0	32.31
48.31	2911	42	* * *	* * *	0	30.00
49.14	2954	43	* * *	* * *	0	29.30
50.11	3011	57	* * *	* * *	0	22.11

31.06 Promedio

La sexta prueba fue una falla en una de las baterías del carro. Se incluye esta prueba en el estudio debido a que una batería dañada puede causar un mal desempeño del vehículo. Este tipo de problema debe ser detectado y remediado lo antes posible.

Tabla 7 Resultados prueba No. 6, Air Droopy

Tiempos	Tiempo	dif. tiempo	Temp.	Velocidad
Min., seg.	segundos	segundos	Fahrenheit	Amperios km/hr.
0	0	0	39.4	* * *
0.45	45	45	0.0	* * *
1.24	84	39	0.0	* * *
2.03	123	39	0.0	* * *
2.41	161	38	0.0	* * *
3.22	202	41	0.0	* * *
4.05	245	43	0.0	* * *
4.44	284	39	37.8	* * *
5.26	326	42	0.0	* * *
6.07	367	41	0.0	* * *
6.46	406	39	0.0	* * *
7.26	446	40	0.0	* * *
8.06	486	40	0.0	* * *
8.46	526	40	37.7	* * *
9.25	565	39	0.0	* * *
10.04	604	39	0.0	* * *
10.43	643	39	0.0	* * *
11.22	682	39	0.0	* * *
12.01	721	39	0.0	* * *
12.4	760	39	0.0	* * *
13.19	799	39	0.0	* * *
13.58	838	39	37.4	* * *
14.37	877	39	0.0	* * *
15.16	916	39	0.0	* * *
15.55	955	39	0.0	* * *
16.35	995	40	0.0	* * *
17.15	1035	40	37.3	* * *
17.53	1073	38	0.0	* * *
18.31	1111	38	0.0	* * *
19.1	1150	39	0.0	* * *
19.49	1189	39	0.0	* * *
20.28	1228	39	0.0	* * *
21.06	1266	38	37.0	* * *
21.45	1305	39	0.0	* * *
22.24	1344	39	0.0	* * *
23.03	1383	39	0.0	* * *
23.41	1421	38	0.0	* * *
24.21	1461	40	0.0	* * *
25.01	1501	40	36.9	* * *

Continuación Tabla 7

Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
25.39	1539	38	0.0	* * *	0	33.16
26.18	1578	39	0.0	* * *	0	32.31
26.56	1616	38	0.0	* * *	0	33.16
27.34	1654	38	0.0	* * *	0	33.16
28.14	1694	40	36.0	* * *	0	31.50
28.52	1732	38	0.0	* * *	0	33.16
29.31	1771	39	0.0	* * *	0	32.31
30.1	1810	39	0.0	* * *	0	32.31
30.48	1848	38	0.0	* * *	0	33.16
31.27	1887	39	0.0	* * *	0	32.31
32.05	1925	38	36.5	* * *	0	33.16
32.45	1965	40	0.0	* * *	0	31.50
33.23	2003	38	0.0	* * *	0	33.16
34.02	2042	39	0.0	* * *	0	32.31
34.41	2081	39	36.3	* * *	0	32.31
35.21	2121	40	0.0	* * *	0	31.50
36.01	2161	40	0.0	* * *	0	31.50
36.41	2201	40	0.0	* * *	0	31.50
37.21	2241	40	0.0	* * *	0	31.50
38.02	2282	41	0.0	* * *	0	30.73
38.4	2320	38	0.0	* * *	0	33.16
39.19	2359	39	0.0	* * *	0	32.31
40	2400	41	36.0	* * *	0	30.73
40.41	2441	41	0.0	* * *	0	30.73
41.22	2482	41	0.0	* * *	0	30.73
42.04	2524	42	0.0	* * *	0	30.00
42.55	2575	51	0.0	* * *	0	24.71

31.87 Promedio

Para la séptima prueba se usó el sistema de retro pedal o rueda libre con un piñón de 15 dientes. Se compara esta prueba para observar el efecto de la rueda libre en el manejo.

Tabla 8 Resultados prueba No. 7, Air Droopy

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	0	38.2	* * *	40	0.00
1	0.39	39	39	0.0	* * *	0	32.31
2	1.15	75	36	0.0	* * *	0	35.00
3	1.5	110	35	0.0	* * *	0	36.00
4	2.28	148	38	0.0	* * *	0	33.16
5	3.06	186	38	0.0	* * *	0	33.16
6	3.44	224	38	0.0	* * *	0	33.16

Continuación Tabla 8

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
7	4.24	264	40	37.3	* * *	0	31.50
8	5.03	303	39	0.0	* * *	0	32.31
9	5.43	343	40	0.0	* * *	0	31.50
10	6.22	382	39	0.0	* * *	0	32.31
11	7.02	422	40	0.0	* * *	0	31.50
12	7.44	464	42	37.3	* * *	0	30.00
13	8.25	505	41	0.0	* * *	0	30.73
14	9.05	545	40	0.0	* * *	0	31.50
15	9.46	586	41	0.0	* * *	0	30.73
16	10.28	628	42	0.0	* * *	0	30.00
17	11.1	670	42	37.3	* * *	0	30.00
18	11.52	712	42	0.0	* * *	0	30.00
19	12.34	754	42	0.0	* * *	0	30.00
20	13.15	795	41	0.0	* * *	0	30.73
21	13.55	835	40	0.0	* * *	0	31.50
22	14.38	878	43	0.0	* * *	0	29.30
23	15.2	920	42	0.0	* * *	0	30.00
24	16	960	40	0.0	* * *	0	31.50
25	16.42	1002	42	0.0	* * *	0	30.00
26	17.23	1043	41	0.0	* * *	0	30.73
27	18	1080	37	0.0	* * *	0	34.05
28	18.46	1126	46	37.1	* * *	0	27.39
29	19.27	1167	41	0.0	* * *	0	30.73
30	20.08	1208	41	0.0	* * *	0	30.73
31	20.51	1251	43	0.0	* * *	0	29.30
32	21.32	1292	41	0.0	* * *	0	30.73
33	22.13	1333	41	0.0	* * *	0	30.73
34	22.54	1374	41	0.0	* * *	0	30.73
35	23.35	1415	41	0.0	* * *	0	30.73
36	24.18	1458	43	37.0	* * *	0	29.30
37	24.59	1499	41	0.0	* * *	0	30.73
38	25.4	1540	41	0.0	* * *	0	30.73
39	26.21	1581	41	37.0	* * *	0	30.73
40	27.03	1623	42	0.0	* * *	0	30.00
41	27.45	1665	42	0.0	* * *	0	30.00
42	28.27	1707	42	0.0	* * *	0	30.00
43	29.08	1748	41	0.0	* * *	0	30.73
44	29.48	1788	40	0.0	* * *	0	31.50
45	30.29	1829	41	0.0	* * *	0	30.73
46	31.11	1871	42	0.0	* * *	0	30.00
47	31.5	1910	39	36.8	* * *	0	32.31
48	32.29	1949	39	0.0	* * *	0	32.31
49	33.09	1989	40	0.0	* * *	0	31.50
50	33.5	2030	41	0.0	* * *	0	30.73
51	34.32	2072	42	36.8	* * *	0	30.00
52	35.12	2112	40	0.0	* * *	0	31.50

Continuación Tabla 8

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
53	35.51	2151	39	0.0	* * *	0	32.31
54	36.36	2196	45	0.0	* * *	0	28.00
55	37.13	2233	37	0.0	* * *	0	34.05
56	37.51	2271	38	0.0	* * *	0	33.16
57	38.28	2308	37	0.0	* * *	0	34.05
58	39	2340	32	0.0	* * *	0	39.38
59	39.4	2380	40	36.7	* * *	0	31.50
60	40.15	2415	35	0.0	* * *	60	36.00
61	40.54	2454	39	0.0	* * *	0	32.31
62	41.3	2490	36	0.0	* * *	0	35.00
63	42.08	2528	38	36.5	* * *	0	33.16
64	42.42	2562	34	0.0	* * *	0	37.06
65	43.19	2599	37	0.0	* * *	0	34.05
66	43.53	2633	34	36.4	* * *	0	37.06
67	44.27	2667	34	0.0	* * *	0	37.06
68	45	2700	33	36.3	* * *	0	38.18
69	45.34	2734	34	0	* * *	0	37.06
70	46.08	2768	34	0	* * *	0	37.06
71	46.4	2800	32	0	* * *	0	39.38
72	47.14	2834	34	36.2	* * *	0	37.06
73	47.48	2868	34	0	* * *	0	37.06
74	48.2	2900	32	0	* * *	0	39.37
75	48.52	2932	32	0	* * *	0	39.38
76	49.22	2962	30	0	* * *	0	42.00
77	49.53	2993	31	0	* * *	0	40.65
78	50.24	3024	31	35.7	* * *	0	40.65
79	50.57	3057	33	0	* * *	0	38.18
80	51.29	3089	32	0	* * *	0	39.38
81	52.02	3122	33	0	* * *	0	38.18
82	52.36	3156	34	35.6	* * *	0	37.06
83	53.09	3189	33	0	* * *	0	38.18
84	53.43	3223	34	0	* * *	0	37.06
85	54.2	3260	37	0	* * *	0	34.05
86	54.56	3296	36	0	* * *	0	35.00
87	55.31	3331	35	35.3	* * *	0	36.00
88	56.08	3368	37	0	* * *	0	34.05
89	56.44	3404	36	0	* * *	0	35.00
90	57.2	3440	36	0	* * *	0	35.00
91	57.54	3474	34	0	* * *	0	37.06
92	58.31	3511	37	0	* * *	0	34.05
93	59.07	3547	36	0	* * *	0	35.00
94	59.52	3592	45	0	* * *	0	28.00
95	60.34	3634	42	0	* * *	0	30.00
					Suma	100	33.26 Promedio

De nuevo se utilizó la rueda libre pero en esta ocasión con un piñón de 14 dientes. El voltaje inicial era de 39 voltios. Se corrió durante 30 minutos manteniendo una corriente promedio de 40A para completar el resto de la hora a 60A.

Tabla 9 Resultados prueba No. 8, Air Droopy

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	0	0	0.0	40	0.00
1	0.35	35	35	0.0	0.0	0	36.00
2	1.1	70	35	0.0	0.0	0	36.00
3	1.44	104	34	0.0	0.0	0	37.06
4	2.1	130	26	0.0	0.0	0	48.46
5	2.53	173	43	0.0	0.0	0	29.30
6	3.28	208	35	0.0	0.0	0	36.00
7	4.02	242	34	0.0	0.0	0	37.06
8	4.37	277	35	37.8	0.0	0	36.00
9	5.11	311	34	0.0	71.2	0	37.06
10	5.44	344	33	0.0	0.0	0	38.18
11	6.19	379	35	0.0	0.0	0	36.00
12	6.53	413	34	0.0	0.0	0	37.06
13	7.28	448	35	37.7	0.0	0	36.00
14	8.06	486	38	0.0	0.0	0	33.16
15	8.42	522	36	0.0	74.3	0	35.00
16	9.16	556	34	0.0	0.0	0	37.06
17	9.51	591	35	0.0	0.0	0	36.00
18	10.27	627	36	37.5	0.0	0	35.00
19	11.01	661	34	0.0	75.4	0	37.06
20	11.36	696	35	0.0	0.0	0	36.00
21	12.11	731	35	0.0	0.0	0	36.00
22	12.46	766	35	37.4	0.0	0	36.00
23	13.22	802	36	0.0	0.0	0	35.00
24	13.57	837	35	0.0	0.0	0	36.00
25	14.33	873	36	0.0	76.8	0	35.00
26	15.08	908	35	0.0	0.0	0	36.00
27	15.43	943	35	0.0	0.0	0	36.00
28	16.18	978	35	37.2	0.0	0	36.00
29	16.54	1014	36	0.0	77.7	0	35.00
30	17.28	1048	34	0.0	0.0	0	37.06
31	18.03	1083	35	0.0	0.0	0	36.00
32	18.38	1118	35	0.0	0.0	0	36.00
33	19.14	1154	36	37.1	0.0	0	35.00
34	19.5	1190	36	0.0	78.6	0	35.00
35	20.25	1225	35	0.0	0.0	0	36.00
36	21.02	1262	37	0.0	0.0	0	34.05
37	21.37	1297	35	0.0	0.0	0	36.00
38	22.12	1332	35	37.0	0.0	0	36.00

Continuación Tabla 9

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
39	22.45	1365	33	0.0	79.2	0	38.18
40	23.23	1403	38	0.0	0.0	0	33.16
41	23.58	1438	35	0.0	0.0	0	36.00
42	24.33	1473	35	0.0	0.0	0	36.00
43	25.09	1509	36	0.0	0.0	0	35.00
44	25.44	1544	35	0.0	0.0	0	36.00
45	26.2	1580	36	36.9	0.0	0	35.00
46	26.56	1616	36	0.0	80.0	0	35.00
47	27.31	1651	35	0.0	0.0	0	36.00
48	28.06	1686	35	0.0	0.0	0	36.00
49	28.42	1722	36	0.0	0.0	0	35.00
50	29.17	1757	35	0.0	0.0	0	36.00
51	29.52	1792	35	36.6	0.0	0	36.00
52	30.28	1828	36	0.0	0.0	0	35.00
53	31.04	1864	36	0.0	0.0	0	35.00
54	31.4	1900	36	36.6	0.0	0	35.00
55	32.15	1935	35	0.0	0.0	0	36.00
56	32.51	1971	36	0.0	81.0	0	35.00
57	33.27	2007	36	0.0	0.0	0	35.00
58	34.04	2044	37	0.0	0.0	60	34.05
59	34.4	2080	36	36.5	0.0	0	35.00
60	35.16	2116	36	0.0	0.0	0	35.00
61	35.51	2151	35	0.0	81.5	0	36.00
62	36.26	2186	35	0.0	0.0	0	36.00
63	37.01	2221	35	0.0	0.0	0	36.00
64	37.37	2257	36	36.3	0.0	0	35.00
65	38.11	2291	34	0.0	81.7	0	37.06
66	38.45	2325	34	0.0	0.0	0	37.06
67	39.19	2359	34	0.0	0.0	0	37.06
68	39.53	2393	34	0.0	0.0	0	37.06
69	40.27	2427	34	0.0	0.0	0	37.06
70	41	2460	33	36.1	0.0	0	38.18
71	41.33	2493	33	0.0	0.0	0	38.18
72	42.06	2526	33	0.0	0.0	0	38.18
73	42.39	2559	33	0.0	0.0	0	38.18
74	43.13	2593	34	0.0	0.0	0	37.06
75	43.46	2626	33	35.9	0.0	0	38.18
76	44.2	2660	34	0.0	82.0	0	37.06
77	44.53	2693	33	0.0	0.0	0	38.18
78	45.26	2726	33	0.0	0.0	0	38.18
79	46	2760	34	0.0	0.0	0	37.06
80	46.33	2793	33	0.0	0.0	0	38.18
81	47.07	2827	34	0.0	0.0	0	37.06
82	47.41	2861	34	0.0	0.0	0	37.06
83	48.14	2894	33	0.0	0.0	0	38.18
84	48.49	2929	35	35.2	0.0	0	36.00

Continuación Tabla 9

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
85	49.22	2962	33	0.0	0.0	0	38.18
86	49.54	2994	32	0.0	0.0	0	39.38
87	50.27	3027	33	0.0	0.0	0	38.18
88	50.59	3059	32	0.0	0.0	0	39.38
89	51.34	3094	35	34.2	0.0	0	36.00
90	52.09	3129	35	0.0	82.9	0	36.00
91	52.46	3166	37	0.0	0.0	0	34.05
92	53.26	3206	40	0.0	0.0	0	31.50
93	54.11	3251	45	0.0	0.0	0	28.00
94	55.16	3316	65	0.0	0.0	0	19.38
95	56.15	3375	59	0.0	0.0	0	21.36
96	57.2	3440	65	0.0	0.0	0	19.38
97	58.4	3520	80	0.0	0.0	0	15.75
98	60.4	3640	120	0.0	0.0	0	10.50

35.21 Promedio

Se corrió con piñón de 14 dientes y se mantiene una corriente de 40A durante toda la hora.

TABLA 10 RESULTADOS PRUEBA NO. 9, AIR DROOPY

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
0	0	0	0	40.3	0.0	40	0.00
1	0.42	42	42	0.0	0.0	0	30.00
2	1.19	79	37	0.0	0.0	0	34.05
3	1.58	118	39	0.0	0.0	0	32.31
4	2.35	155	37	0.0	0.0	0	34.05
5	3.15	195	40	0.0	0.0	0	31.50
6	3.53	233	38	0.0	0.0	0	33.16
7	4.31	271	38	0.0	0.0	0	33.16
8	5.1	310	39	37.7	0.0	0	32.31
9	5.49	349	39	0.0	0.0	0	32.31
10	6.28	388	39	0.0	70.5	0	32.31
11	7.06	426	38	0.0	0.0	0	33.16
12	7.46	466	40	0.0	0.0	0	31.50
13	8.24	504	38	0.0	0.0	0	33.16
14	9.03	543	39	0.0	0.0	0	32.31
15	9.4	580	37	0.0	0.0	0	34.05
16	10.19	619	39	0.0	0.0	0	32.31
17	10.56	656	37	0.0	0.0	0	34.05
18	11.34	694	38	0.0	0.0	0	33.16
19	12.13	733	39	37.5	0.0	0	32.31

20	12.51	771	38	0.0	0.0	0	33.16
----	-------	-----	----	-----	-----	---	-------

Continuación Tabla 10

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
21	13.28	808	37	0.0	0.0	0	34.05
22	14.06	846	38	0.0	0.0	0	33.16
23	14.45	885	39	0.0	0.0	0	32.31
24	15.22	922	37	0.0	0.0	0	34.05
25	15.59	959	37	0.0	0.0	0	34.05
26	16.36	996	37	0.0	0.0	0	34.05
27	17.13	1033	37	37.3	0.0	0	34.05
28	17.5	1070	37	0.0	77.4	0	34.05
29	18.28	1108	38	0.0	0.0	0	33.16
30	19.06	1146	38	0.0	0.0	0	33.16
31	19.42	1182	36	0.0	0.0	0	35.00
32	20.19	1219	37	0.0	0.0	0	34.05
33	20.56	1256	37	37.3	0.0	0	34.05
34	21.33	1293	37	0.0	78.6	0	34.05
35	22.1	1330	37	0.0	0.0	0	34.05
36	22.48	1368	38	0.0	0.0	0	33.16
37	23.23	1403	35	0.0	0.0	0	36.00
38	23.58	1438	35	0.0	0.0	0	36.00
39	24.36	1476	38	37.2	0.0	0	33.16
40	25.13	1513	37	0.0	79.9	0	34.05
41	25.49	1549	36	0.0	0.0	0	35.00
42	26.26	1586	37	0.0	0.0	0	34.05
43	27.03	1623	37	0.0	0.0	0	34.05
44	27.41	1661	38	0.0	0.0	0	33.16
45	28.17	1697	36	37.1	0.0	0	35.00
46	28.56	1736	39	0.0	80.7	0	32.31
47	29.32	1772	36	0.0	0.0	0	35.00
48	30.09	1809	37	0.0	0.0	0	34.05
49	30.46	1846	37	0.0	0.0	0	34.05
50	31.24	1884	38	0.0	0.0	0	33.16
51	32.01	1921	37	0.0	0.0	0	34.05
52	32.38	1958	37	0.0	0.0	0	34.05
53	33.15	1995	37	37.1	0.0	0	34.05
54	33.52	2032	37	0.0	0.0	0	34.05
55	34.3	2070	38	0.0	82.0	0	33.16
56	35.08	2108	38	0.0	0.0	0	33.16
57	35.45	2145	37	0.0	0.0	0	34.05
58	36.21	2181	36	0.0	0.0	60	35.00
59	36.57	2217	36	0.0	0.0	0	35.00
60	37.34	2254	37	0.0	0.0	0	34.05
61	38.1	2290	36	0.0	0.0	0	35.00
62	38.48	2328	38	0.0	0.0	0	33.16
63	39.25	2365	37	36.9	0.0	0	34.05
64	40.01	2401	36	0.0	83.0	0	35.00
65	40.37	2437	36	0.0	0.0	0	35.00

66	41.11	2471	34	0.0	0.0	0	37.06
----	-------	------	----	-----	-----	---	-------

Continuación Tabla 10

No. de vueltas	Tiempos Min., seg.	Tiempo segundos	dif. tiempo segundos	Voltios	Temp. Fahrenheit	Amperios	Velocidad km/hr.
67	41.46	2506	35	0.0	0.0	0	36.00
68	42.22	2542	36	36.8	0.0	0	35.00
69	42.56	2576	34	0.0	0.0	0	37.06
70	43.3	2610	34	0.0	0.0	0	37.06
71	44.02	2642	32	0.0	0.0	0	39.37
72	44.35	2675	33	0.0	0.0	0	38.18
73	45.08	2708	33	0.0	0.0	0	38.18
74	45.41	2741	33	36.6	0.0	0	38.18
75	46.13	2773	32	0.0	0.0	0	39.37
76	46.44	2804	31	0.0	0.0	0	40.65
77	47.16	2836	32	0.0	0.0	0	39.38
78	47.48	2868	32	36.4	0.0	0	39.38
79	48.19	2899	31	0.0	0.0	0	40.65
80	48.5	2930	31	36.3	0.0	0	40.65
81	49.2	2960	30	0.0	0.0	0	42.00
82	49.51	2991	31	0.0	0.0	0	40.65
83	50.22	3022	31	0.0	0.0	0	40.65
84	50.53	3053	31	36.1	0.0	0	40.65
85	51.24	3084	31	0.0	0.0	0	40.65
86	51.55	3115	31	36.1	0.0	0	40.65
87	52.26	3146	31	0.0	0.0	0	40.65
88	52.57	3177	31	0.0	0.0	0	40.65
89	53.27	3207	30	0.0	0.0	0	42.00
90	53.58	3238	31	0.0	0.0	0	40.65
91	54.29	3269	31	0.0	0.0	0	40.65
92	55	3300	31	35.7	0.0	0	40.65
93	55.31	3331	31	0.0	0.0	0	40.65
94	56.02	3362	31	0.0	0.0	0	40.65
95	56.33	3393	31	0.0	0.0	0	40.65
96	57.04	3424	31	0.0	0.0	0	40.65
97	57.35	3455	31	0.0	0.0	0	40.65
98	58.06	3486	31	0.0	0.0	0	40.65
99	58.38	3518	32	0.0	0.0	0	39.37
100	59.1	3550	32	35.2	0.0	0	39.38
101	59.42	3582	32	35.2	0.0	0	39.38

35.80 Promedio

También se realizaron otras pruebas en las que no se documentó el resultado. En ellas sólo se comprobó que el vehículo cumpliera con los requisitos del reglamento de Electrón Guatemala. Se comprobó que la línea entre ambas barras antivuelco está 10 centímetros por encima de la cabeza del piloto. Se hicieron pruebas de frenado y de estabilidad así como de resistencia de los elementos básicos del carro.

No se documentó porque lo único que se buscó era pasar las especificaciones del reglamento. Si las cumplía, no se hacían modificaciones y en caso contrario se hacían los ajustes necesarios para lograr dicho requisito.

2. Datos obtenidos de las carreras

a. Primera fecha: parqueo de la facultad de Ingeniería de la USAC. Tras la primera competencia se comprobó que el carro no tenía deficiencias mecánicas y que las baterías usadas eran las adecuadas para correr durante una hora.

b. Segunda fecha: Puerto San José. Se utilizaron en el banco de baterías para la primera y segunda carrera dos tipos diferentes de batería; dos de 45Ah y una de 65Ah. Se observó que las baterías con la menor capacidad limitaban el flujo de energía. Es decir que no habría diferencia si se hubiesen usado tres baterías de 45Ah, con una reducción de peso.

c. Tercera fecha: Avenida de las Américas frente a Wendy's. Se probó usar un piñón más grande de manera que el vehículo tuviera mayor velocidad final. El resultado fue que el par necesario era demasiado elevado y se consumieron las baterías antes de lo esperado.

d. Cuarta fecha: Parque de Cobán. Fue la primera competencia en la que se utilizó el Air Droopy 2 y se incurrió en un problema con el sistema de transmisión. En las vueltas pronunciadas el vehículo descarrilaba la cadena. La muleta trasera debía reforzarse para eliminar la deformación debido al par producido en las vueltas.

e. Quinta fecha: Avenida de las Américas frente a Wendy's. En una prueba larga y de alta velocidad se encontró un defecto mecánico en el sistema de dirección. El brazo Ackerman de la llanta derecha estaba mal orientado. Causando grandes pérdidas por fricción y la descarga prematura de las baterías.

f. Sexta fecha: Periférico de Quetzaltenango. Para mejorar los resultados se utilizó un piloto más liviano con lo que se obtuvo una reducción de 27.2kg. Esta reducción de peso es del orden del 19% lo que significa un ahorro en la energía utilizada para el

impulso. Lamentablemente se presentó un choque el cual representó una pérdida de tiempo. La buena administración del manejo es más importante que la reducción de peso en el piloto.

g. Final: parque central, Ciudad de Guatemala. Se tomaron en cuenta todos los factores anteriores y se consiguió más que el resultado deseado.

C. Resultados de los análisis de los datos

1. De las primeras tres pruebas. Se observó que elevando el voltaje de las baterías de 36V nominal, a 39.8V se obtiene una ventaja de 1 a 2 minutos adicionales de carga.

Al usar un piñón de 16 dientes la descarga de las baterías es más pronunciada y la velocidad final alcanzada es menor que al utilizar piñones de 14 o 15 dientes.

Al usar el piñón de 16 dientes la temperatura final de la carcasa del motor era más elevada que al usar el piñón de 14 dientes. Tras varios cálculos se descubrió que la velocidad de operación del motor era más baja que la sugerida por el fabricante. Se compró una nueva rueda dentada de modo que el motor trabajara en el intervalo correcto de revoluciones por minuto. Después de la instalación de la nueva rueda dentada no se volvió a presentar el problema del incremento de la temperatura del motor.

2. De las pruebas 4 y 5. En ambas pruebas se utilizó el piñón de 16 dientes y no se logró terminar la hora de prueba. Se controló y mantuvo constante la corriente en 60A para la prueba número 5 y sólo se logró correr durante 50 minutos.

Se aprendió que el piñón de 16 dientes no es adecuado para utilizar con el motor de 1.5hp pues no produce el par necesario. Durante la competencia se debía conducir de forma ligera y mantener la corriente por debajo de los 60A.

3. De la prueba 6. Al principio de la prueba el voltaje del banco de baterías se desplomó rápidamente. A los 43 minutos de haber iniciado la prueba se optó por parar y revisar las baterías una a una. Se detectó que una de las baterías tenía algún tipo de defecto, presentaba un voltaje menor al de las otras dos.

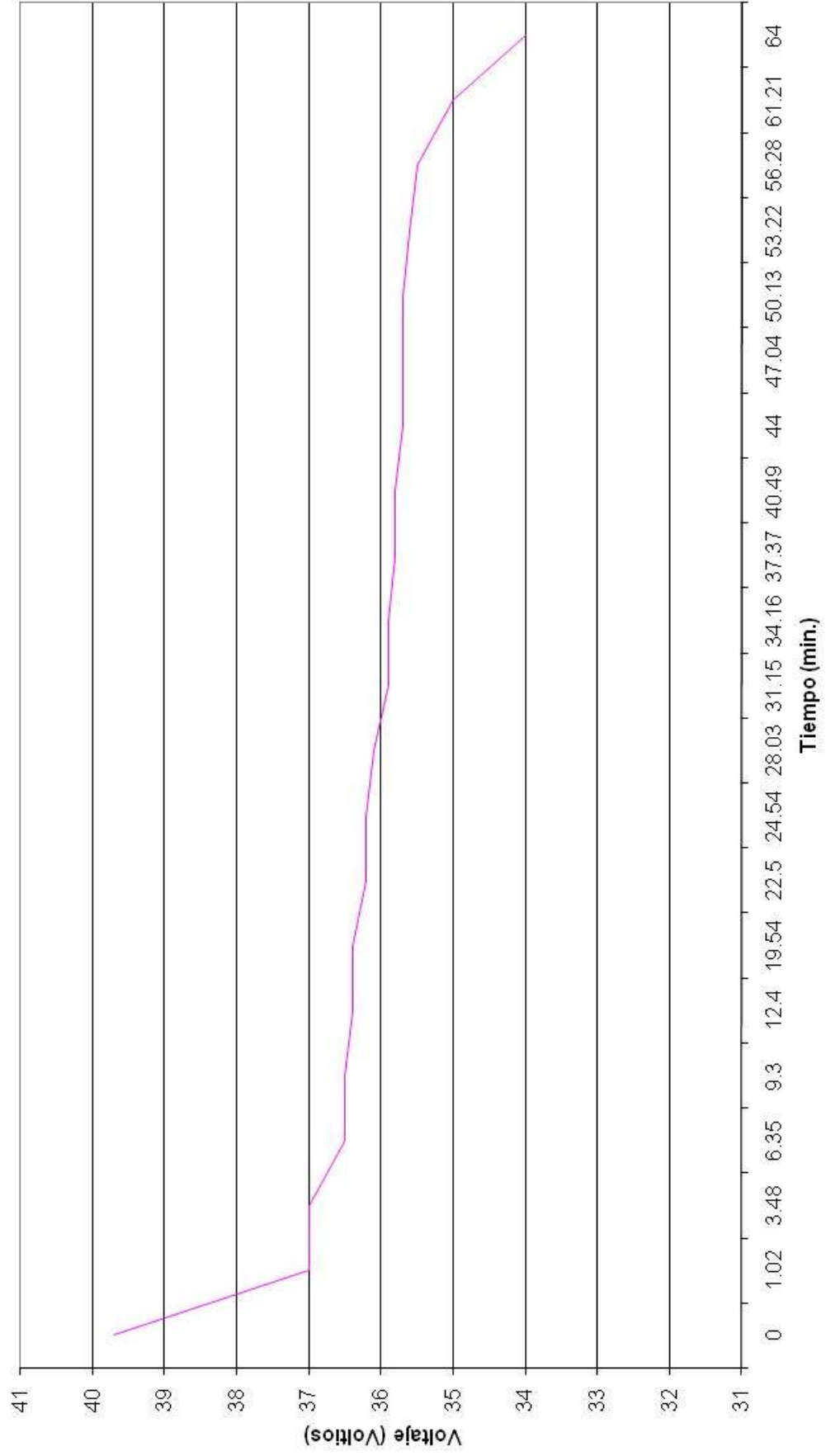
Antes de cada carrera y/o prueba se debe revisar cada batería para evitar correr con una defectuosa.

4. De la prueba 7. Se utilizó el retropedal o rueda libre y se demostró que su uso adiciona un ahorro de energía.

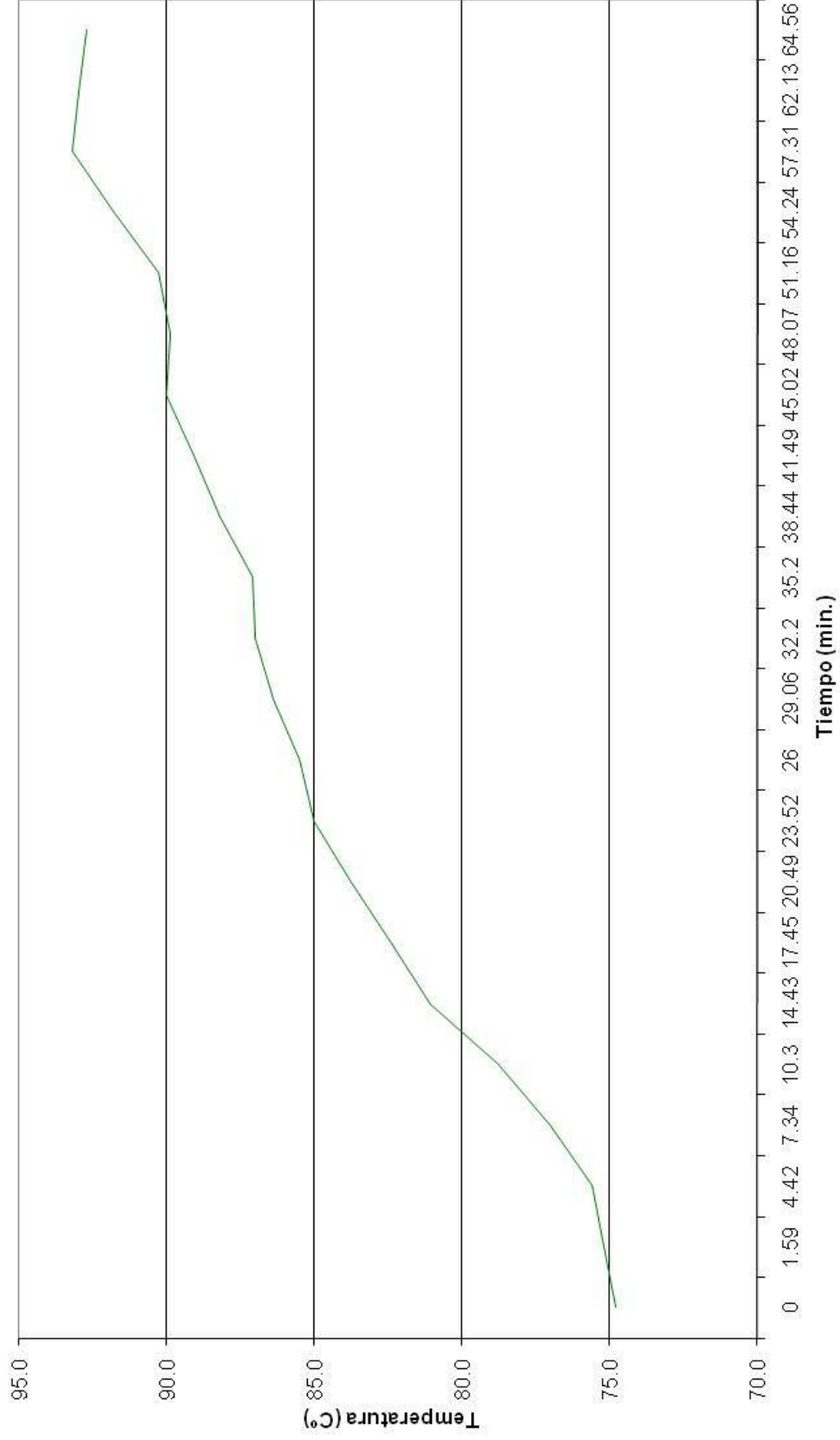
5. De la prueba 8. Se probó un estilo agresivo de manejo, promediando 37km/h por circunvalación. El resultado, en las últimas seis vueltas ya no se tenía batería y el total recorrido era un poco menor al manejando con ligereza. El mejor tipo de manejo es el ligero, para así poder tener una reserva de batería para el final.

6. De la prueba 9. En esta prueba se aplicaron todos los conocimientos adquiridos en las pruebas anteriores. Se manejó con ligereza y por debajo de los 60A, aprovechando la rueda libre en las vueltas. El resultado fue sorprendente, se logró la más alta velocidad promedio tras la hora de prueba y se terminó con una abundante reserva de batería. A continuación se presentan las gráficas de las pruebas mencionadas.

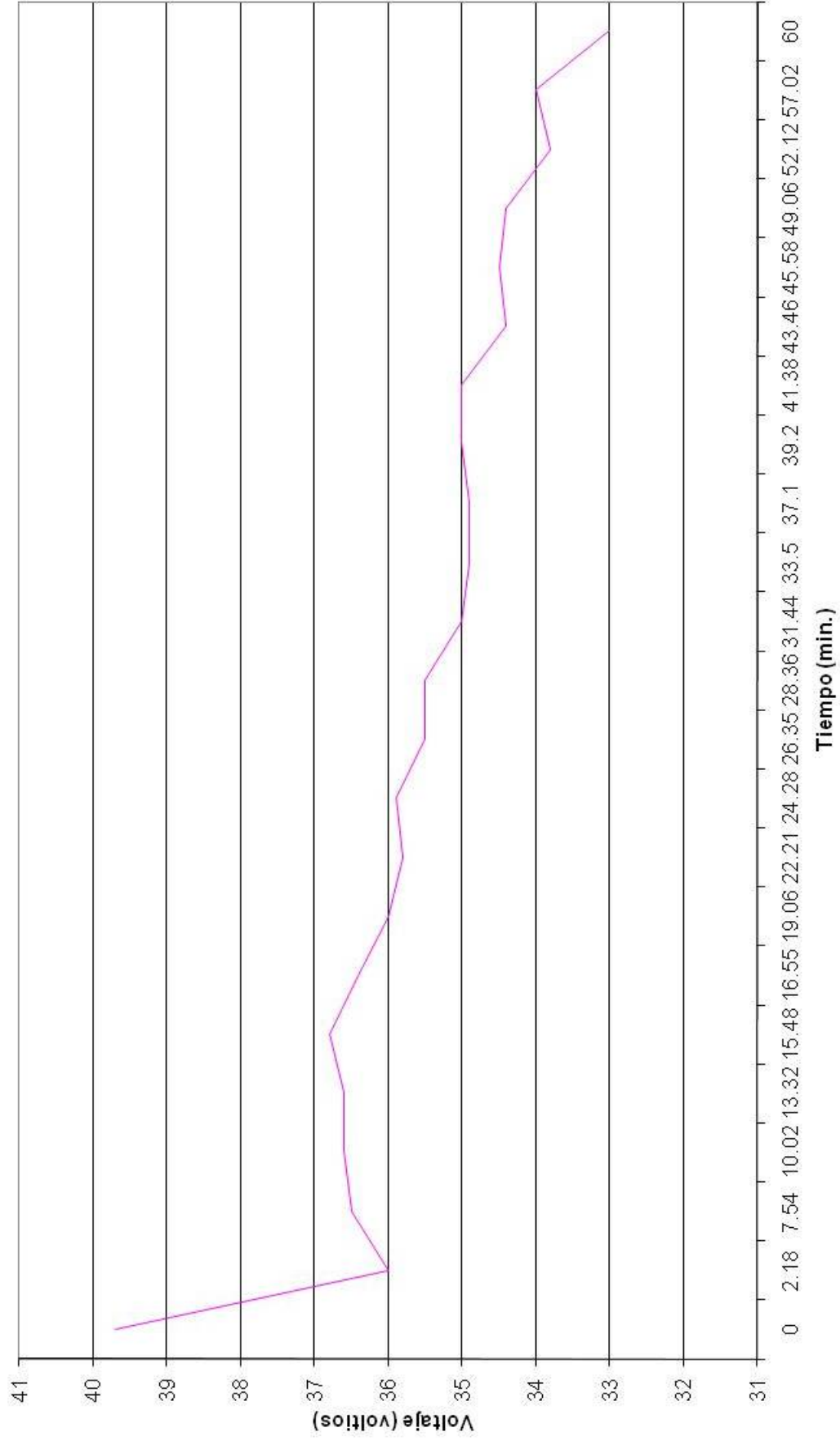
Gráfica 1
Prueba No.1 voltaje vrs. tiempo



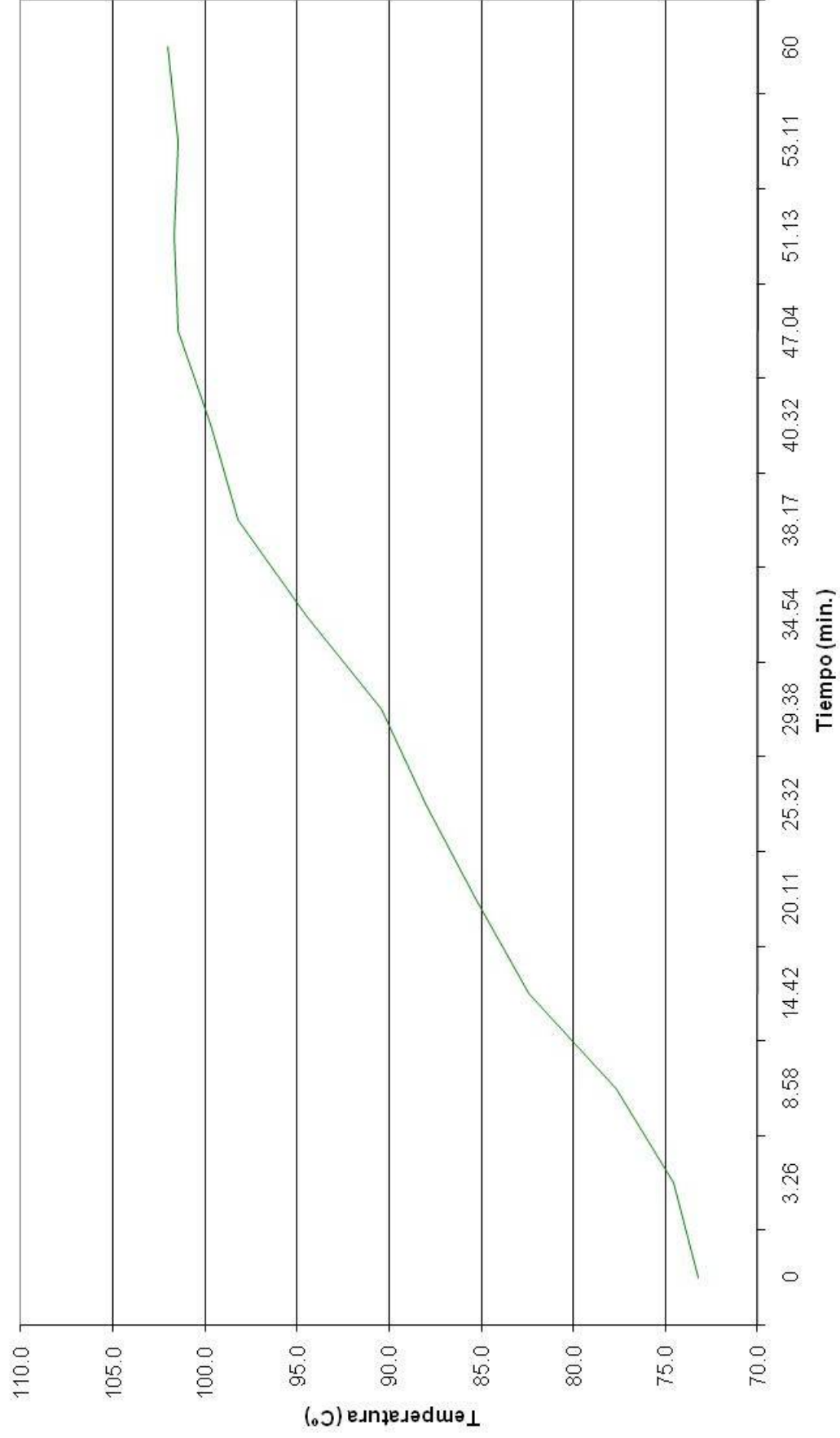
Gráfica 2
Pureba No1. temperatura vrs.tiempo



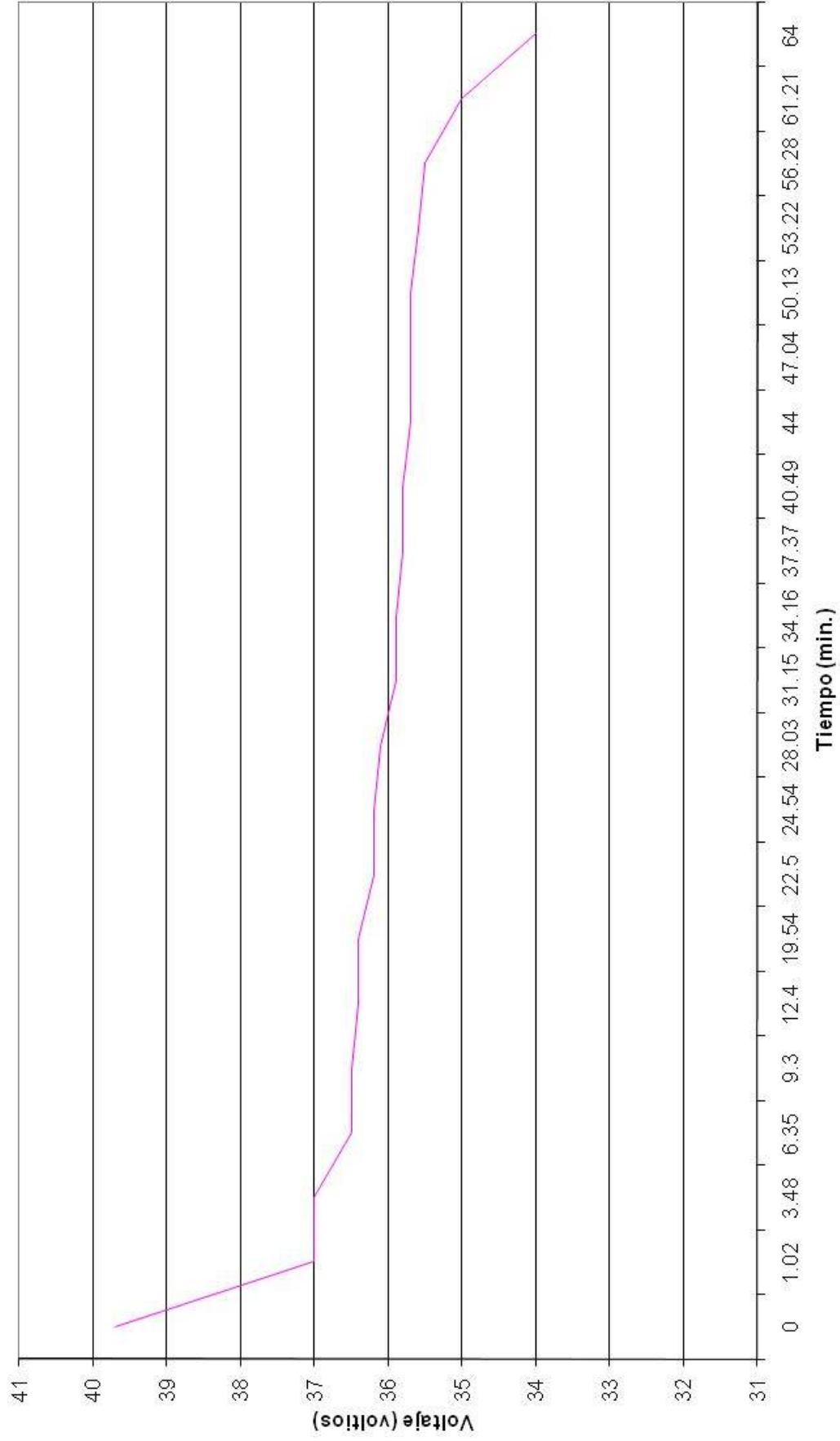
Gráfica 3
Prueba No.2 voltaje vrs. tiempo



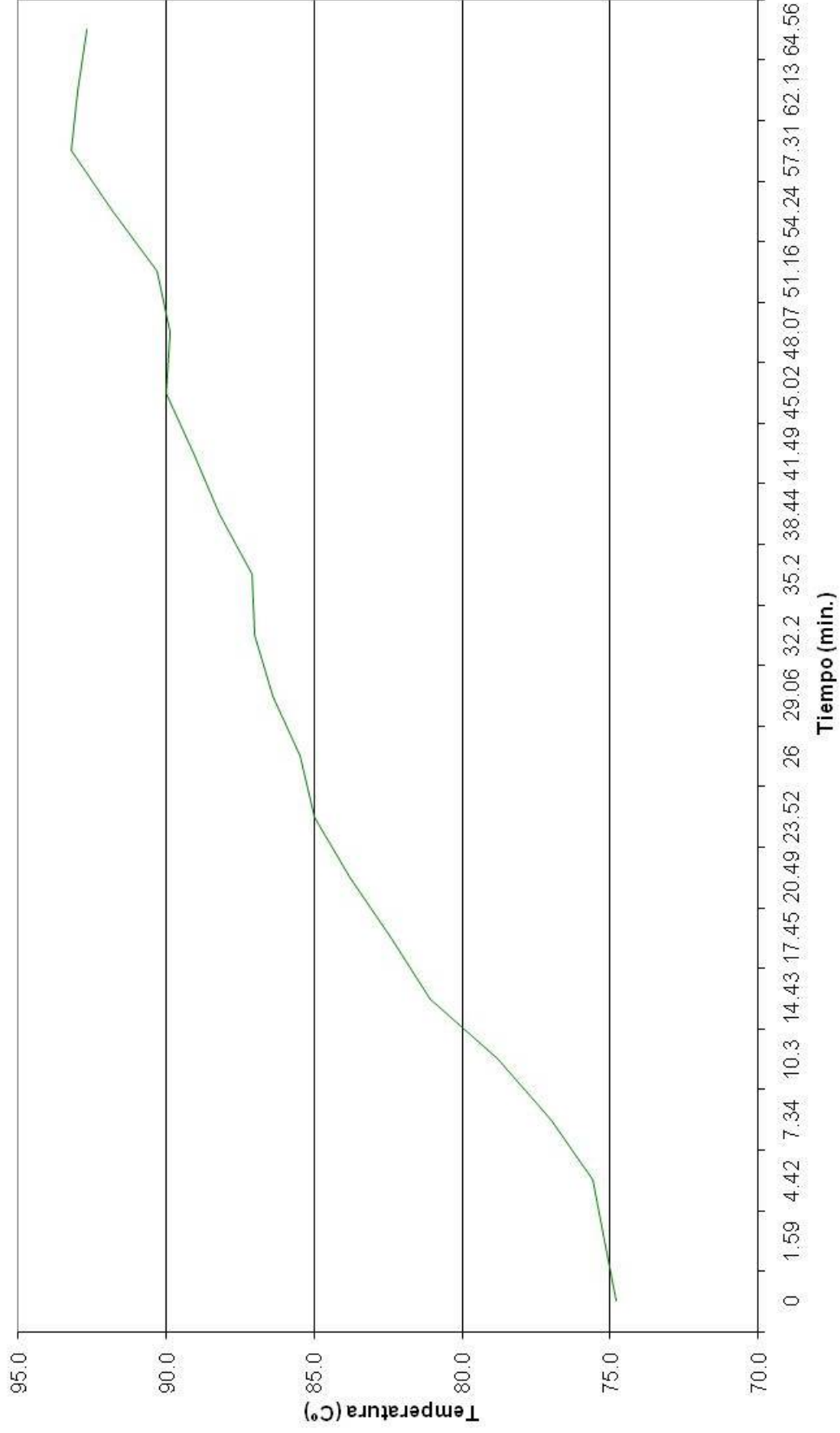
Gráfica 4
Prueba No2. temperatura vs. tiempo



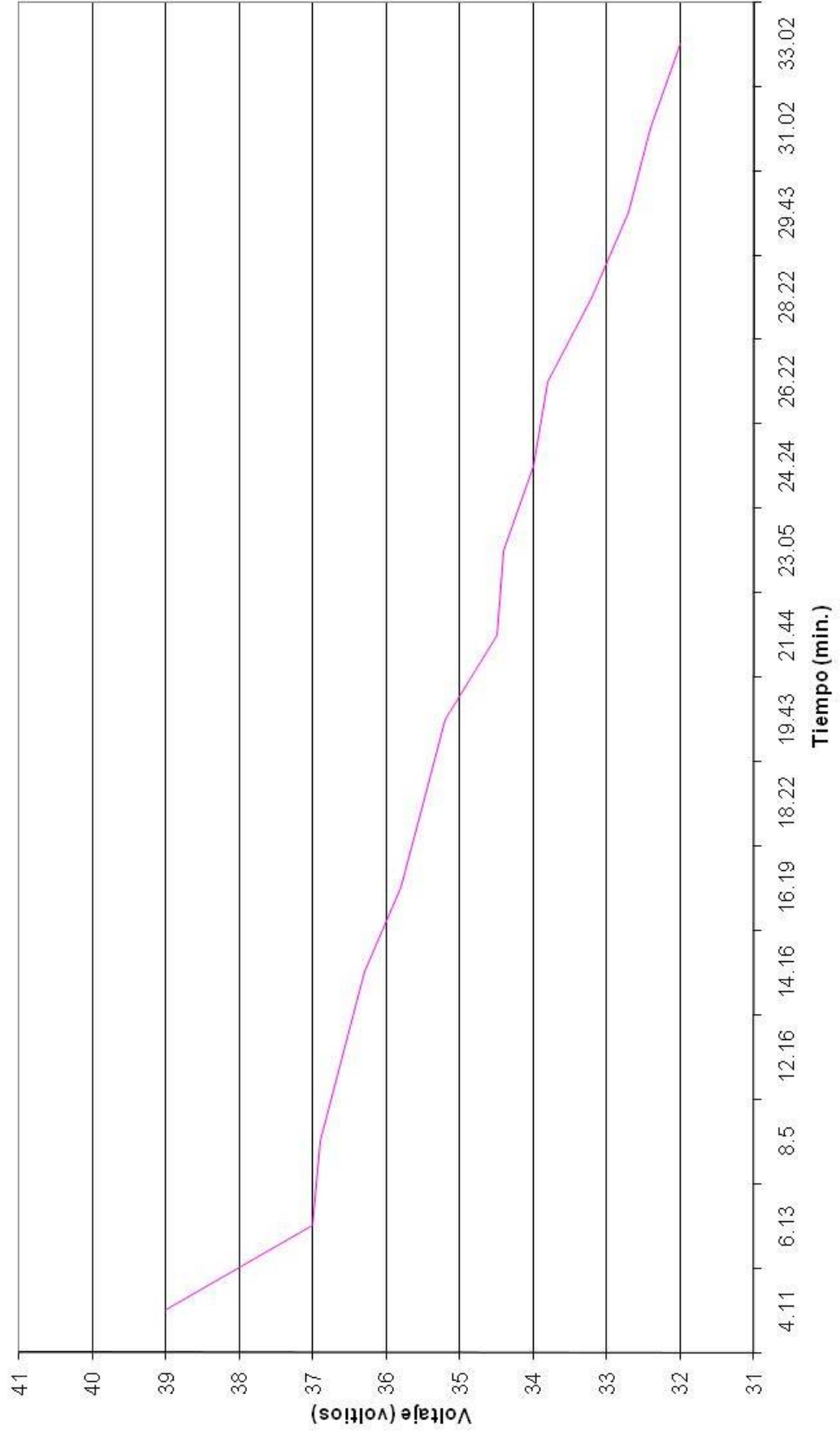
Gráfica 5
Prueba No.3 voltaje vrs. tiempo



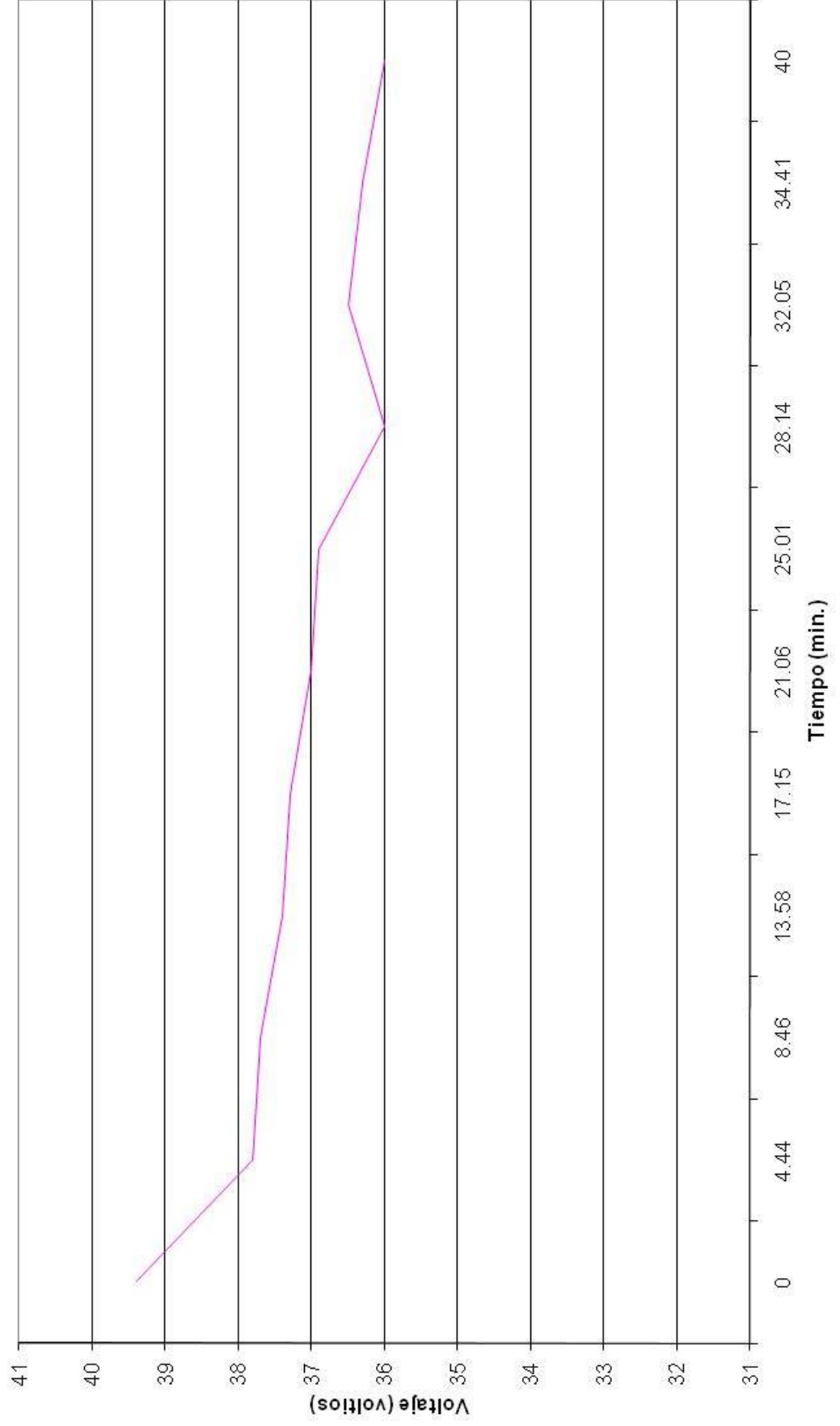
Gráfica 6
Prueba No.3 temperatura vs. tiempo



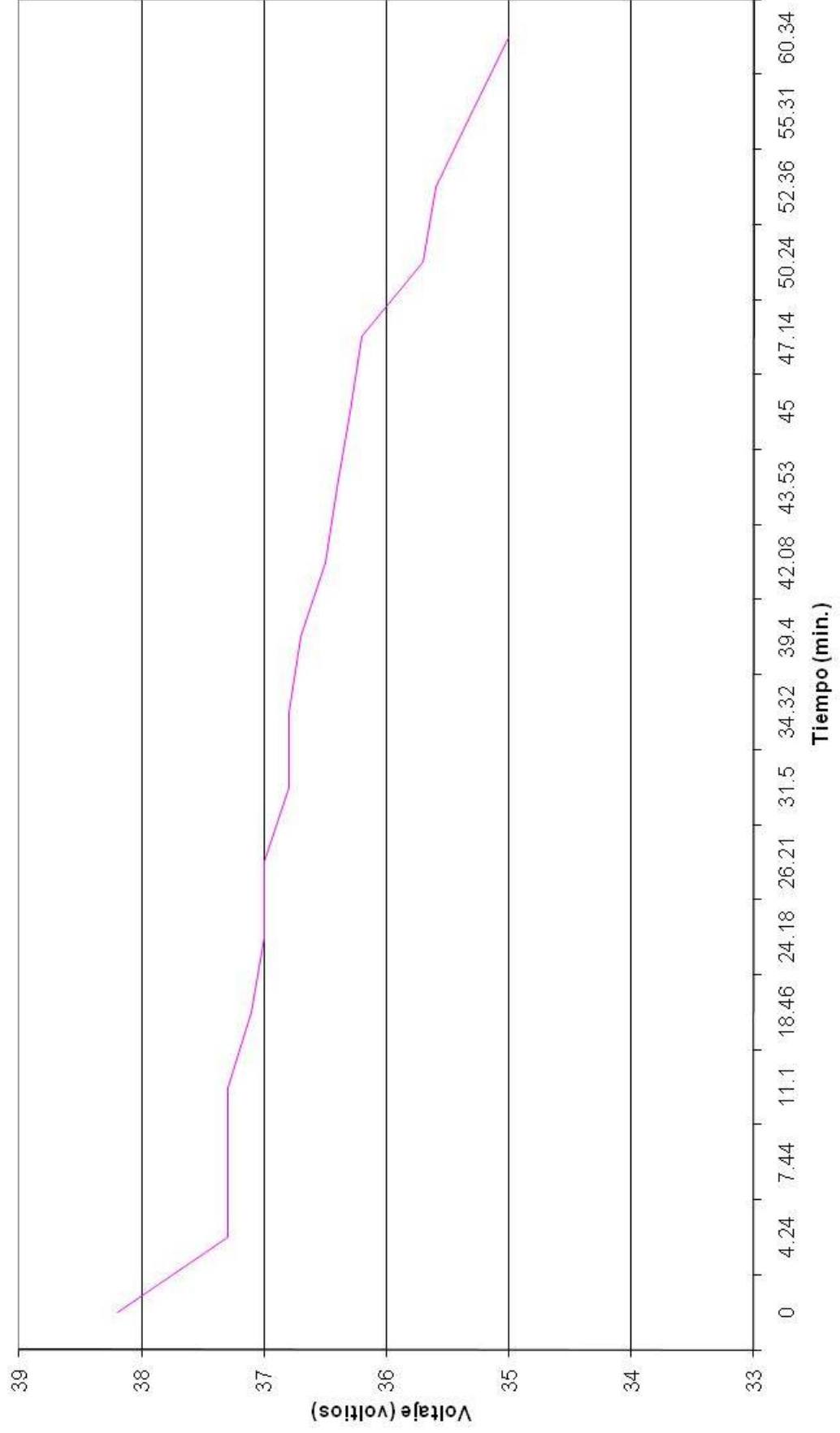
Gráfica 7
Prueba No.4 voltaje vrs. tiempo



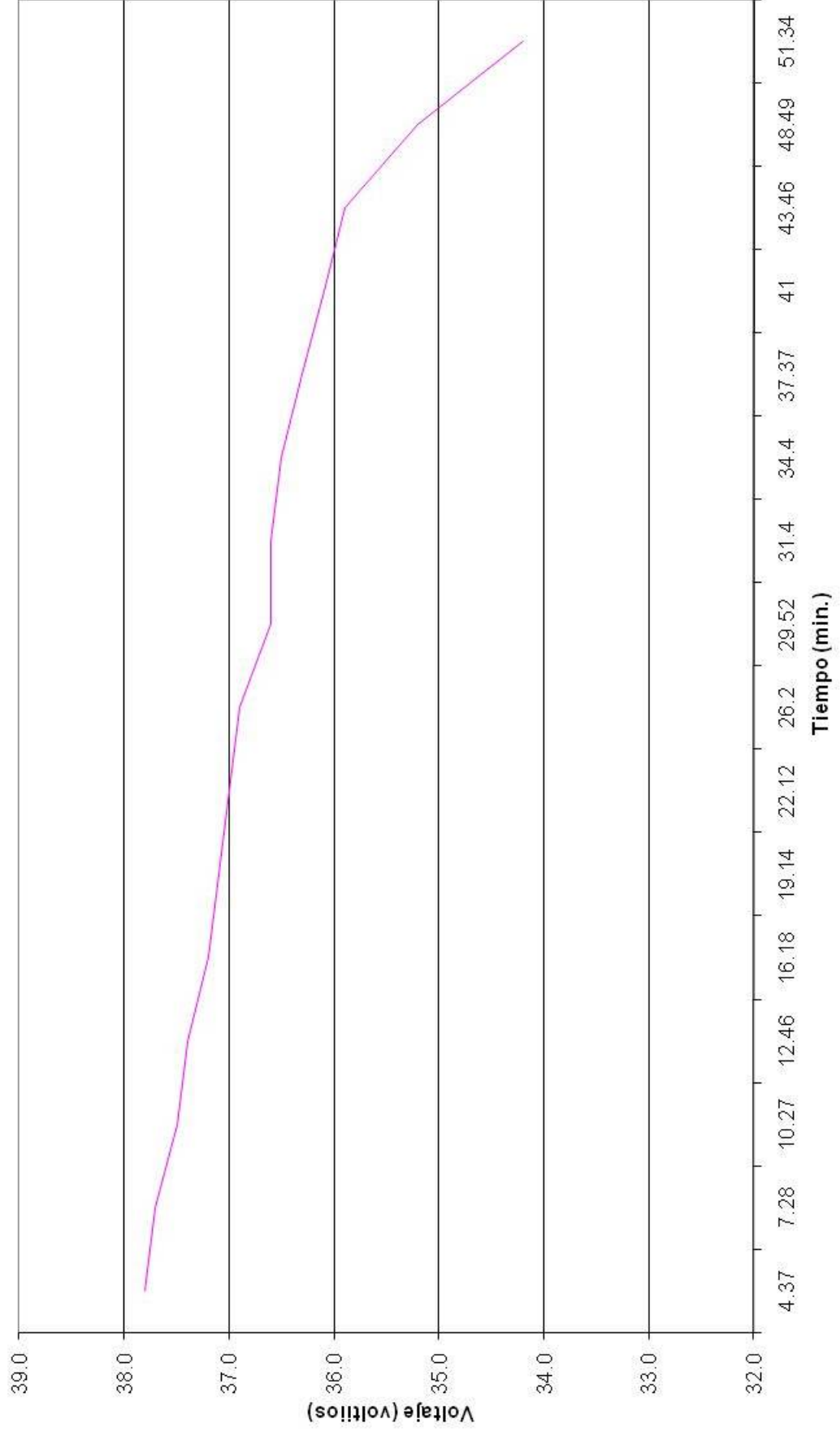
Gráfica 8
Prueba No.6 voltaje vrs. tiempo



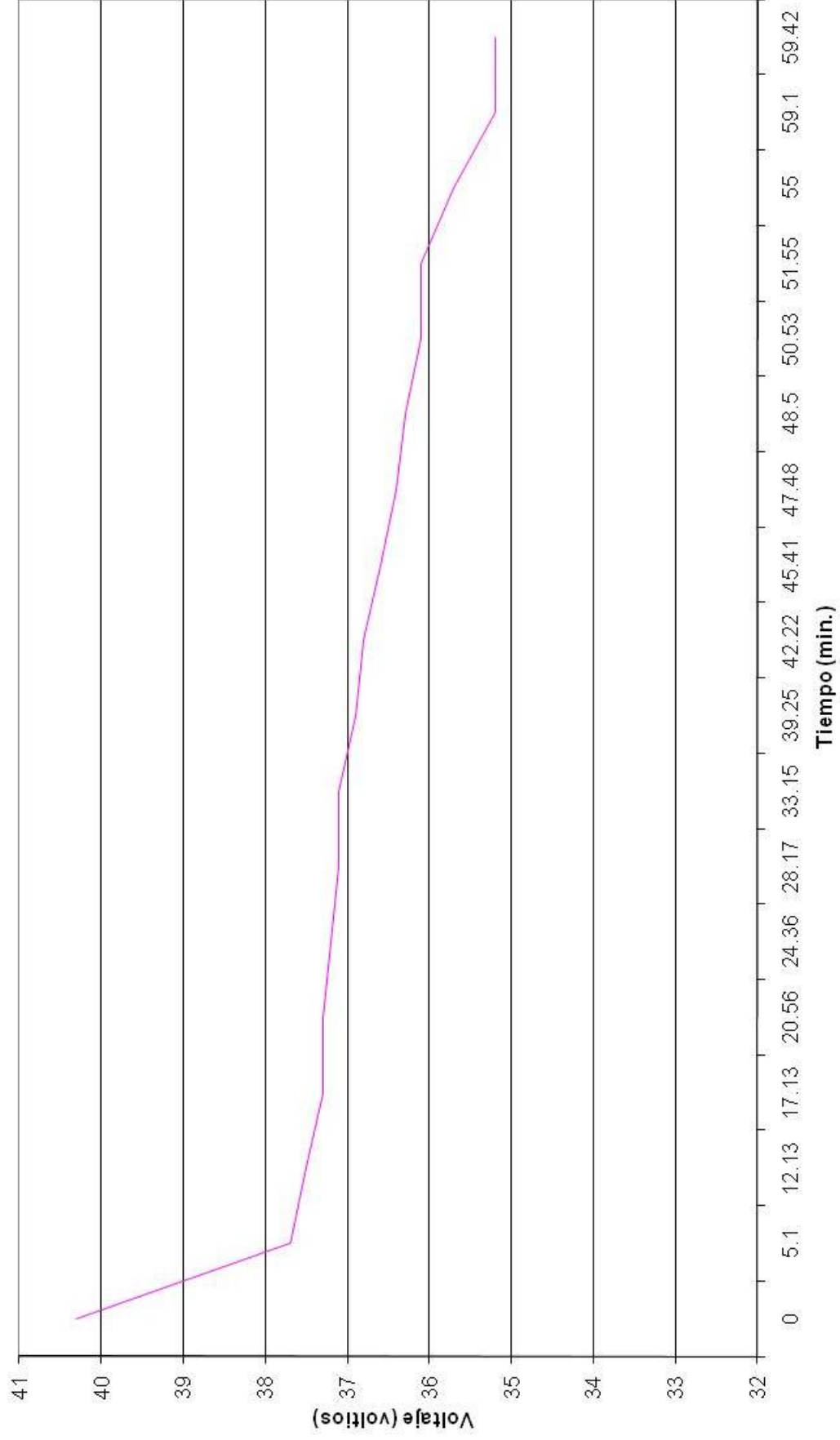
Gráfica 9
Prueba No.7 voltaje vrs. tiempo



Gráfica 10
Prueba No.8 voltaje vrs. tiempo



Gráfica 11
Prueba No.9 voltaje vrs. tiempo



VI. ELECTRATÓN GUATEMALA 1998

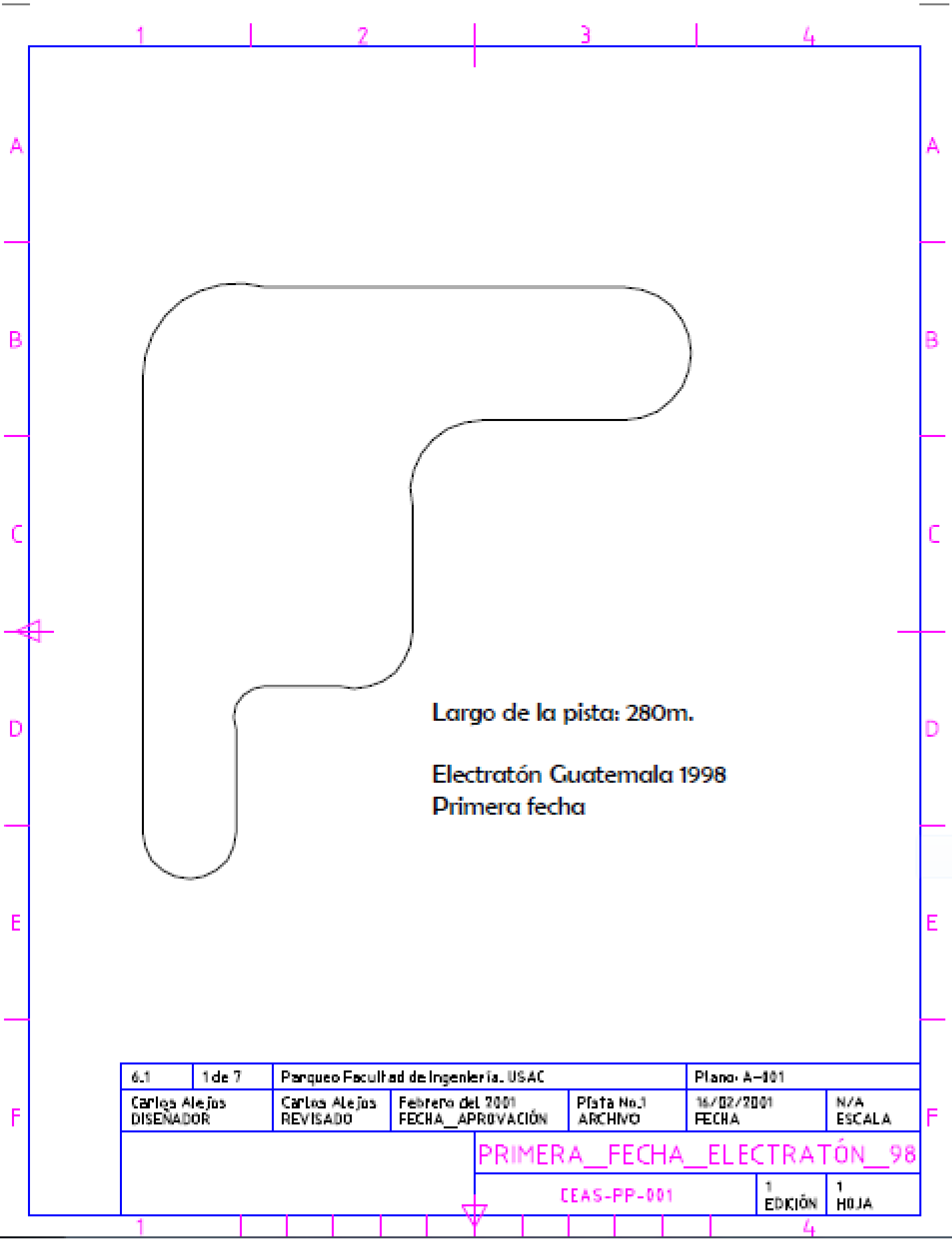
A. Pistas

El Campeonato Electratorón Guatemala 1998 constó de siete fechas, cuatro de las cuales se realizaron en la Ciudad de Guatemala y el resto en Puerto Quetzal, Quetzaltenango y Cobán respectivamente.

Tabla 11 Electratorón Guatemala 1998

	LUGAR	FECHA	RECORRIDO	TIPO DE PISTA
1 ^{ra} Fecha	USAC	19/07/98	280m.	Muy corta.
2 ^{da} Fecha	Puerto Quetzal	02/08/98	320m.	Corta y lenta.
3 ^{ra} Fecha	Ave. Las Américas	16/08/98	372m.	Rápida.
4 ^{ta} Fecha	Coban	06/09/98	248m. Triangular	estrecha.
5 ^{ta} Fecha	Ave. Las Américas	27/09/98	431m.	Larga y rápida.
6 ^{ta} Fecha	Quetzaltenango	18/10/98	385m. Curvas	peligrosas.
Fecha Final	Parque Central	07/11/98	306m.	Corta y rápida.

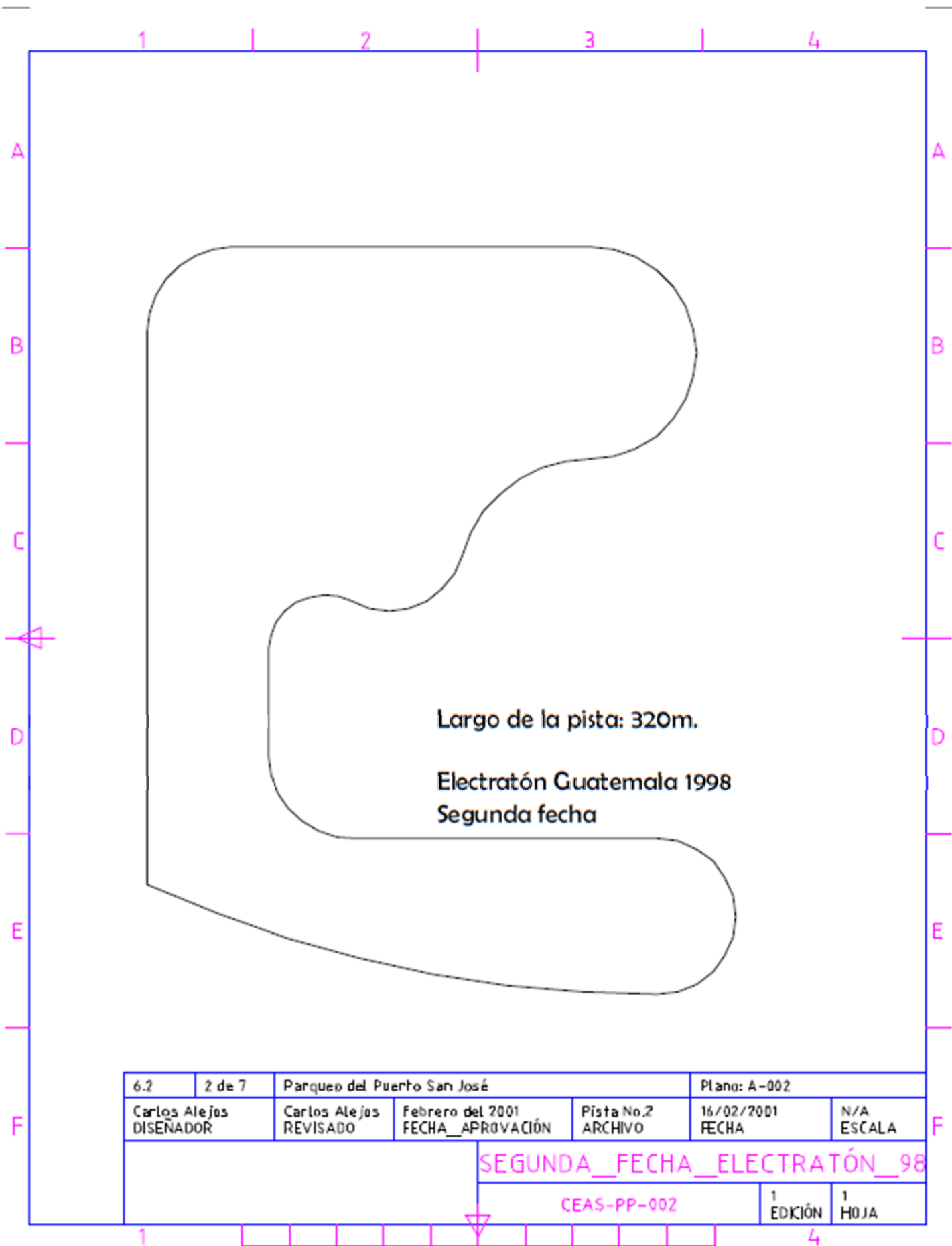
Para mayor especificaciones de cada pista referirse a los planos que a continuación se presentan.



Largo de la pista: 280m.

Electratón Guatemala 1998
Primera fecha

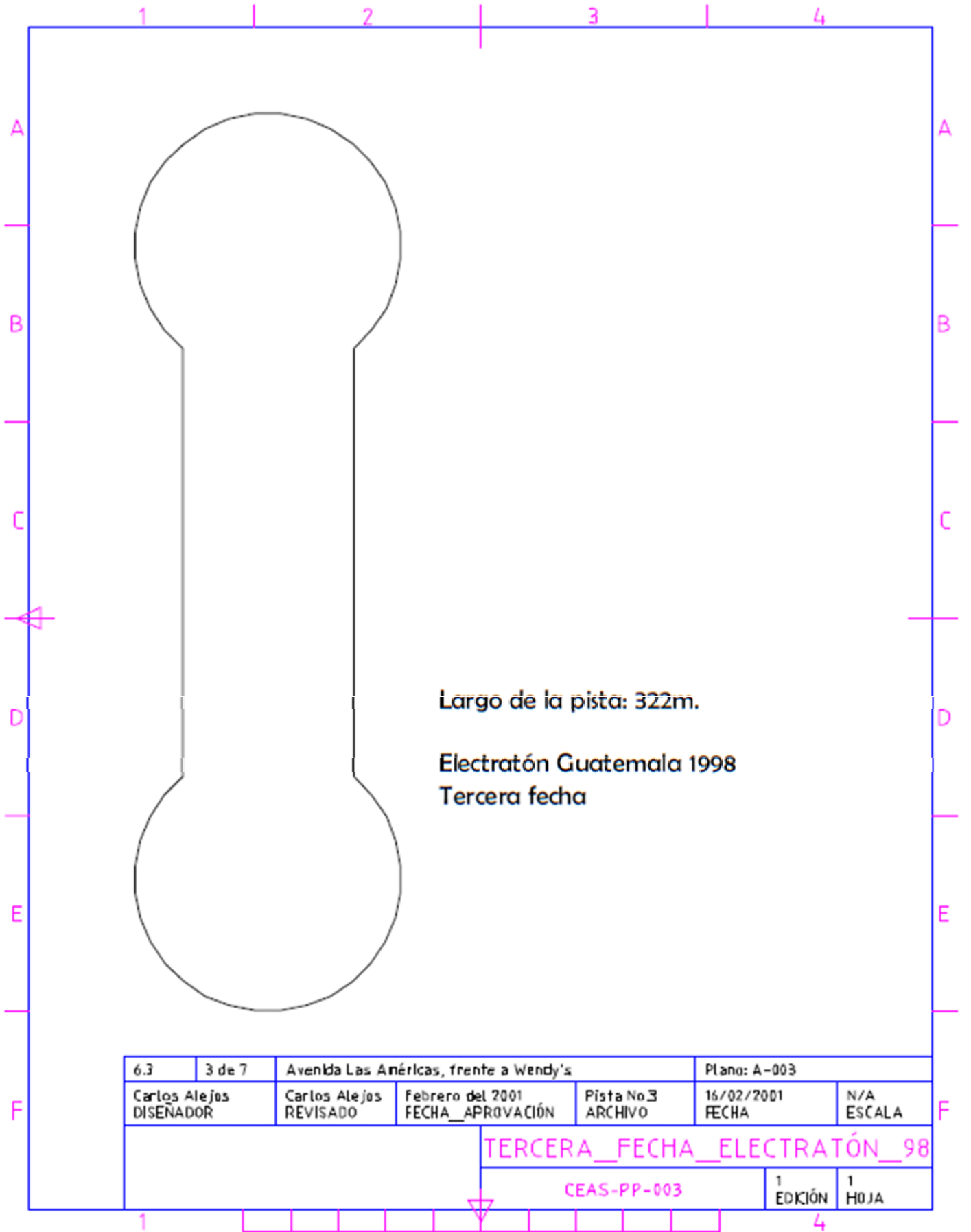
6.1	1 de 7	Parqueo Facultad de Ingeniería, USAC			Plano: A-101	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Febrero del 2001 FECHA_APROVACIÓN	Plata No.1 ARCHIVO	16/02/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				PRIMERA_FECHA_ELECTRATÓN_98		
				CEAS-PP-001	1 EDICIÓN	1 HOJA

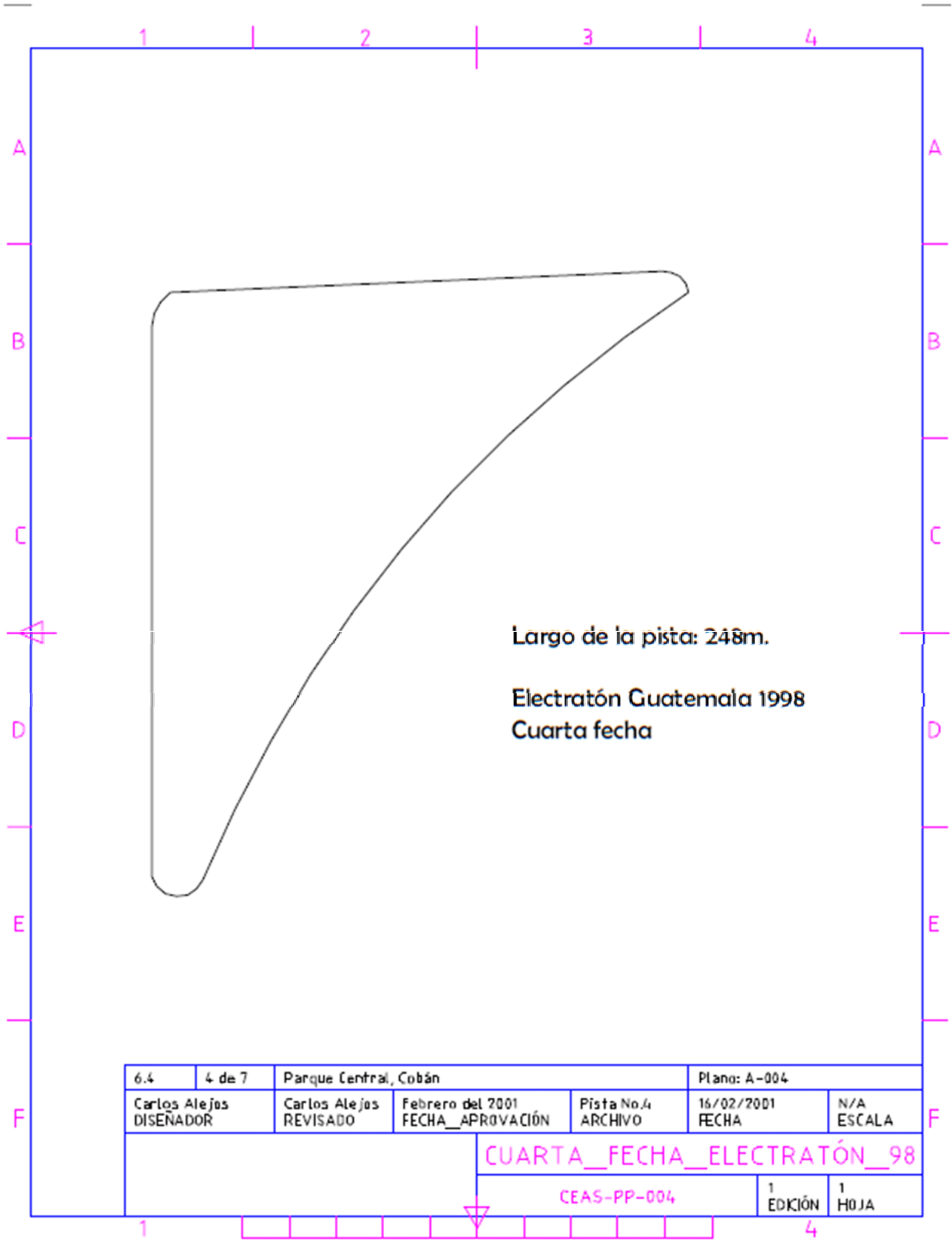


Largo de la pista: 320m.

Electratón Guatemala 1998
Segunda fecha

6.2	2 de 7	Parqueo del Puerto San José			Plano: A-002	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Febrero del 2001 FECHA_APROVACIÓN	Pista No.2 ARCHIVO	16/02/2001 FECHA	N/A ESCALA	
				SEGUNDA_FECHA_ELECTRATÓN_98		
				CEAS-PP-002	1 EDICIÓN	1 HOJA

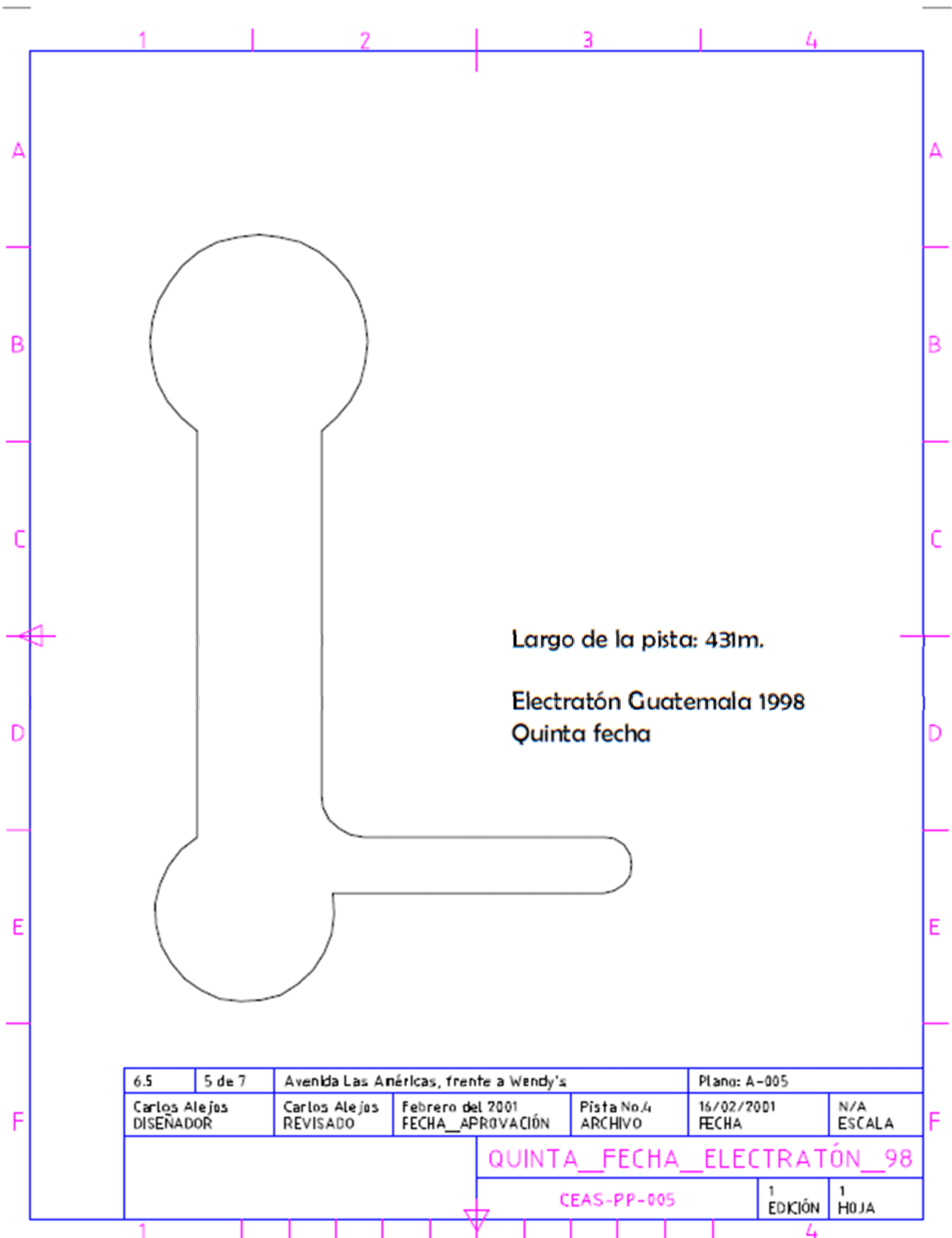


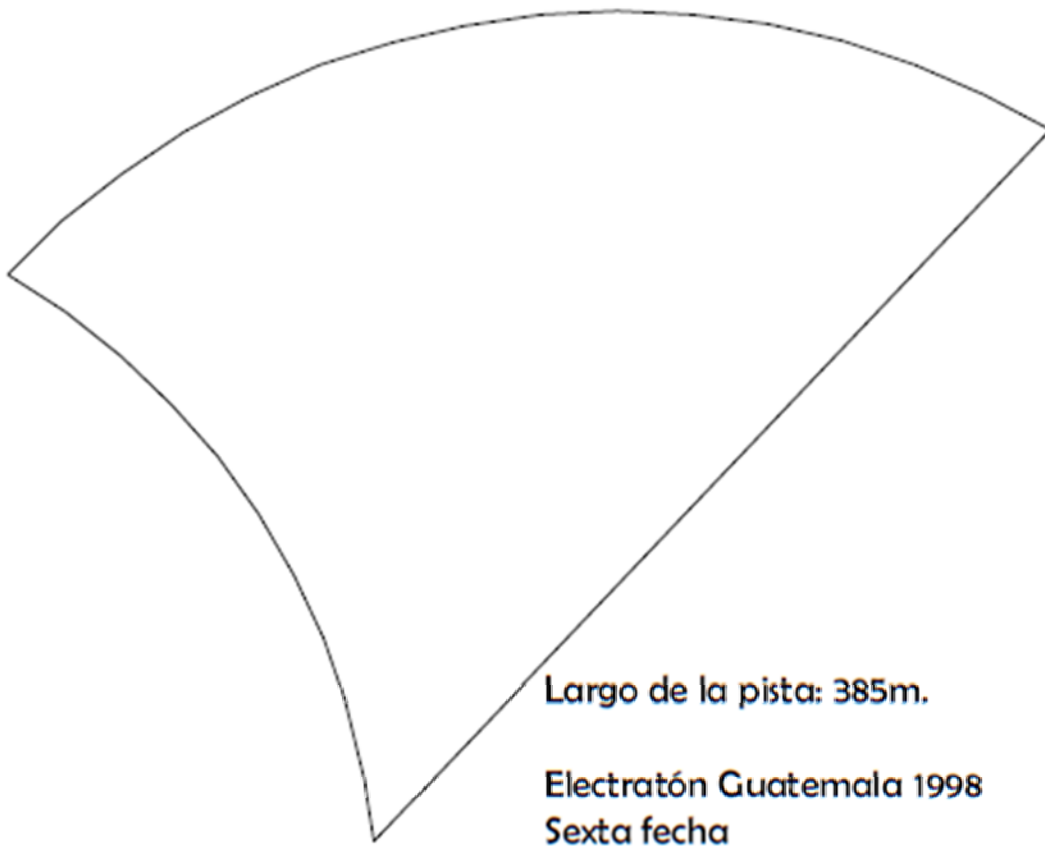


Largo de la pista: 248m.

Electratón Guatemala 1998
Cuarta fecha

6.4	4 de 7	Parque Central, Cobán			Plano: A-004	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Febrero del 2001 FECHA_APROVACIÓN	Pista No.4 ARCHIVO	16/02/2001 FECHA	N/A ESCALA	
			CUARTA_FECHA_ELECTRATÓN_98			
				CEAS-PP-004	1 EDICIÓN	1 HOJA



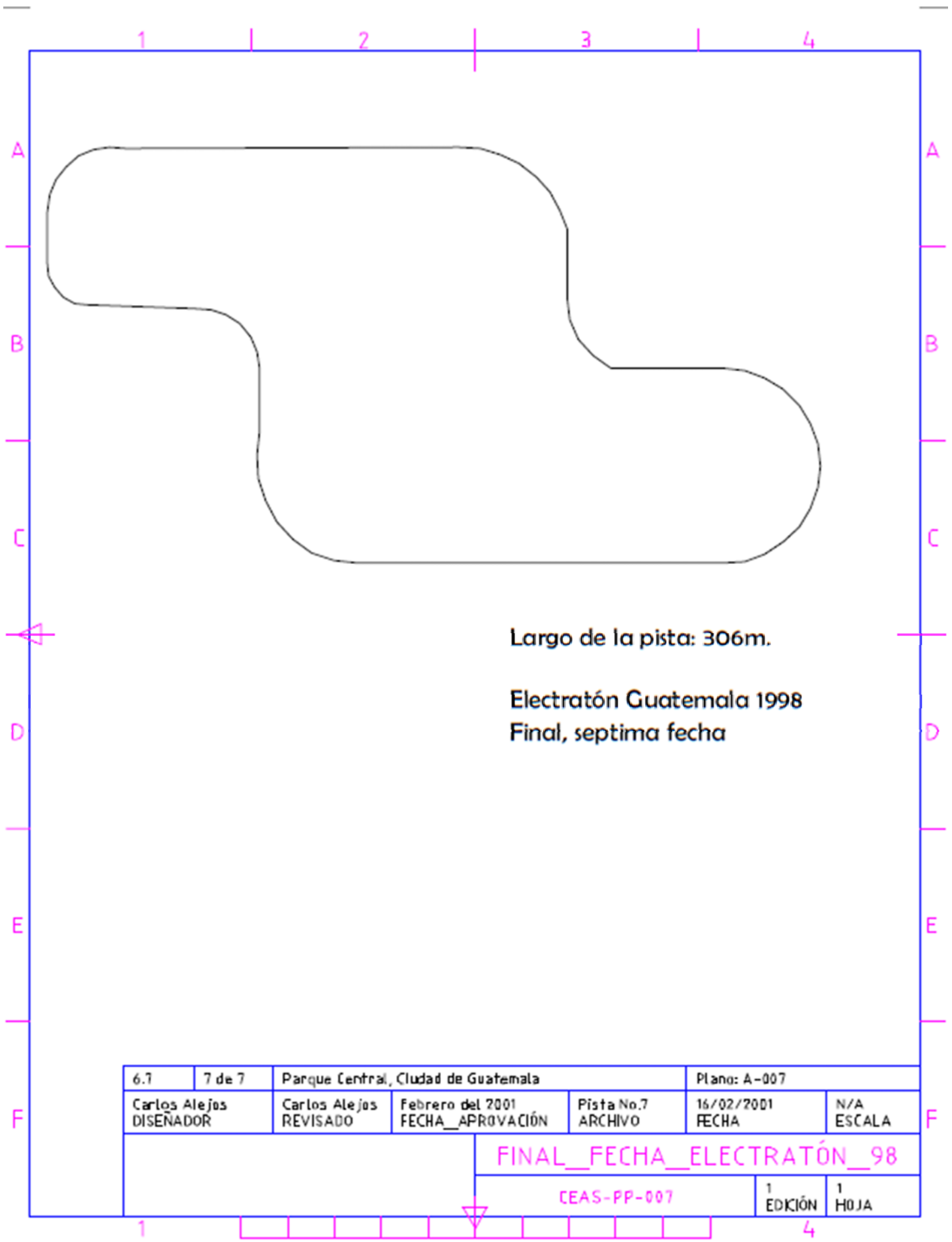


Largo de la pista: 385m.

Electratón Guatemala 1998

Sexta fecha

6.6	6 de 7	Periférico de Quetzaltenango			Plano: A-006	
Carlos Alejos DISEÑADOR	Carlos Alejos REVISADO	Febrero del 2001 FECHA_APROVACIÓN	Pista No.5 ARCHIVO	16/02/2001 FECHA	N/A ESCALA	
			SEXTA_FECHA_ELECTRATÓN_98			
				CEAS-PP-006	1 EDICIÓN	1 HOJA



B. Resultados

Tabla 12 Resultados del Air Droopy en Electratorón Guatemala 1998

PISTA		PILOTO	PUESTO
1 ^{ra} Fecha	USAC	Diego Navarro Castro-Conde	1ro.
2 ^{da} Fecha	Puerto Quetzal	Carlos Alejos Sparks	1ro.
3 ^{ra} Fecha	Ave. Las Américas	Diego Navarro Castro-Conde	3ro.
4 ^{ta} Fecha	Coban	Carlos Alejos Sparks	4to.
5 ^{ta} Fecha	Ave. Las Américas	Diego Navarro Castro-Conde	8vo.
6 ^{ta} Fecha	Quetzaltenango	Katia Lewin Palomo	4to.
Fecha Final	Parque Central	Carlos Alejos Sparks	1ro.

C. Análisis de las carreras

1. Primera fecha

Tabla 13 Datos generales, primera fecha

Lugar: Estacionam	iento USAC
Fecha: 19/07/98	
Piloto:	Diego Navarro Castro-Conde
Vehículo:	Air Droopy 1

a. Estrategia. Como esta fue la primera carrera y no se había tenido tiempo suficiente para realizar pruebas se decidió esforzar el vehículo lo menos posible. Correr a la velocidad del grupo y tomar la delantera hacia el final. Se controló el voltaje de las baterías en todo momento y no se forzó mecánicamente el vehículo. Se mantuvo informado al piloto de las condiciones de la pista, de su posición con respecto a otros corredores durante la hora completa del evento.

b. Cronología. El piloto corrió con el grupo el cual se redujo con el transcurrir del tiempo. La mayoría de los vehículos abandonaron por desperfectos mecánicos. A los 45 minutos de iniciada la carrera quedaban únicamente dos carros en la competencia, el Air Droopy estaba

colocado en la segunda posición. Cinco minutos antes de la hora se pasó a la primera posición y se le cerró una vuelta al segundo lugar. Dos minutos más tarde la batería del carro Anda S olo (segundo lugar) quedó sin carga. Al finalizar la carrera se dieron cinco vueltas más que el segundo lugar.

c. Observaciones. Para terminar la carrera el vehículo debe resistir mecánicamente las exigencias de la pista y del manejo del piloto.

El voltaje de las baterías debe mantenerse por encima de los 34V (voltios) durante todo el evento.

No se debe manejar acelerando (se aclara que acelerando se refiere al aumento en la velocidad y no a su significado físico) ni frenando constantemente.

El manejo debe ser pasivo. Esto quiere decir que se debe mantener una velocidad lo más constante posible, evitando girar precipitadamente, frenar únicamente cuando sea necesario y aumentar la velocidad solamente en caso de un rebase a otro competidor.

Se encontró un difícil control del vehículo en el momento del frenado.

d. Modificaciones. Se agregaron paneles de lámina galvanizada para desviar el aire de manera que se pueda enfriar el motor. Se incorporó un termómetro para el control de la temperatura de la carcasa del motor.

e. Recomendaciones. La forma en la que se maneje determinará si se termina la carrera, las baterías pueden durar la hora y el carro resistir mecánicamente.

2. Segunda fecha

Tabla 14 Datos generales, segunda fecha

Lugar:	Puerto San José
Fecha: 02/08/98	
Piloto:	Carlos Alejos Sparks
Vehículo:	Air Droopy 1

a. Estrategia. En el arranque se salió en primera posición, la idea era mantener esta posición durante toda la carrera sin excederse de 40A (amperios). En el área de mantenimiento se lleva el control del resto de los competidores. El personal de mantenimiento informa al piloto de los cambios de posición y tiempo transcurrido al piloto.

b. Cronología. En la parrilla de arranque el Air Droopy estaba en la primera posición, la que se perdió inmediatamente después de iniciada la carrera. La gran mayoría de los competidores emprendieron a toda marcha, similar a como se hace en las carreras de carros con motores de combustión interna. Se marchaba rápidamente en las rectas y frenando antes de entrar a una vuelta. Varios pilotos recalentaron sus motores o bien dañaron mecánicamente los vehículos.

En el área de mantenimiento no se llevó el control adecuado de los posibles punteros y la comunicación con el piloto fue deficiente. El piloto no conocía su situación comparada con el resto de los participantes. Se optó por aumentar la velocidad a la que se corría. Esto causó que el voltaje de la batería bajara y que subiera la temperatura del motor.

Al finalizar no se tenía la certeza de la posición del Air Droopy en esta competencia. El conteo oficial otorgó la primera posición al Air Droopy con dos (2) vueltas sobre el segundo lugar.

c. Observaciones. Por el tipo de competencia, donde los vehículos caminan a muy variadas velocidades; el piloto no tiene la posibilidad de controlar a sus oponentes y es por ello que debe ser asistido por el personal en el área de mantenimiento. La mala comunicación entre mantenimiento y piloto debe mejorarse de modo que se pueda reaccionar con agilidad frente a las nuevas condiciones.

El control de la temperatura del motor es crucial. Al aumentar la temperatura del embobinado aumenta la resistencia interna del motor lo que a su vez causa un mayor consumo de corriente y un aumento de temperatura del motor.

Los paneles que se utilizaron para el enfriamiento del motor no dieron resultado. El flujo de aire estaba dirigido a la carcasa del motor, y esto por ser tan masiva, no causaba un cambio significativo. Por otro lado, el embobinado, la parte interna del motor que interesa enfriar no fue atendida.

d. Modificaciones. No se hicieron modificaciones en el carro. Se inició la construcción del Air Droopy 2. Los planos presentados por este trabajo son los que corresponden a este segundo modelo.

Las modificaciones que se realizaron están basadas en las observaciones de las dos carreras anteriores. Se reduce el peso cambiando el tubo de lámina de 1½ pulgadas a tubo de ¾ de pulgada de diámetro externo, y siguiendo la misma configuración. La suspensión delantera se modifica por completo, se cambia la hoja de resorte (suspensión no individual) por una suspensión individual, mecanismo de cuatro barras. Con esto se logra un movimiento más uniforme de las ruedas delanteras eliminando la dificultad del control durante el frenado. La llanta trasera, fue reducida de tamaño, igual a las usadas para la dirección (delanteras). Entre el engrane y la rueda trasera se implementó un sistema de retro pedal, rueda libre. Con este sistema la rueda puede girar libremente, sin el frenado causado por el motor cuando no se está presionando el acelerador.

e. Recomendaciones. Durante la carrera el piloto debe preocuparse de manejar de la forma más suave posible. A una velocidad constante y tratando de frenar y acelerar lo menos permisible. En este tipo de evento se tiene que conducir a la misma velocidad en rectas y vueltas, de lo contrario se requerirá de un mayor consumo de energía de las baterías.

El piloto debe vigilar la temperatura del motor, el tiempo de carrera, amperaje, voltaje de las baterías y eventualmente batallar con el tráfico. Esto hace muy difícil que se tenga control sobre los otros competidores y sus posiciones en la carrera, por ello esta responsabilidad debe ser asumida por el personal de mantenimiento. Son ellos los que toman la decisión de la nueva estrategia a seguir y de comunicarla al piloto. Es mejor si se utiliza un sistema de radio comunicación creando un canal abierto y permanente durante la totalidad del tiempo del evento.

3. Tercera fecha

Tabla 15 Datos generales, tercera fecha

Lugar:	Ave. Las Américas
Fecha: 16/08/98	
Piloto:	Diego Navarro Castro-Conde
Vehículo:	Air Droopy 1

a. Estrategia. Se implementó un sistema de control de vehículos en el área de mantenimiento y se complementa con un sistema de comunicación por radio.

La pista es larga y tiene dos vueltas relativamente rápidas, se correrá a una mayor velocidad que las pistas anteriores utilizando un piñón más grande.

b. Cronología. Nuevamente se da inicio a la competencia en la posición de privilegio en la parrilla de arranque. Al igual que en las carreras anteriores la mayoría de los pilotos salieron a toda velocidad. El piloto del Air Droopy recibe instrucción de mantener un paso firme a una velocidad continua. De nuevo, con el pasar del tiempo, muchos carros fueron abandonando la prueba por fallas mecánicas, recalentamiento de motor y la más común, descarga del banco de baterías. En la competencia quedaron unos cinco vehículos los que estaban distribuidos a lo largo de la pista.

El carro Enygma, de la Universidad del Valle tuvo la delantera durante una media hora imponiendo un ritmo bastante rápido. El Enygma y los carros que le seguían quedaron sin batería suficiente para estar en la punta.

El personal de mantenimiento pidieron al piloto del Air Droopy que aumentara la velocidad cuando faltaban diez minutos para que finalizara la prueba. Después de confirmar la instrucción se supo que el voltaje del banco de baterías estaba cerca de los 34V (voltios) y que el carro no aumentaba velocidad pero sí amperaje al acelerarlo. Se decidió no aumentar el paso para cuidar la poca energía en las baterías. Quedando otros dos carros en la competencia con la carga suficiente se terminó en una tercera posición.

c. Observaciones. Al utilizar un piñón más pequeño para aumentar la velocidad no se tomó en cuenta la potencia necesaria para lograrlo. El motor no tenía la capacidad para caminar más rápido y en consecuencia el consumo de las baterías fue mayor al esperado.

El control que se llevó a cabo en el área de mantenimiento fue satisfactoria, y los resultados computados coincidían con los datos oficiales.

Es necesario hacer pruebas con los diferentes piñones para comprobar el comportamiento en condiciones de competencia.

Nunca se deben usar elementos nuevos en una competencia que no hayan sido probados previamente, el resultado puede ser muy negativo como en este caso.

d. Modificaciones. No se realizaron modificaciones debido a que se estaba terminando la construcción del Air Droopy 2.

e. Recomendaciones. Antes de incorporar a un equipo nuevo al vehículo de competencia es necesario que se realicen pruebas de confiabilidad y que se comparen los resultados con pruebas anteriores. De este modo se podrá cuantificar el beneficio del nuevo equipo.

El piloto debe informar a los de mantenimiento de cualquier anomalía en el carro. Con la información se puede tomar la mejor decisión para obtener el mejor resultado posible. De igual manera el personal en mantenimiento debe informar al piloto de su posición en la carrera para que este pueda reaccionar. En caso de un accidente, informar la ubicación para evitar un futuro accidente.

4. Cuarta fecha

Tabla 16 Datos generales, cuarta fecha

Lugar: Cobán	
Fecha: 06/09/98	
Piloto:	Carlos Alejos Sparks
Vehículo:	Air Droopy 2

a. Estrategia. Se correría con un nuevo carro en una pista corta, con vueltas cerradas y poco espacio para rebasar. Con la experiencia de las tres carreras previas se esperaba que los competidores corrieran a toda velocidad hasta acabar sus baterías. El Air Droopy debía correr con

precaución y mantener una posición no muy lejana al primer lugar pero sin comprometer el consumo de energía de las baterías. El personal de mantenimiento controló a los cinco carros punteros en el campeonato para informar de su posición al piloto.

Debido a que se tenía problema con la cadena, la que se salía de curso en las vueltas, se pidió al piloto tratar de dar las vueltas lo más abierto posible.

b. Cronología. Como era de esperar, los conductores iniciaron la carrera intentando tomar la primera posición. Debido a que la pista era muy cerrada se dieron varios percances. Rápidamente se formó una cola de carros, uno persiguiendo a otro. La mayoría de los pilotos ya estaban manejando de modo que se pudiera ahorrar batería, pero se pudo notar tres o cuatro vehículos que intentaban caminar más rápido. Con unos veinte minutos de competencia nos topamos con el primer problema, la cadena se descarriló. Hubo necesidad que el personal de mantenimiento corriera al Air Droopy para hacer las reparaciones necesarias. En poco tiempo se regresó a la carrera.

Por la pérdida de tiempo se aumentó la velocidad, para alcanzar a los primeros puestos. Diez minutos transcurrieron para que nuevamente se incurriera en el mismo problema. Fueron muchos los carros que sufrieron desperfectos, y varios que los obligaron a retirarse. La nueva pérdida de tiempo obligó a aumentar la velocidad considerablemente. En poco tiempo se ponía el Air Droopy a una distancia cercana de las primeras posiciones pero se reincidió en el problema de la cadena dos veces más. El carro Anda Solo, en primera posición, sufrió un accidente con otro vehículo y quedó fuera de la competencia.

Cada vez que se reparaba la cadena el piloto condujo el Air Droopy a velocidades cercanas a la máxima tratando de acortar la distancia con el primer lugar. Al finalizar la competencia el Air Droopy obtuvo la cuarta posición. El indicador de voltaje mostraba que se acabó la carrera y que aún se tenía energía para continuar.

c. Observaciones. Era imperativo reparar el desperfecto mecánico que causaba que la cadena se descarrilara.

El nuevo carro era más rápido y ágil que el anterior.

Se logró encontrar una relación en el sistema de transmisión que permitía manejar el carro sin que se calentara el motor y que diera una velocidad aceptable.

d. Modificaciones. Sólo se hizo una modificación, se agregaron dos tubos en la muleta trasera de modo que se fortaleciera y redujera su deformación torsional en las vueltas. Se compraron llantas nuevas para las ruedas delanteras pues ya estaban gastadas.

e. Recomendaciones. Si se va a construir un segundo carro durante el campeonato, no debe usarse hasta que su desempeño sea comprobado en pruebas de manejo. La confiabilidad del automóvil es esencial para conseguir los resultados deseados.

5. Quinta fecha

Tabla 17 Datos generales, quinta fecha

Lugar:	Ave. las Américas
Fecha: 27/09/98	
Piloto:	Diego Navarro Castro-Conde
Vehículo:	Air Droopy 2

a. Estrategia. El problema de la cadena era cosa del pasado, el carro había probado su buen funcionamiento durante las pruebas que se realizaron.

En esta competencia se seguiría la misma estrategia que en la competencia anterior. Se correría a un paso en el que se economizara energía para tener una reserva hacia el final de la competencia. En los últimos minutos se tomaría la primera posición aumentando la velocidad de cada circunvalación.

La comunicación entre el piloto y los de mantenimiento estaba en excelentes condiciones. Cualquier cambio en la carrera sería comunicado de mantenimiento al piloto.

b. Cronología. La carrera inició sin ningún problema. La mayoría de los carros utilizaron una velocidad mucho más conservadora que en carreras anteriores. Desde el inicio el Air Droopy se colocó entre las primeras cinco posiciones y se mantuvo constante. Después de media hora de competencia los primeros automóviles entraron a los de mantenimiento para hacer reparaciones. El recalentamiento del motor era la principal razón de las inevitables paradas.

La pista era la más larga del campeonato y era una tarea difícil para el personal de mantenimiento tener buen control sobre los carros punteros. En ocasiones se presentaron

accidentes de colisiones entre vehículos o desperfectos mecánicos que no pudieron ser reportados al piloto para que tomara precaución.

A los cuarenta minutos de haber dado inicio el evento, el primer y segundo lugar tenían una ardua lucha de posiciones. Esto causó que los carros punteros aumentaran gradualmente la velocidad. Se le indicó al piloto que no los siguiera, que aprovechara el desgaste de la batería de los otros contendientes al final de la prueba. Al transcurrir diez minutos se pidió al piloto dar alcance a los punteros. Se notó en dos vueltas que la velocidad no había aumentado lo suficiente para dar el alcance. Se preguntó al piloto de la situación y condiciones de las baterías. El informe indicaba que la temperatura del motor estaba muy alta y que al acelerar únicamente aumentaba el amperaje pero no así la velocidad. Inmediatamente se le indicó al conductor que redujera su velocidad. Es necesario conseguir el mayor número de vueltas aun cuando no se consiga un primer puesto. Ahora lo importante era tratar de bajar de posición lo menos posible.

Unos minutos transcurrieron para que se agotaran por completo las baterías. El resto de competidores parecían aún tener energía suficiente para continuar. Dos minutos faltaban para que finalizara la hora.

El resultado oficial colocó al Air Droopy en una Octava posición.

c. Observaciones. El Air Droopy tenía algún tipo de desperfecto, durante la carrera no se forzó en ningún momento, sin embargo presentó una descarga prematura de las baterías. Se revisaron las baterías y se encontraban en perfectas condiciones. Era necesario hacer una revisión minuciosa del carro y todos sus componentes para encontrar el error o la pieza dañada.

Se notó entonces que el brazo Ackermann del lado derecho estaba desalineado. Como el brazo es el encargado de dar la geometría correcta a las llantas de dirección en vuelta, se cree que causó una fuerza de resistencia durante toda la carrera. Esta oposición causó el incremento en la temperatura y en el consumo de energía. No se realizaron pruebas para comprobar si éste era el elemento causante del problema, pero después de haber reparado la pieza ya no se tubo descargas prematuras en las baterías.

d. Modificaciones. Se reemplazó el brazo Ackermann del lado derecho y se revisó que el nuevo quedara alineado al igual que el del lado izquierdo.

En la punta del carro se colocó un deflector de viento para reducir la resistencia del aire.

e. Recomendaciones. Cuando se hagan revisiones al vehículo por un desperfecto se debe efectuar un chequeo general. Si se revisa solamente un área específica no se puede garantizar el desempeño del resto de piezas. Por otro lado, al hacer cualquier tipo de modificación se debe comprobar que ésta no afecte de forma negativa a cualquier otro dispositivo o mecanismo en el carro.

Si el carro está cien por ciento listo para una carrera, antes de ésta se debe efectuar una revisión general, apretar tornillos, revisar las baterías, etc. de modo que se pueda constatar y garantizar el buen funcionamiento del carro en la competencia.

No hacer estas revisiones puede resultar en un posible desperfecto a la hora de una carrera, momento en el que no hay tiempo para hacer reparaciones.

6. Sexta fecha

Tabla 18 Datos generales, sexta fecha

Lugar: Quetzaltenango	
Fecha: 18/10/98	
Piloto: Frances	Schellenger
Vehículo:	Air Droopy 2

a. Estrategia. Se revisó el Air Droopy la noche anterior y otra vez unas horas antes de dar inicio a la sexta competencia de Electrón. En ambas revisiones se comprobó el buen estado de todos los elementos de carro.

Se entrenó a un piloto con menor peso para mejorar el desempeño y consumo de energía del vehículo. De este modo se podría caminar más rápido que en las competencias anteriores y ahorrar energía.

Para la carrera en sí, se pensó en correr atrás, pegado al grupo puntero. De modo que no se necesite tanto esfuerzo hacia el final de la competencia para parar a la primera posición. En todo momento se debía tener comunicado al piloto de su posición o bien de una nueva estrategia en caso de necesitarse.

b. Cronología. En esta sexta fecha ingresaron unos tres vehículos nuevos, los que iniciaron la competencia corriendo a toda velocidad. Ninguno de los competidores más experimentados los siguieron, sabiendo que es necesario el ahorro. Los carros que han sido los punteros durante todo el campeonato formaron un grupo a la cabeza los que caminaban a la misma velocidad. Algunos de los carros rezagados eran pasados por este grupo con cierta facilidad. Esta era una tarea dura para el piloto, no pudiendo rebasar a toda velocidad era necesario buscar la oportunidad apropiada para hacerlo y consumir la menor cantidad de corriente.

A veinte minutos de empezada la carrera el Air Droopy sufrió una colisión, un automóvil de la Universidad Francisco Marroquín, New Age. Aparentemente el piloto de New Age topó por atrás al Air Droopy, en la llanta trasera causando que el primero de estos se volcara. Tras el análisis de los jueces no se culpó al piloto del Air Droopy de causar dicho percance.

A la media hora de competencia los corredores nuevos experimentaban una baja en voltaje y tuvieron que abandonar la competencia. Otros más fueron abandonando por diversas situaciones. De los dieciséis que iniciaron quedaban únicamente unos diez para el final de la carrera.

Cuando faltaban doce minutos para que diera fin la competencia el Air Droopy tuvo una colisión al salirse de la pista con un muro de llantas. Inmediatamente se llevó a mantenimiento para hacer las reparaciones necesarias. La llanta del lado derecho se corrió hacia atrás unas tres pulgadas lo que no permitía tener giro a la derecha y que la trayectoria recta fuera errónea. Se dobló la varilla de dirección del lado derecho de modo que se pensara y se pudiera caminar en línea recta. Esto tomó unos cuatro minutos.

Se regresó a la carrera y se le informó al piloto que condujera a toda velocidad. El voltaje era alto y se tenía energía suficiente para hacerlo, era necesario dar alcance a los primeros puestos. Durante siete minutos se logró descantar las vueltas que se perdieron durante la parada en el área de mantenimiento pero no se logró entrar a la meta sino hasta en la cuarta posición.

c. Observaciones. El choque causó un desperfecto mecánico que fue reparado con rapidez en el área de mantenimiento. El personal de mantenimiento trabajó con agilidad y efectividad. A pesar del daño que sufrió el Air Droopy se logró correr a velocidades cercanas a los 40km /h, dando tres circunvalaciones por cada dos del resto de carros punteros.

d. Modificaciones. No se hicieron modificaciones, únicamente las reparaciones necesarias de los daños causados por la colisión.

e. Recomendaciones. El piloto corrió con gran habilidad pero el accidente se hubiera podido evitar con un piloto con un poco más de experiencia.

7. Final

Tabla 19 Datos generales, final

Lugar: Parque	Central
Fecha: 7/11/98	
Piloto:	Carlos Alejos Sparks
Vehículo:	Air Droopy 2

a. Estrategia. Esta carrera era decisiva, se necesitaba conseguir la primera posición y que el Spin XXI, el carro líder en el campeonato entrara en tercera posición. El piloto entrenó por semanas el tipo de manejo y a la vez se probó el desempeño del vehículo. Se correría como equipo con el Enigma, carro de la UVG. Se pasaría lo antes posible a las primeras posiciones desde el principio a modo de poder imponer el paso. El paso debía ser relativamente rápido para obligar al resto de competidores a consumir más energía. De este modo se irían eliminando los competidores con el tiempo.

b. Cronología. Se arrancó en la cuarta posición, la mayoría de los carros iniciaron a correr rápido. Se decidió que era más conveniente alejarse del grupo y ahorrar lo más posible la energía de la batería. Durante la carrera hubo varios carros que se detuvieron por desperfectos, otros que entraban y salían del área mantenimiento en repetidas ocasiones.

El personal de mantenimiento tuvo una ardua tarea controlando las posiciones de cada uno de los carros punteros.

Durante cuarenta minutos el Air Droopy permaneció a media vuelta del grupo que llevaba la delantera. Se le indicó al piloto que se aproximara al grupo como precaución. Se notificó que únicamente quedaban unos cuatro carros en la competencia por los primeros lugares. Sete minutos antes de finalizar la hora se informó al piloto que en el control de los jueces El Air Droopy estaba una vuelta atrás del grupo y se decide pasar para recuperar esa vuelta. El Air Droopy cierra dos vueltas a los primeros lugares asegurando la primera posición. Después de este ataque se percató que el Spin XXI se quedaba sin batería. Al finalizar la competencia el Air

Droopy entra en primer lugar seguido del Enigma, ambos de la UVG y en tercera posición el Spin XXI. Con esta victoria el Air Droopy se proclamaba campeón absoluto de Electratorón Guatemala 1998.

c. Observaciones. El carro estaba en óptimas condiciones, todo funcionaba a la perfección. La experiencia del piloto junto con el apoyo del personal de mantenimiento logró que el Air Droopy caminara sin ningún problema.

d. Recomendaciones. En la forma que se corrió esta carrera se deberían correr todas. El carro debe ser probado hasta el último detalle y cualquier inconveniente debe ser solucionado. El piloto debe conocer el vehículo que conduce, cómo leer e interpretar los instrumentos para conseguir una forma de manejo adecuada.

VII. CONCLUSIONES

A. Diseño

Para el diseño de un vehículo Fórmula Electrónica Experimental es necesario tomar en cuenta aspectos de ergonomía y aerodinámica.

El peso del chasis puede ser reducido utilizando materiales más resistentes así como aplicando geometrías especiales en las estructuras principales.

Los instrumentos dan la información necesaria al piloto del desempeño del vehículo, estos son necesarios y deben colocarse en una posición accesible para el piloto.

Todo elemento que se va a utilizar en un vehículo F/Ex debe ser considerada de modo que el beneficio obtenido sea mayor que el peso o resistencia que se adiciona.

Los cálculos de estructuras, potencia y relación del motor, velocidad, radio de giro, etc. son indispensables para lograr el funcionamiento óptimo.

Los planos deben ser claros y específicos, evitando dudas en el momento de la construcción.

El diseño continúa durante la construcción del automóvil, en el caso de modificaciones necesarias en la etapa de construcción o bien por mejoras necesarias durante el campeonato Electrónica.

En el diseño se deben tomar en cuenta factores económicos y de factibilidad, especialmente en países como Guatemala en donde puede dificultarse la búsqueda de una pieza o personal calificado de manufactura.

Los materiales a utilizar son la base para el diseño, se deben tomar en consideración sus propiedades físicas, químicas, de maquinado y costo a modo de aprovecharlas al máximo.

B. Construcción

La construcción es la etapa fundamental para el funcionamiento del vehículo eléctrico. De la calidad de las piezas depende que estas resistan los esfuerzos y por ende el carro sea confiable.

La mayor exactitud que se pueda conseguir en la fabricación de las piezas ayudará al buen funcionamiento de la misma. Puede reducir desgaste excesivo en piezas adyacentes y la aparición de fuerzas destructivas creadas por geometrías de movimientos erróneos.

Toda pieza que se manufactura o que se compra debe ser probada antes de instalarla en el vehículo, luego se instala y se prueba nuevamente. Esto nos garantiza que la pieza es confiable y que no se romperá durante una competencia.

Las pruebas de desempeño son el examen perfecto para todo el conjunto de piezas, en estas se puede comprobar el manejo del carro eléctrico.

En ocasiones será necesario el repetir piezas, reforzarlas o mejorarlas.

Las pruebas de desempeño son el parámetro adecuado para justificar o no las posibles mejoras en las piezas.

Es necesario el realizar pruebas de desempeño en todo momento, la experiencia que se adquiere es invaluable y permite observar con mayor importancia cualquier detalle que necesite atención.

La mejor forma de conseguir la exactitud de medida es el utilizar mano de obra calificada, esto aumenta la calidad de las piezas pero también su costo.

El material que se utilice como base para la construcción determinará algunos de los procesos de manufactura tales como tipo de soldadura y maquinado.

Es preciso tener en mente que en Guatemala no se consiguen materiales de alta tecnología y para muchos otros, los procesos de maquinado son inaccesibles.

Es imperativo que se utilice equipo adecuado para la fabricación de las piezas como las herramientas correctas para el ensamble y desensamble de las diferentes piezas y partes del carro.

No debe olvidarse que para ciertos materiales es necesario algún tipo de tratamiento contra la corrosión o cualquier otro tipo de reacción que provoque desgaste prematuro, como el uso de lubricantes en áreas de mucha fricción.

C. Competencia

La finalidad de la competencia es recorrer la mayor distancia en un período de una hora, el primer lugar se da al carro que dé más circunvalaciones a la pista. Si se está ganando se debe hacer uso del mínimo esfuerzo para no dañar el vehículo.

En las competencias no se debe probar ningún implemento nuevo, el funcionamiento de estos se debe comprobar en las pruebas.

La comunicación entre el piloto y el personal en el área de mantenimiento debe ser abierta y continua durante el período de competencia.

La estrategia de competencia es de suma importancia, el decidir la velocidad a la que se corre y los lugares donde se debe pasar a los oponentes es tarea de mantenimiento.

La tarea del piloto es acatar las disposiciones del personal en mantenimiento y mantener el vehículo dentro de los parámetros establecidos en las pruebas de desempeño.

Es mejor correr lento al principio y aumentar la velocidad hacia el final de la hora, ya que el número de carros es menor y se guarda energía en las baterías para cualquier tipo de eventualidad.

El tipo de conducción de un carro eléctrico Fórmula Electrónica Experimental es distinto al de un carro de motor de combustión interna.

Durante una competencia se debe mantener una velocidad constante y únicamente acelerar o frenar en caso necesario.

El personal de mantenimiento debe llevar el control de la posición de los otros carros participantes y dar instrucciones al piloto.

El peso del piloto es crítico y puede significar el 50% del peso total del vehículo. El piloto debe conocer el carro, sus habilidades de frenado, vuelta, aceleración, velocidad máxima y otros de modo que se pueda optimizar el manejo durante una competencia.

El equipo de mantenimiento debe estar preparado para cualquier circunstancia de modo que se pueda reparar el desperfecto en el menor tiempo posible.

Al correr nunca se debe manejar consumiendo corriente por arriba de la capacidad de las baterías ni permitir que se recaliente el motor.

VII. CONCLUSIONES

A. Diseño

Para el diseño de un vehículo Fórmula Electrón Experimental es necesario tomar en cuenta aspectos de ergonomía y aerodinámica.

El peso del chasis puede ser reducido utilizando materiales más resistentes así como aplicando geometrías especiales en las estructuras principales.

Los instrumentos dan la información necesaria al piloto del desempeño del vehículo, estos son necesarios y deben colocarse en una posición accesible para el piloto.

Todo elemento que se va a utilizar en un vehículo F/Ex debe ser considerada de modo que el beneficio obtenido sea mayor que el peso o resistencia que se adiciona.

Los cálculos de estructuras, potencia y relación del motor, velocidad, radio de giro, etc. son indispensables para lograr el funcionamiento óptimo.

Los planos deben ser claros y específicos, evitando dudas en el momento de la construcción.

El diseño continúa durante la construcción del automóvil, en el caso de modificaciones necesarias en la etapa de construcción o bien por mejoras necesarias durante el campeonato Electrón.

En el diseño se deben tomar en cuenta factores económicos y de factibilidad, especialmente en países como Guatemala en donde puede dificultarse la búsqueda de una pieza o personal calificado de manufactura.

Los materiales a utilizar son la base para el diseño, se deben tomar en consideración sus propiedades físicas, químicas, de maquinado y costo a modo de aprovecharlas al máximo.

B. Construcción

La construcción es la etapa fundamental para el funcionamiento del vehículo eléctrico. De la calidad de las piezas depende que estas resistan los esfuerzos y por ende el carro sea confiable.

La mayor exactitud que se pueda conseguir en la fabricación de las piezas ayudará al buen funcionamiento de la misma. Puede reducir desgaste excesivo en piezas adyacentes y la aparición de fuerzas destructivas creadas por geometrías de movimientos erróneos.

Toda pieza que se manufactura o que se compra debe ser probada antes de instalarla en el vehículo, luego se instala y se prueba nuevamente. Esto nos garantiza que la pieza es confiable y que no se romperá durante una competencia.

Las pruebas de desempeño son el examen perfecto para todo el conjunto de piezas, en estas se puede comprobar el manejo del carro eléctrico.

En ocasiones será necesario el repetir piezas, reforzarlas o mejorarlas.

Las pruebas de desempeño son el parámetro adecuado para justificar o no las posibles mejoras en las piezas.

Es necesario el realizar pruebas de desempeño en todo momento, la experiencia que se adquiere es invaluable y permite observar con mayor importancia cualquier detalle que necesite atención.

La mejor forma de conseguir la exactitud de medida es el utilizar mano de obra calificada, esto aumenta la calidad de las piezas pero también su costo.

El material que se utilice como base para la construcción determinará algunos de los procesos de manufactura tales como tipo de soldadura y maquinado.

Es preciso tener en mente que en Guatemala no se consiguen materiales de alta tecnología y para muchos otros, los procesos de maquinado son inaccesibles.

Es imperativo que se utilice equipo adecuado para la fabricación de las piezas como las herramientas correctas para el ensamble y desensamble de las diferentes piezas y partes del carro.

No debe olvidarse que para ciertos materiales es necesario algún tipo de tratamiento contra la corrosión o cualquier otro tipo de reacción que provoque desgaste prematuro, como el uso de lubricantes en áreas de mucha fricción.

C. Competencia

La finalidad de la competencia es recorrer la mayor distancia en un período de una hora, el primer lugar se da al carro que dé más circunvalaciones a la pista. Si se está ganando se debe hacer uso del mínimo esfuerzo para no dañar el vehículo.

En las competencias no se debe probar ningún implemento nuevo, el funcionamiento de estos se debe comprobar en las pruebas.

La comunicación entre el piloto y el personal en el área de mantenimiento debe ser abierta y continua durante el período de competencia.

La estrategia de competencia es de suma importancia, el decidir la velocidad a la que se corre y los lugares donde se debe pasar a los oponentes es tarea de mantenimiento.

La tarea del piloto es acatar las disposiciones del personal en mantenimiento y mantener el vehículo dentro de los parámetros establecidos en las pruebas de desempeño.

Es mejor correr lento al principio y aumentar la velocidad hacia el final de la hora, ya que el número de carros es menor y se guarda energía en las baterías para cualquier tipo de eventualidad.

El tipo de conducción de un carro eléctrico Fórmula Electrónica Experimental es distinto al de un carro de motor de combustión interna.

Durante una competencia se debe mantener una velocidad constante y únicamente acelerar o frenar en caso necesario.

El personal de mantenimiento debe llevar el control de la posición de los otros carros participantes y dar instrucciones al piloto.

El peso del piloto es crítico y puede significar el 50% del peso total del vehículo. El piloto debe conocer el carro, sus habilidades de frenado, vuelta, aceleración, velocidad máxima y otros de modo que se pueda optimizar el manejo durante una competencia.

El equipo de mantenimiento debe estar preparado para cualquier circunstancia de modo que se pueda reparar el desperfecto en el menor tiempo posible.

Al correr nunca se debe manejar consumiendo corriente por arriba de la capacidad de las baterías ni permitir que se recaliente el motor.

VIII. RECOMENDACIONES

Antes de iniciar cualquier trabajo sobre la construcción o diseño de un carro F/E es bueno dedicar un tiempo a la investigación sobre el tema, saber cuáles son los materiales con los que se cuenta, el equipo y sobre todo con el capital económico. Este, al igual que cualquier otro proyecto de ingeniería, está limitado por la cantidad de fondos disponibles para realizarlo. El no poner atención a esto causará que el proyecto no se concluya o al desaprovechamiento de los recursos disponibles.

En Guatemala se presenta un problema adicional en lo que respecta a los materiales de construcción. Gran cantidad de materiales de alta tecnología no se pueden encontrar en la región y el importarlos tiene la limitación de los trabajos que se le deseen hacer. Para maquinado de metales como el Titanio es necesario un proceso especial de gas inerte. La dificultad de hallar el equipo y la mano de obra sólo agregará retrasos y problemas en la etapa de construcción. Es recomendable eliminar la mayor cantidad de problemas, más aun si existen alternativas viables.

El procedimiento de construcción de los vehículos es realizado por estudiantes de ingeniería, en su mayoría, y su experiencia en el maquinado y otros procesos es limitado (en la mayoría de los casos). Por esto se recomienda que los trabajos especializados los lleven a cabo personas capacitadas garantizando la calidad de la o las piezas. Una pieza defectuosa causará la necesidad de su reposición y un retraso en el proyecto, tiempo que podría ser aprovechado de mejor forma.

Si bien es necesario hacer cálculos para el diseño, es buena práctica hacer pruebas con las piezas ya terminadas. De este modo se podrá comprobar fehacientemente que todos los componentes del carro soportarán las exigencias y esfuerzos durante una competencia. En la práctica los materiales no son homogéneos como se toman en cuenta en los análisis teóricos y un defecto del material puede causar un fallo o mal funcionamiento.

Es muy recomendable hacer la mayor cantidad de pruebas posibles con el carro de modo que cualquier defecto pueda ser identificado y rectificado antes de una competencia. Por otro lado se obtiene una experiencia invaluable para el piloto, ya que aprenderá a manejar un vehículo eléctrico. La otra función de las pruebas es el comprobar el efecto de equipo nuevo instalado como podría serlo un sistema de disipación de calor para el motor. Se compara la prueba sin el disipador y con el disipador, luego se podrá decidir si el peso extra vale la pena o no.

La forma del manejo del vehículo eléctrico es esencial para obtener el mejor resultado posible durante la competencia. Electratrón no es una carrera de velocidad, el objetivo es recorrer la mayor distancia posible con el menor consumo de energía, y esto se obtiene con un manejo adecuado. Se camina a una velocidad lo más constante posible y se acelera o frena únicamente cuando sea indispensable.

El piloto, durante una competencia, debe poner toda su atención a manejar conservando la mayor cantidad de energía posible. Para lograrlo se controla el amperaje, voltaje, temperatura del motor y otros. Todo esto limita la posibilidad de controlar al resto de los competidores. Es entonces donde inicia la tarea del área de mantenimiento. En el área de mantenimiento el personal controla la posición del resto de los competidores y propone la estrategia a seguir durante la carrera.

La idea sobre cómo se debe correr siempre va a girar alrededor de un principio. Se debe caminar a una velocidad lo más constante posible y dejando una reserva de energía que puede ser necesitada hacia el final de la competencia. Manejar en una posición no tan competitiva donde el piloto sienta la necesidad de variar su velocidad y por ende consumir mayor cantidad de energía. La agresividad se limita hacia los últimos diez minutos de la competencia.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Askeland, D. *La Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México, Grupo Editorial
1987 Iberoamérica, S.A. de C.V., 565pp
- Deutschman, A. *Diseño de Máquinas*. México, Compañía Editorial Continental, S.A.
1985 972pp
- Electronic Motors Regulations. *Reglamento Fórmula Sol, S.C.*, EEUU, 36pp
1992
- Norton, R. *Diseño de Maquinaria*. México, M^cGraw Hill, 793pp
1995
- Padilla, B. *Diseño de Construcción de Vehículos Eléctricos*. México, 30pp
1997
- Robertson, J. *Mecánica de Fluidos*. 2da. ed. México, M^cGraw Hill, 680pp
1991
- Union of Concerned Scientists. *Electric car transportation*. EEUU
1998 ucsusa.org/transportation/cars.html

Apéndice A

Reglamento de construcción y competencia

Fórmula Sol, S.C. reconoce que el presente reglamento fue adaptado a partir del documento "1992 Electric Motor Sport Regulations and Competition Guidelines" editado por Clean Air Revival, Inc., coordinado por su entonces director Stephen Lee Van Ronk. Fórmula Sol, S.C. modificó dicho reglamento, de acuerdo con la experiencia adquirida en el campeonato ELECTRATÓN MÉXICO 1995 y 1996.

La traducción de este reglamento al español fue ágilmente realizada por el Ing. Fernando Rejón Ruíz de Velasco y, la edición, por Fórmula Sol, S.C.

Este reglamento está registrado en Derechos de Autor y rige todos los eventos ELECTRATÓN MÉXICO organizados por Fórmula Sol, S.C. Si usted desea hacer modificaciones, adiciones, comentarios o aclaraciones, por favor póngase en contacto con las oficinas de Fórmula Sol, S.C.

De acuerdo con Clean Air Revival, cualquier organización que desee usar este reglamento como directriz para sus propios eventos podrá hacerlo y recibirá nuestro apoyo, siempre y cuando se reconozca el esfuerzo realizado por Clean Air Revival, Inc. y por Fórmula Sol, S.C.

CONTENIDO

1. Introducción
2. Reglamento de Diseño
 - 2.1. Sistema Eléctrico
 - 2.2. Sistema Mecánico
 - 2.3. Seguridad
 - 2.4. Carrocería
3. Reglamento de Competencia
4. Reglas Suplementarias
5. Reglas de Pista

Introducción

El reglamento aquí presentado se ha desarrollado como base para PROMOVER LA PARTICIPACIÓN DE L PÚBLICO en un reto que tiene gran potencial para contribuir a la regeneración del equilibrio ecológico por medio de la capacitación, el deporte y la recreación: las competencias de vehículos eléctricos categoría Fórmula Electrón Experimental (F/Ex).

La categoría F/Ex se define como el vehículo eléctrico en su mínima expresión, simplificado al máximo; tiene la cualidad de estar constituida por vehículos de muy bajo costo y fácil construcción, por lo cual inevitablemente lleva a un más rápido desarrollo de la tecnología del transporte limpio y sustentable que tanto se necesita.

Los vehículos eléctricos, comparados con los propulsados por gasolina, son sorprendentemente simples, requieren muy poco mantenimiento, no emiten contaminantes, virtualmente no hacen ruido y su manejo es divertido.

En años recientes ha sido notable el incremento en el conocimiento de los vehículos eléctricos. El acceso a componentes de buena calidad para construir uno se ha mejorado tan dramáticamente que la construcción de transporte eléctrico práctico está ahora al alcance de cualquier mecánico amateur. Cualquier ciudadano puede ser un valioso participante, gracias a la tecnología fácilmente accesible de la categoría F/Ex.

Al revisar la historia, vemos que gran parte de la tecnología del automóvil se ha desarrollado en el ámbito de las competencias de autos. Ahora el vehículo eléctrico está siguiendo el mismo patrón de evolución que siguió el auto de gasolina hace alrededor de cien años, con una diferencia: el diseño y la construcción de vehículos eléctricos está actualmente reconocido como un compromiso esencial si se espera mantener una calidad de vida aceptable en este planeta. Aun considerando los esfuerzos recientes de la industria automotriz por crear transporte eléctrico, esta es una área donde la educación del público es un factor directriz, pues la industria responde a las demandas del mercado.

El reglamento aquí presentado es producto de 17 años de experiencia en competencias de vehículos electrón: desde 1978 cuando éstas se iniciaron en Inglaterra, continuando después en Australia, Estados Unidos y México (el reglamento internacional ya incluye una regla surgida de la experiencia mexicana). Este reglamento busca servir como formato mediante el cual un individuo pueda contribuir al esfuerzo de desarrollo tecnológico, y a la regeneración del equilibrio ecológico, en auténtico espíritu deportivo.

¡Nos vemos en la pista!

II

Reglamento de diseño de vehículos Electrón

El reglamento de diseño que a continuación se expone, se presenta como directriz para aquellos que diseñen vehículos de competencia ELECTRÓN FÓRMULA EXPERIMENTAL (F/Ex). Las reglas han sido creadas para la seguridad de los participantes. Los vehículos que utilicen técnicas de construcción y materiales diferentes a las que se exponen aquí serán evaluados en cuanto a su seguridad y maniobrabilidad; si aprueban favorablemente estos parámetros, podrán competir en los eventos organizados por Fórmula Sol. De esta manera deseamos promover que nuevas tecnologías sean incorporadas en los vehículos.

A. Sistema eléctrico

1. Baterías

- 1.1. Las baterías deberán ser de tipo comercial, recargables, de plomo-ácido y no podrán ser modificadas para incrementar su desempeño.
- 1.2. El peso máximo permitido para baterías es de 40 kilos.
- 1.3. Las baterías deberán estar totalmente contenidas dentro de una caja de un material resistente al ácido sulfúrico y no conductor de electricidad. La caja de baterías deberá sujetarse a la estructura del vehículo de manera que permanezca en su lugar en caso de volcadura o colisión. Esta caja deberá tener una tapa sujeta firmemente que no se libere en caso de volcadura, y deberá ser capaz de retener el ácido de las baterías en caso de accidente. La caja de las baterías deberá tener un letrero de 15x15 cm con la leyenda "Precaución Ácido Corrosivo".
- 1.4. La caja de baterías debe tener ventilación para evitar la acumulación de vapores de hidrógeno. Esta ventilación debe ser tal que no se corra el riesgo de que, en caso de un derrame de ácido sulfúrico, éste haga contacto con el piloto.
- 1.5. El vehículo deberá usar las mismas baterías durante toda la competencia.
- 1.6. Las baterías únicamente podrán ser recargadas antes o al final de la carrera, pero nunca durante la misma. El frenado regenerativo y sistemas fotovoltaicos integrados al vehículo son las únicas formas permitidas de recarga de baterías durante la carrera.

Las baterías serán revisadas y marcadas por los oficiales antes de cada competencia.

2. Celdas solares

- 2.1. Se permite colocar sobre el vehículo un metro cuadrado de celdas solares. Esta área incluye el área de captación fotovoltaica, más no el espacio entre celdas. Las celdas deberán estar montadas sobre la carrocería de tal manera que no sobresalgan ni pongan en peligro a otros.

3. Baterías suplementarias

- 3.1. Se consideran baterías suplementarias aquellas utilizadas únicamente para radios e instrumentación. Estas baterías son reemplazables en cualquier momento, su peso no está restringido y deberán estar conectadas de tal manera que no ayuden a la propulsión.

4. Calibres de cable

4.1. Los cables de potencia que conectan a las baterías con el controlador y el motor, deberán ser del calibre adecuado para la corriente máxima que se puede esperar, conforme a las tablas estándares de la NEC (National Electrical Code). Las tablas NEC son tablas estándares que se manejan mundialmente. Se pueden encontrar en cualquier libro de instalaciones electromecánicas o en tiendas de material eléctrico.

5. Fusibles e interruptores

5.1. Todos los vehículos deberán tener un fusible y un interruptor de circuitos entre el controlador y la batería. Un interruptor maestro o un interruptor de circuitos deberá estar fácilmente accesible tanto al piloto como a los oficiales durante la carrera.

5.2. Fusible principal. Todos los vehículos deberán tener un fusible de capacidad no mayor a 150% de la máxima corriente esperada. El fusible deberá estar conectado en serie con el banco de baterías, en la terminal positiva, sin que haya ningún otro componente entre ellos. Para el fusible principal no está permitido utilizar interruptores termomagnéticos.

5.3. Interruptor principal. Todos los vehículos deberán tener un interruptor principal capaz de interrumpir a plena carga cualquier suministro de corriente al motor. Éste debe estar accesible tanto al piloto como a una persona en el exterior del vehículo. Este interruptor deberá estar marcado con un triángulo equilátero (de mínimo 10 cm. por lado), color amarillo, de contorno negro y con un rayo rojo en el centro.

6. Acelerador

6.1. El mecanismo del acelerador debe ser tal que, al soltarse, regrese a la posición cero, en la cual no deberá suministrar corriente al motor.

7. Aislamiento del chasis

7.1. El chasis deberá estar totalmente aislado eléctricamente. Todas las conexiones deberán estar sujetas firmemente para evitar que se liberen y puedan tocar el chasis o causar una descarga eléctrica.

B. Sistema mecánico

8. Ruedas y ejes

8.1. El peso de los vehículos deberá estar apoyado en un mínimo de tres ruedas.

8.2. Las ruedas y ejes deberán ser lo suficientemente fuertes para someterse a las pruebas de escrutinio para frenos y maniobrabilidad. Las ruedas deberán estar cubiertas si existe la posibilidad de que el piloto tenga un contacto inadvertido con las ruedas.

9. Dirección

- 9.1. Tamaños mínimos han sido establecidos para las partes de dirección con el fin de disminuir la probabilidad de fallas. Los brazos de dirección, las rótulas (ball joints) y los soportes utilizados para montar todos los componentes de la dirección, deberán ser no más débiles que una barra de acero de 5/16" de diámetro. El uso de espárragos de acero dulce no está permitido.
- 9.2. El giro de la dirección debe tener topes físicos que limiten su carrera para evitar un exceso de giro en las ruedas.
- 9.3. Todas las tuercas que sirvan como fijación de piezas móviles (tales como rótulas o ejes) deberán ser de seguridad. En caso de no conseguir las, podrán utilizarse tuercas normales, siempre y cuando éstas estén alambreadas con los tornillos o barras utilizados.
- 9.4. Los tornillos que fijan el volante al poste de la dirección deben de quedar ocultos o tener cabeza de bola para proteger al piloto contra lesiones.
- 9.5. Los pernos guía (king pins) deberán estar hechos de un material tan resistente o más que una barra sólida de acero de 1/2" a 5/8".
- 9.6. Los vehículos deberán tener un radio máximo de giro no mayor que 5 metros.
- 9.7. El vehículo debe ser capaz de esquivar diez conos espaciados entre sí por 8 metros, en menos de 20 segundos (prueba de estabilidad).

10. Frenos

- 10.1. Todos los vehículos deberán tener frenos mecánicos o hidráulicos en por lo menos un eje, capaces de detener completamente al vehículo cuando éste viaje a 30 km/hr, en un tiempo máximo de 3 segundos sin perder su trayectoria.

Antes del campeonato, durante las pruebas de escrutinio, los jueces realizarán las pruebas de frenado efectivo. Antes de cada competencia, los frenos serán revisados minuciosamente para detectar si hubieron alteraciones en la efectividad de los frenos.

11. Tren motriz

- 11.1. Todas las cadenas, engranes, etc., deberán estar cubiertos, para evitar que hagan daño al piloto, al conductor de otro vehículo o a los espectadores, y para evitar riesgos por rupturas.

C. Seguridad

12. Espejos y visibilidad

- 12.1. Todos los vehículos deberán tener mínimo dos espejos retrovisores, ya sean cóncavos o planos. Si los espejos son cuadrados, sus dimensiones mínimas deben ser de 2" por 2"; si son redondos, el diámetro mínimo permitido es de 2".
- 12.2. Los espejos deberán estar sujetos perfectamente a la estructura para evitar que las vibraciones los muevan de su posición original.
- 12.3. El conductor deberá tener una visibilidad, sin obstrucciones, de por lo menos 270° hacia el frente, sin incluir la visibilidad de la pista vista por los espejos. La visibilidad obstruida por miembros estructurales tubulares del vehículo está exenta de esta regla.
- 12.4. El conductor deberá ser capaz de ver un punto en el suelo 2m adelante del coche a partir de la punta frontal del vehículo.

13. Protuberancias

Los vehículos no deberán tener protuberancias ni en sus superficies ni en los miembros estructurales.

14. Dimensiones

14.1. La longitud máxima de un vehículo Electratrón es de 4 metros; el ancho máximo es de 1.5 metros.

15. Protección contra choques

15.1. Todos los vehículos deberán tener miembros estructurales y acojinamientos que protejan al conductor en caso de colisiones frontales, laterales o traseras. La medida mínima de tales miembros estructurales deberá ser tubo redondo o cuadrado de 3/4" con el calibre correspondiente, según las siguientes especificaciones:

si el tubo es de acero dulce, calibre 16 (1.62 mm);

si el tubo es de acero al cromo molibdeno 4130, calibre 1.4 mm;

si el tubo es de aluminio, calibre 12 ó cédula 40 (2.1 mm).

15.2. Estructuras que no estén construidas de ninguno de los materiales descritos anteriormente serán permitidas a discreción de los oficiales.

16. Barra entre caja de baterías y piloto

En caso de que la caja de baterías esté colocada atrás del piloto, deberá existir una barra que impida el desplazamiento de esta caja hacia el piloto en caso de impacto, con las mismas especificaciones que la tabla anterior.

17. Barras antivuelco (*roll bars*)

17.1. El punto más alto de la barra antivuelco debe sobrepasar en por lo menos 5 cm. de altura el casco del conductor; deberá estar colocada atrás del piloto y sujeta al chasis con, por lo menos, cuatro puntos de anclaje.

17.2. Un barrenado de inspección de por lo menos 3/16 pulgadas de diámetro, debe ser hecho en un área no crítica de la barra antivuelco para facilitar la verificación del espesor de pared.

17.3. Si se traza una línea imaginaria desde el punto más alto de la barra antivuelco, hasta la parte estructural delantera del vehículo, ninguna parte del piloto, incluyendo las extremidades y el casco, debe quedar arriba de esta línea.

17.4. La barra antivuelco deberá tener acojinamiento para prevenir que el conductor pueda lastimarse por el contacto contra la barra en un accidente. El acojinamiento debe ser de 3/4" de espesor y deberá estar hecho de espuma de celdas cerradas (*closed cell foam*), siendo suficiente usar espuma aislante de celdas cerradas para tuberías.

17.5. Las barras antivuelco que sean construidas de materiales diferentes a los aprobados anteriormente serán permitidas a discreción de los jueces. Los conductores deberán demostrar a los jueces la resistencia física de tal protección contra volcaduras.

18. Cabecera

18.1. La cabecera deberá estar constituida por dos partes:

un tubo que funja como soporte de la cabecera y que esté firmemente anclado al chasis, y

un área plana o ergonómica con un área mínima de 20 por 20 cm, que sirva de apoyo a la cabeza.

- 18.2. Se requiere emplear una cabecera capaz de soportar una fuerza de 50 kg en dirección de adelante hacia atrás para prevenir el cabeceo. Deberá tener acolchamiento para evitar que el conductor sea herido por el contacto de su cabeza con el tubo-sopORTE o con la cabecera en caso de accidente.

19. Protección de extremidades

- 19.1. Esta regla, aceptada internacionalmente, surgió de la experiencia mexicana. El vehículo debe estar diseñado de tal manera que, durante una volcadura, ni los brazos ni las piernas del piloto puedan salir del vehículo. Para esto, está permitido utilizar correas, mallas o tela. En caso de utilizar correas, éstas no deben impedir que el piloto salga del vehículo en máximo seis segundos.

20. Cinturones de seguridad

- 20.1. Todos los vehículos deberán tener un cinturón con, por lo menos, tres puntos de sujeción (dos abajo y uno arriba). Las cintas deben ser comerciales con, por lo menos, 2 pulgadas de ancho (automotriz) y deberán ser lo suficientemente fuertes y sujetas al vehículo de tal manera que el vehículo completo con baterías pueda ser levantado del suelo por el cinturón.
- 20.2. Las cintas deberán estar sujetas a placas cuyos bordes estén redondeados y cuyo espesor mínimo sea de 1/8", con barrenos de 3/8" de diámetro. Estas placas deberán estar soldadas a la estructura, y sujetadas por medio de un tornillo de 3/8", grado 8 con tuercas de seguridad.
- 20.3. El cinturón de seguridad debe de sostener al conductor para que no haga contacto con el suelo en caso de volcadura.

21. Tiempo para salir del vehículo

- 21.1. El conductor, teniendo todos los aditamentos de competencia puestos (casco, guantes, etc.), debe de poder salir del vehículo sin ayuda en 6 (seis) segundos o menos, incluyendo el tiempo para desabrochar cinturones de seguridad.

22. Vehículos inclinables

- 22.1. Si el vehículo está articulado de tal manera que se incline, debe diseñarse de modo que mantenga su equilibrio a bajas velocidades o cuando esté parado, sin necesidad de que el piloto tenga contacto con el suelo o sin requerir que partes del cuerpo del piloto salgan del cuerpo principal del vehículo.

D. Carrocería

23. Números del vehículo

- 23.1. Los números para vehículos F/Ex serán asignados por Fórmula Sol, S.C.
- 23.2. Un número específico será asignado al primero en solicitarlo. Usted podrá perder su número si deja de participar en competencias Electratón durante seis meses.

- 23.3. En el caso de un conflicto con los números, éste será resuelto por los jueces en la carrera. El número 1 (uno) será reservado para el campeón "Electratón México" de la temporada anterior.
- 23.4. Los números deben colocarse en ambos costados del vehículo, de tal manera que se vean claramente. Cada dígito deberá ser de por lo menos 15 cm. de alto por 7 cm. de ancho (excepto el número uno, cuyo ancho mínimo debe ser de 2 cm.). El número del vehículo deberá ser negro sobre blanco, y las dimensiones del fondo deberán exceder en mínimo 5 cm. los contornos exteriores del número.
24. Espacio en carrocería para patrocinadores del evento
- 24.1. La carrocería del vehículo Electratón debe dejar espacios de buena visibilidad para colocar las calcomanías de los patrocinadores del campeonato, durante el tiempo especificado por Fórmula Sol, S.C. Las calcomanías para estos logotipos serán proporcionadas por Fórmula Sol, S.C. Los espacios reservados para logotipos de patrocinadores del evento deben tener las siguientes dimensiones:
- En ambos lados del vehículo: un rectángulo de 40cm de base, por 30 cm. de altura.
 - En la parte frontal del vehículo: un rectángulo de 30 cm. de base, por 20 cm. de altura.

Nota: estas reglas son absolutas y necesarias para poder competir en los eventos de fórmula sol, s.c.

III Reglamento de competencia

E. Reglas suplementarias

Los reglamentos siguientes rigen todos los eventos de competencia "Electratón México" y de la categoría Fórmula Electratón Experimental (F/Ex). Los asuntos no cubiertos o que necesiten aclaración de estas reglas suplementarias o asuntos merecedores de excepciones están sujetos a la discreción del oficial en jefe de Fórmula Sol, S.C.

25. Licencia de conducir

- 25.1. El piloto deberá tener licencia para conducir vigente emitida por la FMAD para poder participar en las carreras de vehículos eléctricos de Fórmula Sol. Para poder competir, los pilotos deberán portar su licencia de la FMAD. Se recomienda que los participantes tengan el mayor entrenamiento y conocimientos de manejo posible.
- 25.2. Para registrarse en cada competencia, el piloto deberá mostrar su licencia FMAD. La FMAD tiene secciones con representantes estatales en casi todo México y puede indicar cuál es el más cercano a usted. Las solicitudes para obtener la membresía de FMAD pueden hacerse directamente a sus oficinas: Av. Revolución 586, Col. San Pedro de los Pinos, C.P. 03800, México, D.F. Teléfonos: 598 8316 y 598 8326, fax: 611 3818.

26. Cascos, ropa y protección de ojos

- 26.1. Todos los pilotos deberán usar cascos cerrados con aprobación "SNELL M" o "SNELL C". Los cascos se deben usar con las cintas de la barba correctamente aseguradas. Una etiqueta con el nombre del conductor, tipo de sangre, alergias, y la fecha de su última vacuna contra tétanos deberá estar adherida a la parte trasera del casco.
- 26.2. Los conductores deberán vestir ropa de algodón grueso, playeras de manga larga, pantalones largos, zapatos cerrados, guantes de piel con dedos cubiertos.
- 26.3. Los pilotos deben usar protección de ojos.
- 26.4. Durante las competencias, los integrantes de cada escudería deberán portar uniforme para que se distingan fácilmente del público y de otras escuderías.

27. Intoxicantes

- 27.1. Todo participante (conductor, equipo, ayudante) que entre intoxicado al evento y/o consuma intoxicantes durante el evento, causará severa penalización a su escudería. Esta restricción dejará de ser aplicable cuando termine la premiación de la carrera del día.

28. Condición médica

- 28.1. El fallo del personal médico del evento, para determinar la aptitud médica del piloto para participar, será definitivo. El piloto no deberá correr si porta joyas de cualquier tipo, prótesis dentales o aditamentos que se pueda tragar. Se podrá someter a examen médico a cualquier piloto y en cualquier momento, a juicio de los oficiales.

29. Rechazo a inscripción

- 29.1. Fórmula Sol, S.C. se reserva el derecho a rechazar una inscripción en cualquier momento, dando aviso al interesado según lo permitan las circunstancias.
30. Inspección técnica
- 30.1. Habrá múltiples pruebas de calificación y escrutinio generales antes de cada campeonato, para verificar que los vehículos estén plenamente dentro del reglamento de diseño y competencia del evento. En ese momento se le asignará un libro de bitácora. Esta bitácora deberá mantenerse con la escudería para la cual fue emitida y presentarse para registro en cada evento subsecuente. Todas las participaciones en eventos, incidentes en pista, violaciones y amonestaciones deberán registrarse en la bitácora del vehículo.
- 30.2. Además, de las pruebas de calificación y escrutinio pre-competencia, todos los vehículos deben presentarse para la inspección técnica antes de cada competencia. Al finalizar la competencia, antes de entrar a pits, los pilotos deberán conducir sus vehículos al parque cerrado para la inspección técnica final. Sólo pilotos y capitanes de escuderías podrán estar en el parque cerrado durante las inspecciones técnicas.
- 30.3. Durante las pruebas de calificación y escrutinio, tanto generales como antes de cada competencia, sólo el piloto y el capitán del equipo deberán permanecer con el vehículo.
- 30.4. Los jueces de escrutinio pueden exigir pruebas extemporáneas en cualquier momento si lo creen necesario.
31. Resultados
- 31.1. Después de cada competencia se anunciarán los resultados NO OFICIALES basados en el número de vueltas que dé cada vehículo. Los resultados oficiales tomarán en cuenta las penalizaciones y se informarán en un boletín posterior que será enviado a todos los participantes.
32. Suministros
- 32.1. Herramientas, repuestos, lubricantes, corriente eléctrica y aire comprimido son responsabilidad del participante. Los participantes no pueden conectarse a suministros eléctricos de la pista, a menos que tengan permiso escrito del administrador de la pista.
33. Extinguidor y neutralizador de ácido
- 33.1. En los pits, cada escudería debe tener un extinguidor de fuego (polvo químico seco) y un galón de una solución concentrada de agua con bicarbonato de sodio para neutralizar el ácido de las baterías en caso de que éste se derrame.
34. Pérdida de equipo
- 34.1. Fórmula Sol, S.C., o personas relacionadas con la operación de los eventos de "Electrathon México" no se responsabilizan de ninguna pérdida o robo de cualquier cosa traída a las competencias.
35. Invitados
- 35.1. En los pits y dentro de la pista NO está permitida la presencia de invitados de las escuderías.
36. Mascotas
- 36.1. Mascotas sin correa o jaula no serán permitidas en ningún momento. Las mascotas con correa deberán estar sujetas por un adulto a lo largo de la duración del evento.

37. Protestas

- 37.1. Protestas por escrito serán aceptadas sólo a discreción del Oficial en Jefe de la competencia. La cuota por protesta es de N\$100.00, misma que será retenida si la protesta, a juicio del oficial en jefe, no tiene méritos para proceder. Si sí procede la protesta, el dinero les será reembolsado. La mayoría de los asuntos podrán ser resueltos por el Oficial en Jefe sin la necesidad de una protesta.

38. Fichas técnicas

- 38.1. Cada escudería recibirá la forma de "Ficha Técnica General" que le será proporcionada por Fórmula Sol. Esta Ficha Técnica General, debidamente llenada, deberá ser entregada a Fórmula Sol el día de las pruebas de escritura y calificación precampeonato.
- 38.2. Al comenzar el campeonato, Fórmula Sol entregará el formato de "Ficha Técnica Para Cada Competencia". Después de cada carrera del campeonato, cada escudería deberá llenar y entregar a Fórmula Sol, S.C. esta ficha técnica.

F. Reglas de pista

Los eventos Electrathon México involucran vehículos y pilotos de muchos niveles de desarrollo y habilidades. Esto requiere ejercicio de gran cuidado, prudencia y cortesía en el tráfico y rebases. El conductor y vehículo más lento tiene tanto derecho de estar en la pista como el más veloz. Todos los conductores se deben comportar de acuerdo a este principio.

39. Vehículo insignia ("pace car") y de seguridad

- 39.1. En raras ocasiones un vehículo insignia se introduce en el recorrido. Dado el caso, cada estación de curva desplegará una bandera amarilla y la línea de salida/meta tendrá una bandera amarilla y una señal de "vehículo insignia". Antes de abandonar el circuito, el vehículo de seguridad apagará sus luces intermitentes. Entonces una bandera verde será mostrada al líder. Después de la bandera verde, todas las banderas amarillas serán bajadas simultáneamente y la competencia continuará. Todos los vehículos deben conservar su posición hasta que la bandera verde sea mostrada.

40. Banderas

- 40.1. Las siguientes señales-banderas deberán ser obedecidas sin cuestionamiento:

Verde: (Generalmente sólo se muestra en la línea de salida/meta). La bandera verde significa que "la competencia ha comenzado o re-iniciado". A partir del instante en que se baja la bandera verde, será válido rebasar.

Roja: La bandera roja quiere decir "reduzca su velocidad y continúe con seguridad hasta pasar la meta, deteniéndose a un lado de la pista". Los tableros de conteo y el orden de arranque se regresarán a como estaban en la última vuelta antes de la bandera roja. Cuando una bandera roja se muestra en la línea de salida/meta, todas las otras

estaciones de bandera deberán ondear una bandera roja. Todas las otras banderas continuarán siendo aplicables a sus respectivas indicaciones e incidentes individuales.

Amarilla: La bandera amarilla significa "PELIGRO, disminuya su velocidad y mantenga su posición (intervalo) respecto al vehículo de enfrente. No rebase sino hasta que vuelva a aparecer la bandera verde. Confirme señalamiento".

(Por definición, disminuir la velocidad significa reducir la velocidad lo suficiente para hacer cualquier maniobra necesaria para esquivar lo que presente la situación; confirmar el señalamiento significa hacer entender a los ayudantes de pista por algún movimiento de cabeza o una señal con las manos, que se ha visto la bandera.)

Azul: Al vehículo al que se le muestra la bandera azul se le indica que está por ser rebasado.

Blanca: En la línea de salida/meta, la bandera blanca significa "última vuelta". En un puesto de oficiales de pista, la bandera blanca significa "en la pista hay un auto lento o de servicio, precaución".

Negra: En la línea de salida/meta esta señal quiere decir "complete la vuelta en la que está; después abandone la carrera y diríjase a la zona de pits para consulta". Siempre se mostrará la bandera negra con el número del vehículo.

Negra diagonal blanca: En la línea de salida/meta, la bandera negra/blanca significa "precaución, usted está manejando de manera insegura o inapropiada; si continúa así le será aplicada bandera negra total". Esta bandera también se presenta con el número del vehículo en cuestión.

Negra con círculo naranja en el centro (sólo en línea de salida/meta): Esta bandera significa que "hay algo mecánicamente mal en su vehículo. Diríjase a su "pit" a baja velocidad". Esta bandera también se presenta con el número del vehículo en cuestión.

A cuadros: La bandera a cuadros significa que "ha concluido el evento (práctica, sesión, etc); complete una vuelta más con precaución, y vaya al área restringida, o repórtese al área de parque cerrado según sea requerido". Seguir corriendo después de haber pasado la bandera a cuadros implica una penalización de -2 vueltas por cada vuelta que se pase.

41. Arranque

41.1. La parrilla de arranque en la primera competencia de un campeonato, estará determinada por el tiempo que cada vehículo hizo en las pruebas de estabilidad durante el escrutinio. Para las siguientes competencias, la parrilla de arranque estará determinada por la posición de llegada en la carrera anterior, de acuerdo con los resultados oficiales.

41.2. Para ser reconocido como vehículo que oficialmente arrancó, el vehículo debe recibir una bandera verde al inicio. Los autos que entren a la competencia después del arranque inicial serán considerados como que arrancaron.

El arranque será a auto parado, mostrándose primero la bandera amarilla y después la verde.

42. Derecho de vía / vehículo lento

42.1. El vehículo en frente de otro tiene el derecho de vía, y no está obligado a ceder el paso al vehículo detrás de él. Sin embargo, si el vehículo de enfrente es claramente más lento que el que se aproxima, es asunto de deportivismo, que el lento ceda su derecho de vía al más rápido cuando lo pueda hacer con seguridad.

43. Rebases

43.1. La responsabilidad de la decisión de rebasar a otro vehículo, además de la seguridad del rebase, recae en el vehículo que se aproxima; el vehículo a ser pasado debe dar espacio al que rebasa y el pase debe realizarse sin requerir que el conductor rebasado haga ninguna acción evasiva para evitar el contacto con el vehículo que pasa.

43.2. Es responsabilidad del vehículo alcanzado el mantener un curso consistente y predecible de viaje, de manera que el conductor que rebasa no encuentre su carril súbitamente invadido por el vehículo rebasado, resultando en un inevitable contacto de carrocerías. Es decir, al momento de ser mostrada la bandera azul, el vehículo de enfrente deberá mantener su trayectoria.

44. Contacto entre vehículos

44.1. El contacto entre vehículos es absolutamente contrario al espíritu de las competencias de vehículos eléctricos. El conductor que, a juicio de los oficiales, sea considerado como culpable en una situación de contacto por actitud antideportiva será penalizado, pudiendo quedar excluido de participar. Un conductor que, a juicio de los oficiales, haya hecho un contacto deliberado, contactos repetidos o un contacto involuntario debido a una gran falta de cuidado o negligencia, será excluido de participar en el evento, y puede ser impedido de participar en futuras competencias por el período que se juzgue pertinente.

45. Vehículo dañado

45.1. Todo vehículo que se salga accidentalmente de la pista con todas sus ruedas, o que haya sufrido algún daño durante el evento, deberá situarse en un lugar seguro donde no cause peligro a los demás competidores ni obstruya el flujo de la competencia. Ahí será inspeccionado por un oficial antes que se le permita regresar a la pista.

46. Vehículo parado

46.1. Si un conductor se ve forzado a detener su vehículo en el circuito durante el evento, es su obligación, tan pronto como sea posible, colocarlo de manera que no cause peligro u obstrucción.

47. Ayuda a vehículos

47.1. La ayuda a un vehículo parado está limitada a dos personas (uniformadas) por vehículo, quienes deberán llegar hasta su vehículo con suma precaución.

48. Dirección de la pista

48.1. Está prohibido manejar, empujar o remolcar un vehículo en dirección opuesta a la establecida para el evento, ya sea en el circuito o en los "pits".

49. Manejo inseguro

49.1. A cualquier conductor que maneje de manera inapropiada y peligrosa, le será aplicada una bandera negra y será llamado a detenerse en los "pits" para ser (A) advertido, (B) sacado del circuito o (C) suspendido o amonestado para futuros eventos de Fórmula Sol.

50. Accidentes

- 50.1. Todos los accidentes serán minuciosamente investigados. Si fueron causados por descuido, exceso de agresividad o maneo peligroso, una penalización apropiada será aplicada.

Nota:

El incumplimiento de este "reglamento de competencia" ocasionará penalizaciones que podrán variar desde el no volver a participar en cualquier evento organizado por Fórmula Sol, S.C., el no volver a competir en el actual campeonato, el no competir en la actual carrera, así como penalizaciones en el número de vueltas y los puntos otorgados en las competencias.

El presente reglamento está diseñado para garantizar la seguridad de los vehículos, de los pilotos, mecánicos, oficiales y del público en general, así como para promover la inventiva.

Apéndice B

I. Teoría para el Diseño y Construcción

A. Carrocería

1. Fundamentos Básicos de Aerodinámica. La aerodinámica es una rama de la física que trata el movimiento de aire y otros gases y las fuerzas que actúan sobre objetos que se desplazan a través de estos fluidos. (*Enciclopedia Británica CD 1999*).

En la construcción de un vehículo eléctrico debemos hacer uso de los estudios de la aerodinámica. Conociendo los factores que causan resistencia al rodamiento y de que manera se puede minimizar se podrán desarrollar carrocerías más eficientes. Al aumentar la velocidad de un objeto que se desplaza dentro de un fluido se incrementa el consumo de energía necesaria para impulsarlo. Con formas aerodinámicas se puede disminuir la energía necesaria para mover el vehículo a una velocidad dada. (*Diseño y Construcción, 1997*)

a. Resistencia al Avance. Considerando un objeto que se desplaza dentro de un fluido, se conoce como resistencia al avance a la fuerza que este fluido ejerce sobre el objeto en sentido opuesto al movimiento. Esta fuerza se descompone en dos factores; uno debido a la resistencia superficial y la segunda a una diferencia de presiones. (*Robertson, 1991*)

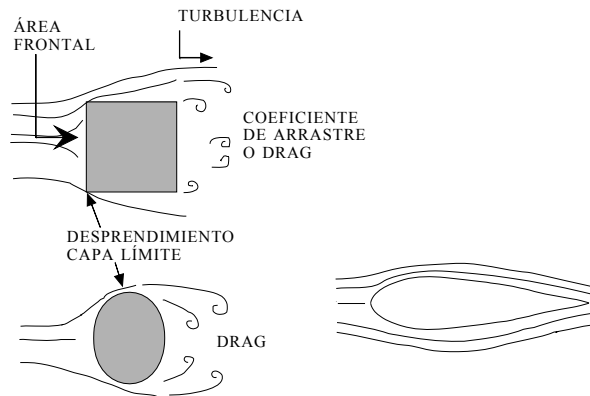
En el área del objeto que choca directamente con el fluido se crea una región de presión positiva, más alta que la del fluido libre. Por el contrario, en la parte posterior se crea una región de presión negativa. Esta diferencia en presiones causa una fuerza que se opone al movimiento. (*Robertson, 1991*)

b. Turbulencia. Se llama capa límite a la región próxima a la superficie de un objeto en la que el fluido sufre cambios en su velocidad por efecto de la resistencia cortante debida a la superficie. Fuera de la capa límite la velocidad es esencialmente la misma que la del fluido ideal que circula alrededor del objeto (*Robertson, 1991*)

Cuando existen discontinuidades en la superficie del objeto, se presenta un desprendimiento prematuro de la capa límite dando lugar a la turbulencia. (*Diseño y Construcción, 1997*)

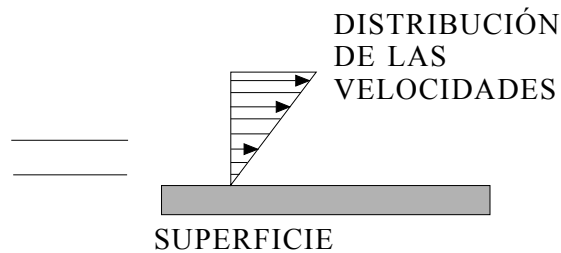
La turbulencia se caracteriza por la acción de mezclado en todo el campo. Este mezclado se debe a los remolinos o torbellinos de tamaño variable que se forman en el fluido. (*Robertson, 1991*)

Figura 1 Arrastre o resistencia del viento



c. Resistencia Superficial. Cuando el fluido entra en contacto con el objeto en movimiento, este lo envuelve. Una capa delgada del fluido queda pegada a la superficie del objeto con una velocidad relativa de 0 (cero). Conforme nos alejamos de la superficie del objeto la velocidad del fluido aumenta hasta llegar a la velocidad de flujo libre. Se crea una fricción entre las capas con velocidades diferentes, llamada viscosidad. Esta viscosidad produce una fuerza que se opone al desplazamiento del objeto. (Robertson, 1991)

Figura 2 Resistencia superficial



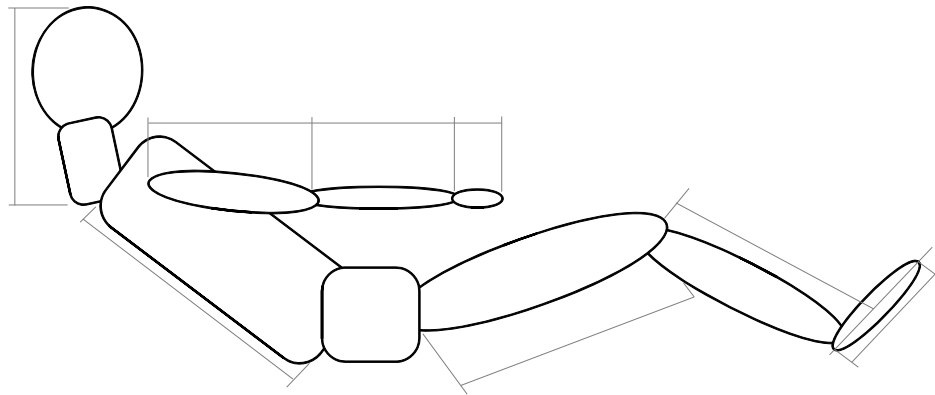
B. Fundamentos básicos de ergonomía

La ergonomía es la disciplina que estudia la relación del hombre con los objetos que utiliza y le rodean. En los vehículos, mediante la aplicación de la ergonomía, podemos desarrollar un espacio confortable, adecuado y seguro para el piloto. Los factores ergonómicos que deben aplicarse al diseñar un vehículo F/Ex, donde el principal objetivo es ser pequeño, ligero y eficiente, son un estudio antropométrico y biomecánico de la persona. Con el fin de crear una

cabina pequeña y cómoda, con el fin de optimizar los materiales de construcción. (*Diseño y Construcción*, 1997)

1. Movilidad del piloto. Mediante un estudio antropométrico se debe establecer el promedio de las dimensiones de la persona que utilice el auto para poder definir los espacios y las distancias donde deben colocarse los controles e instrumentos. (*Diseño y Construcción*, 1997)

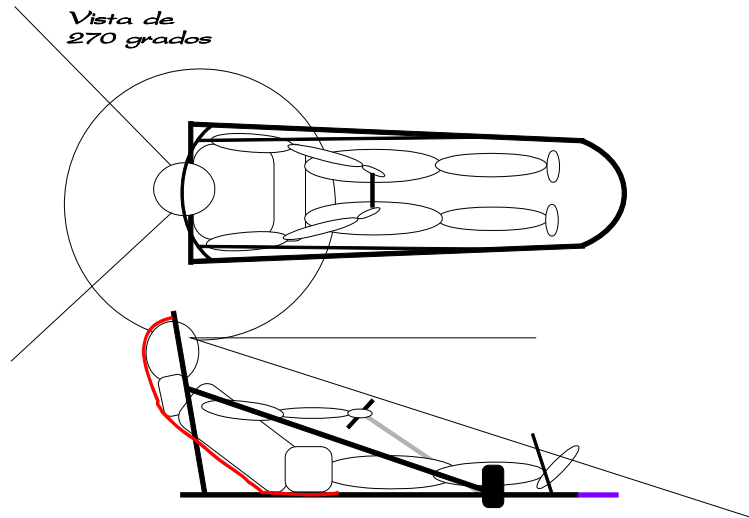
Figura 3 Medidas del piloto



2. Visibilidad. La visibilidad del piloto es uno de los puntos más importantes relacionados con la seguridad del piloto y del resto de corredores. (*Diseño y Construcción*, 1997)

El alcance frontal y periférico, para el cual se debe considerar el límite de los movimientos de la cabeza y de los ojos para diseñar un parabrisas. Los datos de la visibilidad son mostrados en la figura No.4. Se necesita prever la correcta ubicación de los espejos retrovisores para ampliar el rango de visión. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 4 Visibilidad



El alcance visual para instrumentos de control implica la posición de los mismos y estará regida por su nivel de importancia. Se tomará en cuenta que los instrumentos no deben ser motivo de distracción para el conductor en el momento en que este los utilice. (*Diseño y Construcción*, 1997)

3. Temperatura dentro de la cabina. Cuando se piensa hacer un vehículo con carrocería cerrada, se debe considerar la temperatura. Durante una carrera en un día soleado, dentro de la cabina la temperatura aumenta. Por este motivo, debemos hacer que circule suficiente aire fresco para contrarrestar el alza en la temperatura. Esto se logra por medio de entradas de aire en la parte frontal y en la parte posterior de la carrocería. Se debe tomar en cuenta que el flujo del aire debe ser lo más libre posible de modo que no se aumente el arrastre por el.

El parabrisas es un factor crucial para el control de la temperatura, este permite que la radiación solar caliente el interior de la cabina pero no permite que el aire caliente salga. Un método para reducir este efecto de invernadero es utilizando una película que reduzca la radiación dentro de la cabina. (*Diseño y Construcción*, 1997)

4. Seguridad del piloto. En un vehículo de carreras, la seguridad del piloto es una prioridad y es por ello que se toman medidas. Para ver las especificaciones para Electrónica ver la parte de seguridad en la sección B de este capítulo.

Cuando se diseña la cabina, con estructura tubular o monocasco, debe dejarse un espacio mínimo de 5 centímetros entre el cuerpo del piloto y las barras de protección. Son tres las principales estructuras que deben ir reforzadas: (1) llamada barra parachoque que protege en caso

de una colisión frontal, (2) barra de protección lateral (a ambos lados) y (3) barra antivuelco que protege al piloto en caso de volcadura.

El último elemento necesario es el cinturón de seguridad con un mínimo de tres puntos de soporte, el que debe estar debidamente anclado al chasis. (*Diseño y Construcción*, 1997)

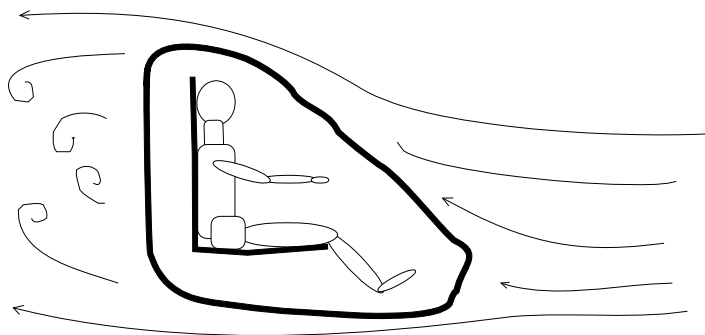
C. Relación de la aerodinámica con la ergonomía

Tomando en cuenta que se tiene un banco de baterías con un máximo de 40 kg, limitando la cantidad de energía disponible. Se debe hacer un auto eficiente y tener un mínimo de pérdidas, por lo cual se debe hacer un estudio aerodinámico minucioso junto con un estudio de ergonomía para la comodidad del piloto. Debe dársele forma a la carrocería de modo que se minimice el arrastre y que la cabina sea cómoda para el conductor. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Desafortunadamente la ergonomía y la aerodinámica son disciplinas que se oponen. La forma más aerodinámica de un automóvil crea una cabina incómoda para el piloto. « A pesar de lo anterior, es posible encontrar un equilibrio entre dichos factores, de tal manera que se lleve a cabo un óptimo diseño del vehículo.» (*Diseño y Construcción*, 1997)

Se mencionarán a continuación tres casos. Caso uno, la posición del individuo es la más ergonómica, alinea la espalda con el eje del cuello, mantiene la cabeza erguida proporcionando buena visibilidad; el nivel de sus piernas se encuentra por debajo de la cadera, su ministrando buena circulación a las extremidades inferiores presentando amplio espacio para la movilidad del piloto. Por el contrario, la aerodinámica que presenta una gran área frontal la que causa resistencia al desplazamiento. (*Diseño y Construcción*, 1997)

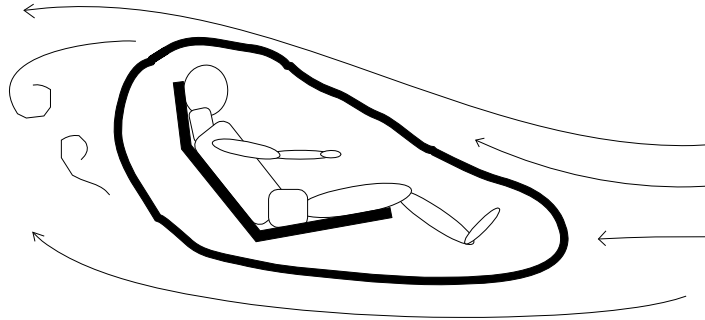
Figura 5 Ergonomía 1



Caso dos, en esta opción no se afectan demasiado los factores ergonómicos analizados en el caso anterior. Un pequeño ángulo entre el eje del cuello y la espalda permite una buena movilidad de la cabeza, el nivel de las rodillas sobrepasa el de la cadera, pero los pies se

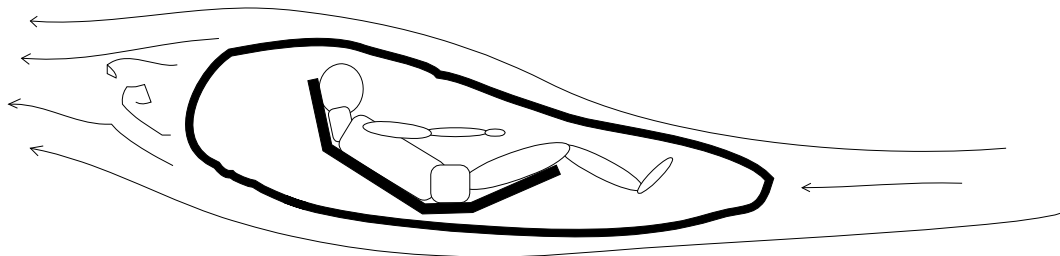
mantienen por debajo sin afectar la circulación. La aerodinámica mejora considerablemente reduciendo el área frontal y con este el flujo del viento. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 6 Ergonomía 2



Caso tres, la silueta aerodinámica no causa el desprendimiento prematuro de la capa límite reduciendo el arrastre con un área frontal mínima. La ergonomía se ve comprometida, dando lugar a una cabina incómoda la cual causará un cansancio anticipado en el piloto. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 7 Ergonomía 3



D. La carrocería y sus materiales

«La carrocería de un vehículo se define como la cubierta del chasis, la cual nos proporciona características de aerodinámica y estética.» En el caso de los vehículos con monocasco, la carrocería es también parte estructural del chasis. (*Diseño y Construcción*, 1997)

En la fabricación de la carrocería se debe tomar en cuenta que se busca ligereza y un acabado final suave. Para conseguir esto contamos con diversos materiales y con patrones aerodinámicos. Los principales materiales utilizados en la carrocería son los textiles (poliamidas), plásticos

reforzados (simples y compuestos), plásticos laminados y plásticos espumados. (*Diseño y Construcción*, 1997)

1. Textiles. Las poliamidas son más conocidas como nailon que es un material termoplástico lineal. En general, los termoplásticos pueden soportar deformación tanto elástica como plástica cuando se les aplica un esfuerzo. Esta deformación se debe a dos mecanismos de estiramiento y distorsión de los enlaces dentro de la cadena y movimiento de segmentos completos de las cadenas. (Askeland, 1987)

Los polímeros termoplásticos se vuelven suaves y deformables cuando se calientan, característica de estas moléculas lineales. «El material pionero en esta categoría fue el nylon y continúa siendo el más importante.» (Shackelford, 1992)

2. Plásticos reforzados. Estos compuestos mejoran la resistencia al esfuerzo, la resistencia a la fatiga, la rigidez y la relación resistencia – peso. Esto se logra a través de la introducción de fibras fuertes, rígidas y frágiles dentro de una matriz más blanda y dúctil. El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras y proporciona ductilidad y tenacidad, las fibras soportan la mayor parte del esfuerzo. (Askeland, 1987: 372)

Las fibras vitreas en una matriz polimérica producen la fibra de vidrio para aplicaciones de transporte y aeroespaciales. (Askeland, 1987: 373)

Las fibras naturales son económicas y tienen la ventaja de ser reciclables pero sus características mecánicas no son tan buenas. En cambio las fibras industriales han sido creadas para contar con excelentes cualidades mecánicas; alta resistencia a la tracción, torsión y esfuerzos cortantes. Estos materiales son especialmente diseñados para ser fabricar piezas que requieran alta resistencia estructural tal como la de carrocerías, muelles, chasis tipo monocasco, etc. (*Diseño y Construcción*, 1997).

3. Resinas. Las más usadas en la construcción de vehículos F/Ex son las resinas de poliéster y las epóxicas. Las resinas poliéster son recomendables para la construcción del modelo y los moldes de la carrocería. Esto es por su bajo costo y fácil aplicación. Mientras que las resinas de epóxico poseen gran coeficiente de dureza. Por lo que son recomendables para la elaboración de piezas que requieran elevada resistencia mecánica. (*Diseño y Construcción*, 1997)

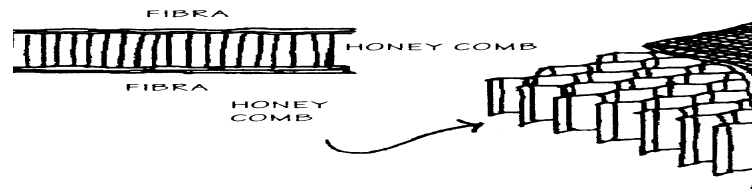
Características de las resinas:

- Alta resistencia a la tracción
- Alto índice de elasticidad
- Resistencia a cambios de temperatura
- Alta resistencia mecánica, en relación al peso.

(*Diseño y Construcción*, 1997)

4. Materiales compuestos. Materiales cuya estructura se logra por medio del empalme ordenado de fibras textiles, polímeros, y materiales porosos unidos por medio de un adhesivo o resina. Esto aumenta la resistencia y mantiene un bajo peso. Estos requieren de un proceso de fabricación especializado, usando auto claves, moldes con especificaciones especiales, refuerzos textiles pre-impregnados, resinas epóxicas y materiales porosos como el de panal de abeja (honey comb) o tableros de espuma de poliuretano de alta densidad. Estos factores hacen que el costo sea mayor; sin embargo, la ligereza y la gran resistencia estructural hacen que estos materiales sean ideales para la fabricación de carrocerías y chasis para autos de competencia. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 8



II. Chasis

Esta es la estructura del vehículo en la que se montan cada una de las partes que conforman el sistema mecánico, eléctrico, carrocería y cabina. El chasis puede ser construido de materiales compuestos (monocasco) o bien con perfiles tubulares.

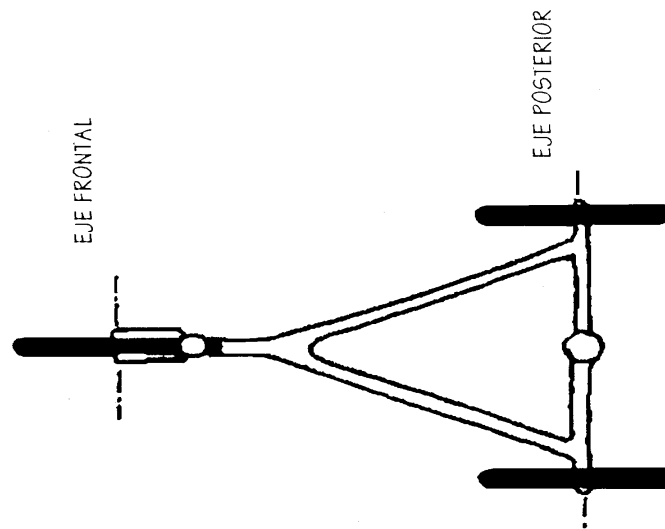
El tipo monocasco llega a convertirse en parte de la carrocería, es más rígido y ligero por los materiales que se utilizan en su construcción. Frecuentemente es necesario la previa construcción de un modelo y molde del chasis antes que se elabore. (*Diseño y Construcción*, 1997)

El chasis tubular proporciona rigidez y ligereza dependiendo del tipo de material con el que se elabore. Su fabricación es bastante sencilla y permite hacer cambios con facilidad. Si embargo una de sus desventajas es el aumento de peso que se da por la adaptación de la carrocería con fines aerodinámicos. (*Diseño y Construcción*, 1997)

A. Configuración

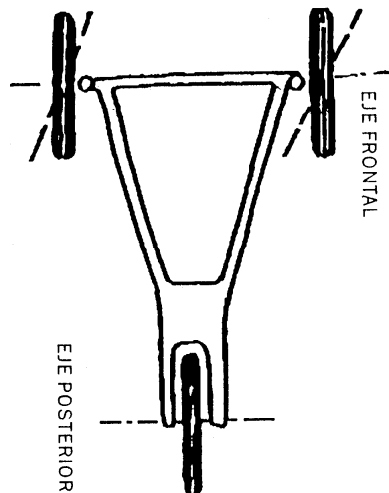
Un primer factor muy importante a tomar en cuenta en la fabricación de vehículos eléctricos es la configuración o forma que puede adquirir el chasis. El triciclo en forma de flecha cuenta con mayor sencillez en lo que se refiere a sistemas de dirección y suspensión. Esto es debido a que cuenta únicamente con una sola rueda de dirección. Sin embargo el contar con dos ruedas de tracción hace que el sistema de transmisión se complique. Esta configuración es la que presenta menor estabilidad en los vehículos.

Figura 9 Configuración de flecha



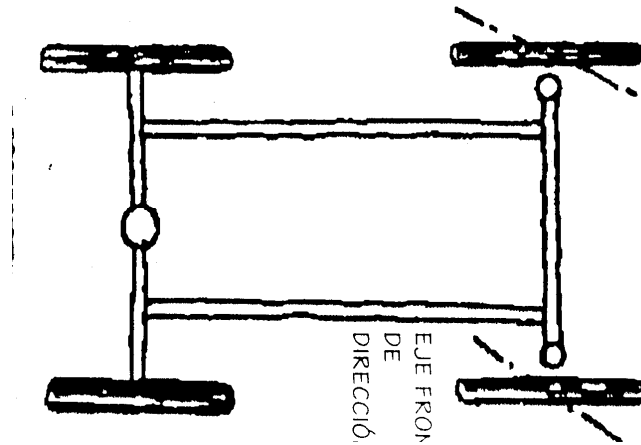
Un segundo tipo de configuración es el de flecha inversa. Este cuenta con una sola rueda trasera lo cual simplifica el sistema transmisión. Para el desarrollo del sistema de dirección y suspensión se toma en cuenta conceptos como el de ángulos de divergencia, camber, caster y geometría de suspensión. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 10 Configuración de flecha inversa



El diseño de cuatro ruedas es la configuración que mayor estabilidad, pero el grado de complejidad en los sistemas mecánicos es mayor que en los otros modelos y su resistencia al rodamiento es mayor por contar con una rueda más.

Figura 11 Configuración de cuatro ruedas



B. Centro de gravedad

Se refiere al punto exacto de balance entre los ejes del auto, y puede situarse hacia delante o hacia detrás dependiendo de donde este concentrado el mayor peso. El centro de gravedad o centro de masa es determinante del con seguir la maniobrabilidad y estabilidad adecuadas. Por este motivo debe estar situado a manera de que cada rueda del vehículo soporte el mismo peso. Para determinar el peso del automóvil debe tomarse en cuenta el piloto y cada uno de los componentes tal como lo es el controlador, motor, baterías, etc. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 12 Centro de gravedad 1

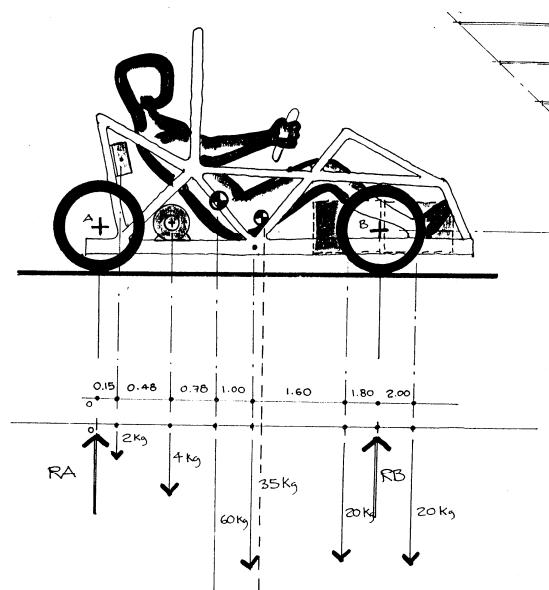
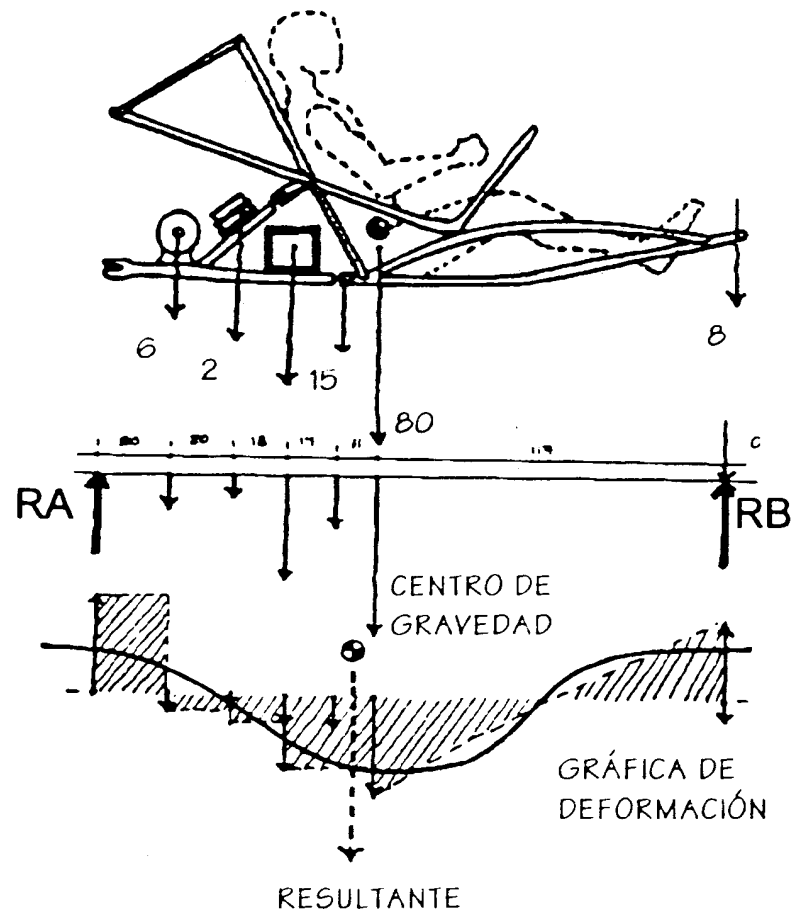


Figura 13 Centro de gravedad 2



Es necesario que el centro de gravedad se encuentre situado a nivel de los ejes de las llantas o bien por debajo de los mismos para obtener mayor estabilidad.

C. Materiales

Los materiales utilizados para la construcción del chasis son de suma importancia, ya que deben de cumplir con el aspecto de ligereza y resistencia. Entre los materiales utilizados con frecuencia se encuentra el aluminio, del cual existe una variedad de tipos, acero y aleaciones, fibra de vidrio, fibra de carbón. Los dos últimos se refieren a un chasis de tipo monocasco.

El aluminio convencional no es de los más recomendables ya que cuenta con un bajo coeficiente de resistencia a la flexión, lo cual lo hace muy inseguro. Existen aleaciones de aluminio que son utilizadas en aeronáutica conocidas como duraluminio las cuales suelen ser adecuadas para la construcción del chasis por su buen factor de ligereza y resistencia a la flexión.

El acero al cromo molibdeno es otro de los materiales utilizado en la fabricación del chasis. Su costo resulta elevado pero es de las más empleadas en la construcción de maquinaria de diversos tipos debido a su dureza, resistencia y ligereza. Este metal presenta gran resistencia a la flexión, torsión, esfuerzo cortante y fatiga. El acero al carbón tiene buenas características mecánicas y que es fácil de soldar y su precio resulta accesible. (*Diseño y Construcción*, 1997)

III. Sistema mecánico

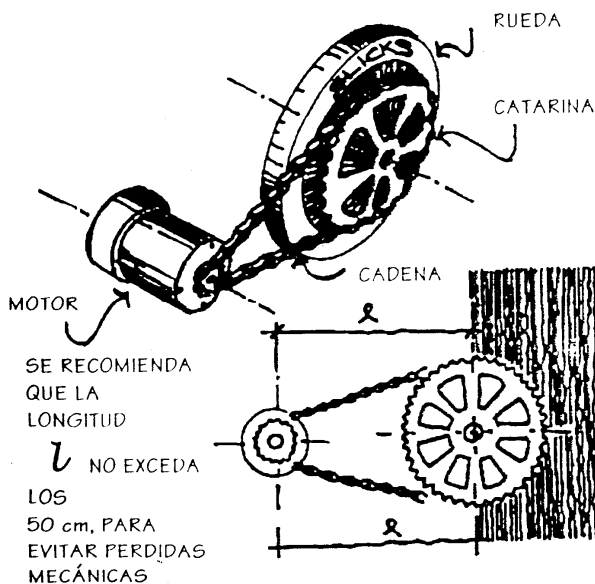
El sistema mecánico se divide en transmisión, suspensión, dirección y frenos. Estos componentes son de suma importancia, puesto que de ellos dependen el funcionamiento y rodaje del vehículo. En un carro eléctrico se busca que estos elementos causen la menor cantidad de pérdida al rodamiento y seguridad al piloto.

A. Sistema de transmisión

El sistema de transmisión está formado por las partes del vehículo que transmiten el movimiento del motor al tren motriz, (la rueda). Existen variedad de formas de llevarlo a cabo este proceso, de las cuales dos son las más usadas en la aplicación de carros eléctricos. (*Diseño y Construcción*, 1997)

El primero es el sistema de piñón, cadena y catarina. Para que funcione de manera óptima se requiere que existan un perfecto ajuste en la tensión de la cadena y la alineación adecuada del piñón con la catarina. (*Diseño y Construcción*, 1997)

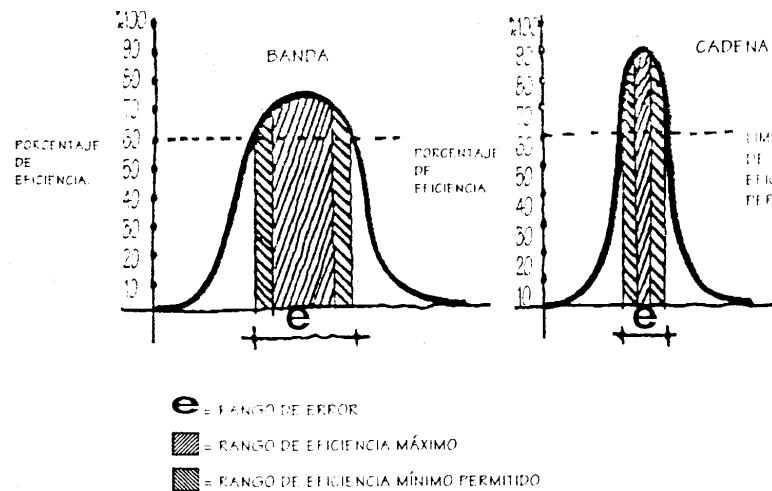
Figura 14 Sistema de transmisión por cadena



El diámetro de la catarina y de igual manera el del piñón se determinan según las especificaciones del motor y el tipo del terreno en el que se utilizará el automóvil. El determinar bien los diámetros será un factor que determine el buen desempeño del vehículo y la eficiencia del motor.

Un segundo sistema es el de banda dentada y poleas, el cuál ofrece una eficiencia menor. Sin embargo su instalación resulta sencilla (la alineación no es tan crítica) y el peso en los componentes es menor. Además de esto el calentamiento por fricción es menor.

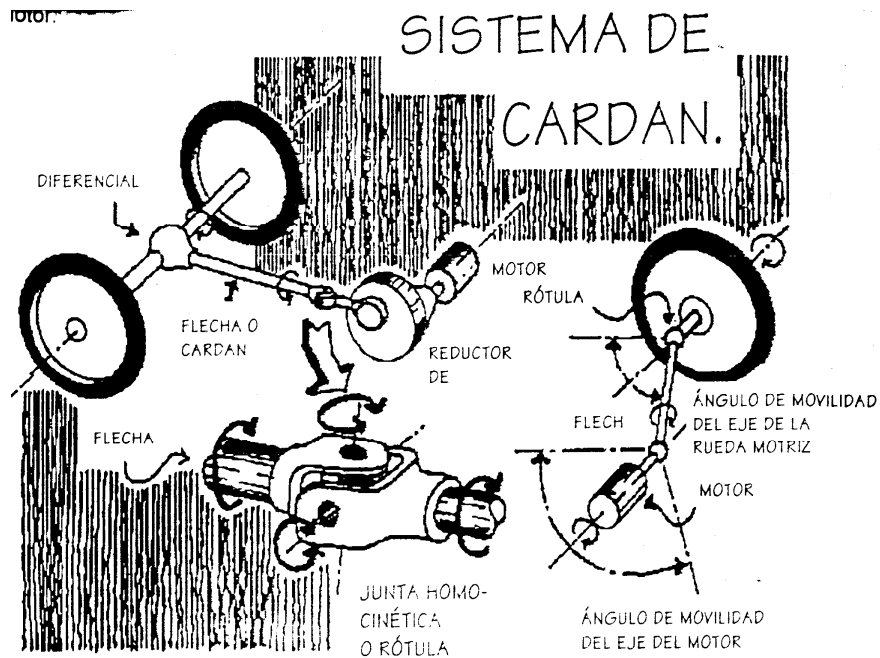
Figura 15 Eficiencias de los sistemas de transmisión



El sistema de flechas tiene un índice de eficiencia alto y además puede ser colocado en diversidad de sitios en el vehículo, inclusive fuera de la suspensión de la llanta de tracción. Esto implica que una flecha es capaz de transmitir el movimiento sin importar la alineación entre el eje de la rueda y el del motor.

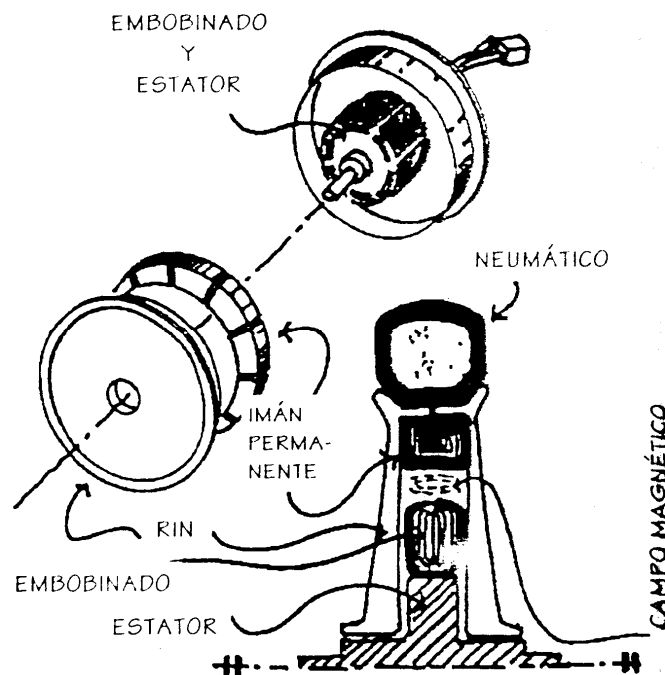
«Si se cuenta con un tren motriz de llantas separadas, el sistema de flechas debe funcionar acompañado de una caja de satélites para evitar el arrastre de las mismas al momento de virar el vehículo». (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 16 Sistema de cardan



Finalmente el Rueda Motor es el sistema más moderno utilizado en la construcción de vehículos eléctricos. Elimina componentes del sistema de transmisión convencional. El Este sistema tiene un motor incorporado en la rueda, a manera que el eje de este es la armadura y la rueda es un imán permanente, lo cual constituye un motor completo. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 17 Motor eléctrico tipo rueda



B. Suspensión

Este sistema se encarga de evitar que las vibraciones del camino se transmitan al auto móvil y ayuda a mejorar la estabilidad del mismo. Para crear el sistema de suspensión se requiere conocer la elasticidad, capacidad de amortiguación y la geometría del vehículo.

Figura 18 Suspensión



La elasticidad no permite que las desigualdades del pavimento se transmitan en forma de impacto al piloto del automóvil, mediante el uso de un muelle deformado que absorbe la energía. De esta manera se logra que el vehículo deje de rebotar. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Por medio de los amortiguadores se transforma la energía mecánica del muelle en calor por medio de la fricción. Al unir los muelles con instrumentos de amortiguación se crea una

suspensión que minimiza las vibraciones y el ruido produciendo así que el automóvil se vuelve más cómodo en marcha. (*Diseño y Construcción*, 1997)

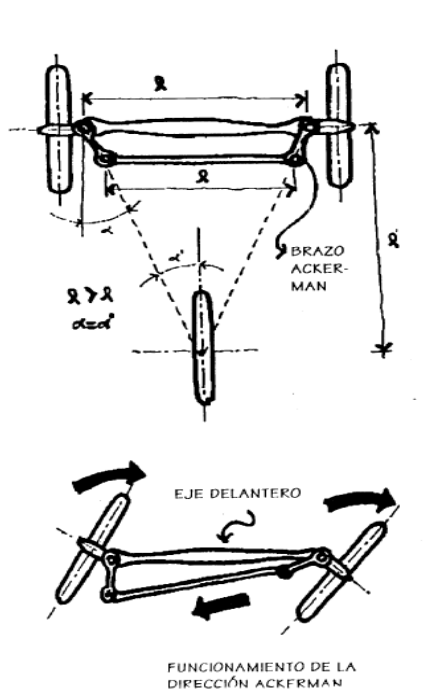
Para desarrollar una suspensión adecuada se requiere analizar la manera como se comporta el vehículo cuando se desplaza. Las anomalías en el trayecto causan inseguridad para el conductor. Esto puede corregirse mediante el principio de barras paralelas y a que permite controlar los desplazamientos verticales que se producen en las llantas. (*Diseño y Construcción*, 1997)

C. Sistema de dirección

El sistema de dirección permite al piloto tener el control de maniobrabilidad del automóvil. Permite que el piloto dirija el vehículo en la dirección deseada con el movimiento del timón, el cual causa un giro en las ruedas de dirección. Para un diseño adecuado de este sistema se requiere conocer algunos conceptos.

1. Principio de ackerman. El principio indica que «de la prolongación del eje de las ruedas tiene que nacer un centro común al radio de giro». En el momento en que las llantas de un vehículo giran para producir una vuelta, estas no lo hacen paralelamente, cada una cuenta con un ángulo según su radio de giro. Si el giro fuera paralelo la llanta del exterior se deslizaría con el pavimento produciendo fricción. Sin embargo esto puede corregirse mediante una barra de acoplamiento. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 19 Sistema ackerman

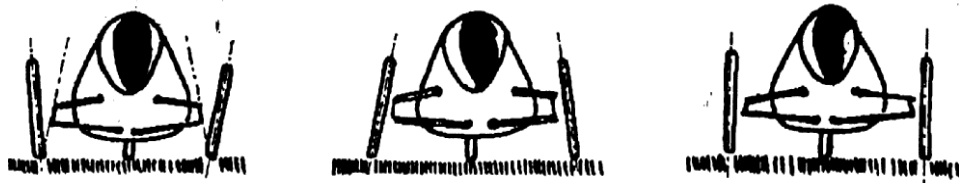


Esta barra de acoplamiento debe ser menor que la barra de soporte en donde se encuentran los centros de giro de los pernos maestros de las ruedas. Para determinar la longitud de la barra es necesario trazar una línea imaginaria del centro de l eje trase ro hacia los centros de los pernos maestros. Las líneas van a generar un ángulo α con respecto al eje longitudinal del auto que equivale al ángulo δ . Este ángulo δ proporciona la posición en que deben de colocarse los brazos Ackerman de la dirección determinando así la longitud de la barra de acoplamiento. Además mantiene el paralelismo de las ruedas en el momento en que el vehículo se encuentra en marcha. En autos eléctricos es indispensable mantener el paralelismo para evitar al máximo pérdidas por arrastre. El ángulo no debe sobrepasar los 4° . (*Diseño y Construcción*, 1997)

2. Convergencia y divergencia. Las llantas de los automóviles cuentan pequeños ángulos de convergencia (Toe in) y divergencia (Toe out) causados por una fuerza que se opone a que avance el vehículo.

El ángulo de convergencia es utilizado en vehículos con tracción trasera y el de divergencia en autos de tracción delantera. Este último puede emplearse en el mejoramiento del funcionamiento de la dirección Ackerman cuando existe una geometría de la dirección deficiente. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Figura 20 Ángulos del Sistema de Dirección



3. Ángulo de caída. El ángulo de caída se refiere a la pequeña inclinación de las ruedas de un vehículo hacia fuera o hacia adentro. La inclinación forma un ángulo que puede ser positivo, negativo o de grado cero.

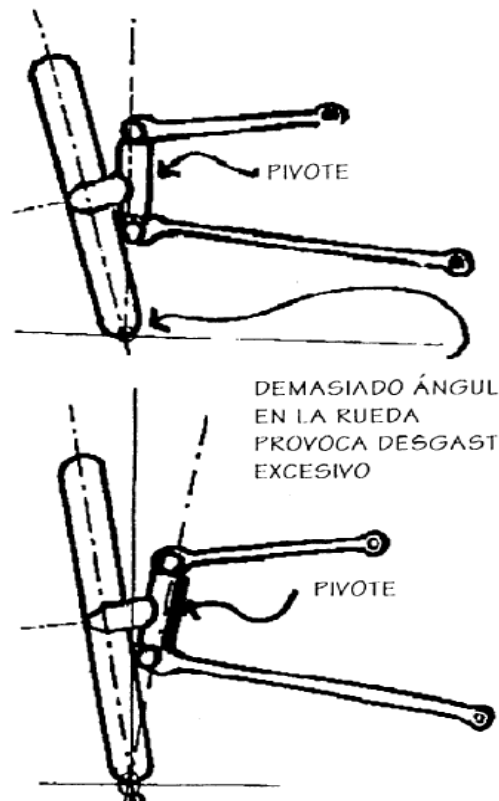
En el ángulo de caída positivo las ruedas se acercan más en su parte inferior que en la superior. Esto viene a facilitar considerablemente el manejo del vehículo y evita el desgaste en las piezas de dirección. (*Diseño y Construcción*, 1997)

A diferencia de este en el ángulo negativo las ruedas se encuentran más cerca en la parte superior que en la inferior. Esta conformación da una mejor estabilidad en las vueltas aunque endurece el mecanismo de dirección.

Por último en el ángulo cero las ruedas se encuentran perpendicularmente dispuestas, lo cual dificulta el manejo del vehículo y envía mucha carga a los pivotes de la dirección.

4. Ángulo de salida. El ángulo de salida es la inclinación del pivote de la dirección con respecto a la vertical. La prolongación de l eje del pivote mediante una línea imaginaria debe cortar el eje longitudinal de la rueda en el piso lo que se consigue inclinando la rueda, o pivote o bien ambos.

Figura 21 Pivote

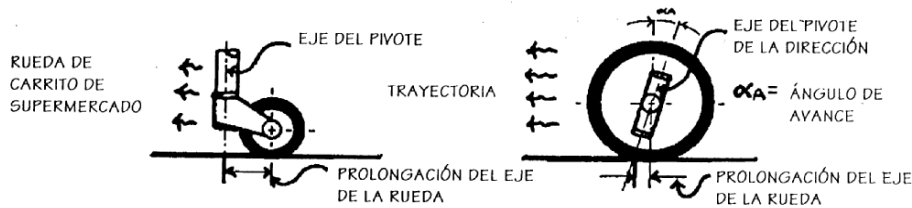


Si surge una pequeña desviación entre el centro de la huella de la rueda y el punto de corte de la línea imaginaria del eje del pivote se hace más difícil el manejo y produce un desgaste anormal en las llantas. El ángulo de salida de la rueda, con respecto a la vertical, no debe sobrepasar los 5° con el vehículo totalmente cargado. (*Diseño y Construcción*, 1997)

5. Ángulo de avance. El ángulo de avance es el encargado de mantener la estabilidad en la dirección del automóvil y permite que el volante vuelva a su posición lineal recta después de terminar una vuelta.

El ángulo de avance puede determinarse rotando el eje del pivote a manera de que el eje vertical de la rueda quede por detrás del punto de corte de la prolongación del eje del pivote sobre el piso.

Figura 22 Ángulo de avance

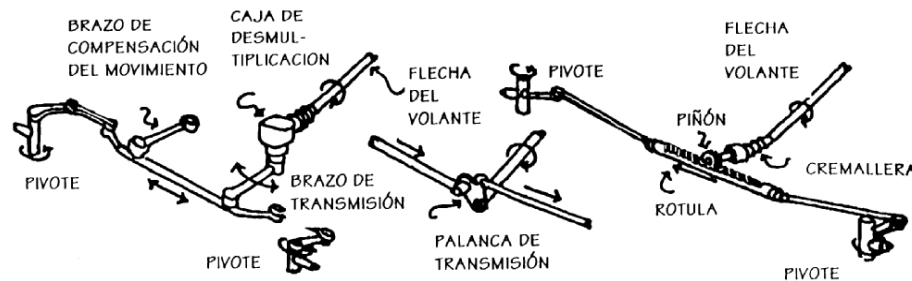


6. Desmultiplicación de la dirección. La desmultiplicación de la dirección consiste en la relación que se produce entre los ángulos de rotación del volante con respecto al de las ruedas. Para un vehículo de poco peso como un eléctrico, es recomendable una relación de 15:1; es necesario girar el volante dos veces y media ($2\frac{1}{2}$) para completar una oscilación de 60° entre los topes de la dirección. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Los vehículos debe contar con topes que limiten el movimiento de giro de las ruedas para que no golpeen la carrocería cuando gira al máximo el sistema. Los topes pueden ser situados en el pivote de la rueda o bien en el mecanismo de dirección.

Existen variedad de maneras para realizar la desmultiplicación de la dirección. Algunos de estos sistemas son la relación de poleas, de piñones y cremallera, los cuales resultan sencillos.

Figura 23 Sistemas de dirección



D. Frenos

El sistema de frenos es indispensable en todos los vehículos, ya que proporcionan confiabilidad y seguridad en el momento de manejar. Entre los sistemas de frenos que se han desarrollado se encuentran el de frenos hidráulicos y frenos mecánicos. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Los frenos hidráulicos cuentan con una alta velocidad de reacción en el momento de frenar, permiten aplicar mayor presión al sistema mejorando los resultados. Este sistema es recomendado

para autos con un peso superior a los 150kg o bien que sobrepasan los 60 km /h. (*Diseño y Construcción*, 1997)

En pruebas de competencia que se han realizado han demostrado que los frenos hidráulicos de tipo mordaza y disco son los mejores para vehículos eléctricos. Hay que tener muy en cuenta que para que un sistema de frenos hidráulicos funcione de manera adecuada, debe de contar con un ajuste muy preciso para evitar el contacto de las mordazas con el disco cuando no se aplica el freno.

Los frenos mecánicos están constituidos por un sistema de zapata y tambor. No cuentan con una reacción tan rápida como los frenos hidráulicos, sin embargo son una buena opción para carros eléctricos debido a su fácil ajuste. Este sistema de frenos es recomendable para autos con un peso menor a los 150kg. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Es de su máxima importancia asegurarse que ninguno de los componentes del sistema de frenos roce con los discos y los tambores. Además es necesario tomar en cuenta que las mordazas deben de estar igualmente calibradas para que el automóvil no frene de forma dispereja.

E. Llantas y aros

Las llantas resultan ser otro factor de gran importancia para el ahorro de energía. Para los vehículos eléctricos las llantas con menor superficie de contacto y de cara lisa son las que cuentan con las mejores características. (*Diseño y Construcción*, 1997)

Así mismo se requiere considerar el inflado de los neumáticos, ya que este debe ser a la mayor presión posible y tomar en cuenta las características de resistencia a la rodadura del mismo. Una mayor presión presenta una menor resistencia a la rodadura pero también una reducción en su capacidad de no deslizarse en vuelta.

En los vehículos eléctricos la ligereza es de suma importancia, por este motivo se requiere que el aro que se elija cumpla con las características de elevada resistencia axial y bajo peso. Algunos de los aros que se utilizan en este tipo de autos se encuentran:

1. Aro, rayos y masas.
2. Tapones y aro de materiales compuestos.
3. Plato macizo de metal.
4. Aro, hilos de fibras y más. (*Diseño y Construcción*, 1997)

F. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico no será considerado en este trabajo ya que el enfoque es el del diseño mecánico del vehículo Fórmula Electrónica Experimental. Para encontrar la información pertinente ver en ANEXOS el tema en Sistema Eléctrico.

Apéndice C

Electratón

Misión

La misión del proyecto ELECTRATÓN GUATEMALA es formar en nuestro país una base de recursos humanos que, mediante la experiencia práctica, conozcan la tecnología de los vehículos eléctricos.

El transporte eléctrico, dada la disponibilidad comercial de sus componentes, su alta eficiencia y su capacidad para contrarrestar el deterioro en la calidad del aire, ofrece esperanza en un sector crítico para una economía sostenible.

Los vehículos que compiten en los campeonatos ELECTRATÓN GUATEMALA pertenecen a la FÓRMULA ELECTRATÓN EXPERIMENTAL (F/Ex), categoría que se define como el vehículo eléctrico en su mínima expresión. Con la categoría F/Ex se busca demostrar que la tecnología básica involucrada en un vehículo eléctrico es, pese a lo que se cree, realmente sencilla.

Origen

El primer auto eléctrico se construyó en Escocia en 1834. Las carreras de vehículos eléctricos se iniciaron en 1889, y en 1899 el auto eléctrico "La Jamais Contente" fue el primer vehículo en rebasar la velocidad de 100 Kms/hr.

En 1978, la Asociación de Vehículos Eléctricos de Inglaterra inició una competencia cuyo objetivo era estimular que la gente construyese sus propios vehículos, por lo cual se creó una categoría sencilla y no costosa. Este primer Electratón fue llamado "The Lucas Electric Vehicle Endurance Run".

El Presidente de la Asociación de Vehículos Eléctricos de Australia presenció este evento y en 1980 organizó uno similar en su país. Para 1983 aerodinámicos vehículos alcanzaban velocidades de 80 Kms/hr.

En 1990 se introdujo la categoría Electratón en California, Estados Unidos, siendo las principales organizaciones promotoras NERA (New Electrathon Racing Association) y Clean Air Revival (CAR). La "Copa Electratón 1990" desencadenó creciente entusiasmo, multiplicación de vehículos y subsecuentes carreras. Más adelante se creó un proyecto ingenieril de Electratón para colegios de nivel bachillerato.

Además de la categoría "Fórmula Electratón" conformada por el reglamento desarrollado en Australia, se creó una nueva categoría, "Fórmula Electratón Experimental" (F/Ex), cuya mayor apertura propicia audaces innovaciones en el diseño y mejoras en el desempeño de los vehículos.

En 1993, simultáneo al proyecto del Primer Auto Solar de carreras Mexicano, Fórmula Sol comienza a promover ELECTRATÓN MÉXICO.

CAMPEONATOS ELECTRATÓN MÉXICO

Hasta la fecha Fórmula Sol, S.C. ha organizado cinco campeonatos Electratón México con un total de 31 carreras y ha llevado a cabo 8 carreras más de tipo demostrativas en lugares como Cuernavaca, Acapulco y Colima.

Primer Campeonato Nacional 1995

Celebrado de: septiembre a noviembre

Total de carreras: 5

Ganadores:

<i>Posición</i>	<i>Auto</i>	<i>No</i>	<i>Escudería</i>	<i>Institución</i>
1ª.	Quantum	21	Gogolplex	Universidad Autónoma de Colima
2ª. Tavo		7	Colegio de Bachilleres	Colegio de Bachilleres # 7
3ª. AVW		8	Tonatiuh	Escudería Tonatiuh

Segundo Campeonato Nacional 1996

Celebrado: de julio a octubre

Total de carreras: 5

Ganadores:

<i>Posición</i>	<i>Auto</i>	<i>No</i>	<i>Escudería</i>	<i>Institución</i>
1ª.	Tanke	17	Golden Touch	Universidad Iberoamericana
2ª.	Tavo	7	C. de Bachilleres	Colegio de Bachilleres #7
3ª.	Chaac Balam	2	Fernando Rejón	Particular

Tercer Campeonato Nacional 1997

Celebrado: de junio a octubre

Total de carreras: 7

Ganadores:

<i>Posición</i>	<i>Auto</i>	<i>No</i>	<i>Escudería</i>	<i>Institución</i>
1ª.	Tanke Light	17	Golden Touch	Universidad Iberoamericana

2ª. Reiset		5	Reiset	Particular
3ª.	Tracker	3	Anáhuac	Universidad Anáhuac Norte

Cuarto Campeonato Nacional DELPHI 1998

Celebrado: de junio a octubre

Total de carreras: 7

Ganadores:

<i>Posición</i>	<i>Auto</i>	<i>No</i>	<i>Escudería</i>	<i>Institución</i>
1ª. Reiset		5	Reiset	Particular
2ª. Som	bra	17	UIA	Universidad Iberoamericana
3ª. IMEm	uevo	47	Fénix	Universidad Autónoma de Puebla

Quinto Campeonato Nacional GM-RDS 1999

Celebrado: de mayo a septiembre

Total de carreras: 7

Ganadores:

<i>Posición</i>	<i>Auto</i>	<i>No</i>	<i>Escudería</i>	<i>Institución</i>
1ª. Reiset		5	Reiset	Particular
2ª. Som	bra	17	UIA	Universidad Iberoamericana
3ª.	Escualo I	47	UNUM	Universidad Nuevo Mundo