

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO GO-KART DE
ESTRUCTURA TUBULAR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PROGRAMA
DE ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ

NARVÁEZ BURBANO LUIS ALBERTO

LATACUNGA, ABRIL DEL 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Narváez Burbano Luis Alberto

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO GO-KART DE ESTRUCTURA TUBULAR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Abril del 2012

Narváez Burbano Luis Alberto

CI. 0401545892

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Narváez Burbano Luis Alberto

AUTORIZO:

A la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO GO-KART DE ESTRUCTURA TUBULAR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril del 2012

Narváez Burbano Luis Alberto

CI. 0401545892

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. OSCAR ARTEAGA (DIRECTOR)

ING. GUIDO TORRES (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO GO-KART DE ESTRUCTURA TUBULAR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**”, realizado por el señor Narváez Burbano Luis Alberto, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de **UN** Empastado y **UN** disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil. Autorizan al señor Narváez Burbano Luis Alberto que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Abril del 2012

ING. OSCAR ARTEAGA
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. GUIDO TORRES
CODIRECTOR DE PROYECTO

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Narváz Burbano Luis Alberto bajo nuestra supervisión.

ING. OSCAR ARTEAGA
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. GUIDO TORRES
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado en especial a Dios, mi guía y mi camino, mi inspiración, mi éxito y mi felicidad completa.

A mis Padres Jaime Efraín Narváez y Rosa Elena Burbano, por haberme dado todo su apoyo incondicional y sabios consejos que han formado mi vida.

A mis hermanos Alvaro y Andrea, les agradezco por su compañía y por estar siempre pendientes de mis avances en mi vida profesional.

De igual manera dedico éste proyecto a todas las personas que forman la Empresa PROMESA, a la cual pertenezco, la misma que me ha dado la oportunidad de ser un profesional en conjunto con el trabajo que desempeño.

A todas y cada una de las personas y amigos que han estado junto a mí, les dedico éste proyecto, gracias por ser parte de mi vida.

Luis Narváez B

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar un pedacito más de mi vida profesional, a mis padres y hermanos, por ser incondicionales con sus consejos y deseos de superación continua.

A mis amigos, compañeros y profesores, muchas gracias por compartir sus conocimientos y su amistad.

Gracias a todos los que creen en mí, estoy seguro que juntos lograremos el éxito y la superación en cualquier instancia de nuestras vidas.

Luis Narváez B

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
CERTIFICADO	iv
CERTIFICACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xv

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 CONCEPTOS GENERALES	1
1.1.1 CONCEPTO DE GO KART.....	1
1.1.2 CONCEPTO E HISTORIA DEL KARTING	2
1.2 CARACTERÍSTICAS	5
1.3 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN GO KART	6
1.3.1 LA CARROCERÍA.....	6
1.3.2 EL CHASIS	7
1.3.3 CHASIS CUADRO	9
1.3.4 LA BANDEJA DEL CHASIS.....	10
1.3.5 BARRAS	11
1.3.6 EL ASIENTO	13
1.3.7 SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	15
1.3.8 CABLES Y CAÑERIAS	19
1.3.9 PEDALES	20
1.3.10 EL MOTOR	21
1.3.11 SISTEMA DE ESCAPE.....	27
1.3.12 EL CARBURADOR	28
1.3.13 EL TANQUE DE COMBUSTIBLE	29
1.3.14 SISTEMA DE FRENOS	30
1.3.15 EJE DE TRANSMISION.....	32
1.3.16 RODAMIENTOS DE APOYO DEL EJE.....	33
1.3.17 ESTRELLA O CATALINA	34
1.3.18 PORTA CATALINAS	35

1.3.19	PIÑÓN DE TRANSMISIÓN.....	35
1.3.20	CADENA DE TRANSMISIÓN.....	36
1.3.21	CUBRECADENAS	37
1.3.22	LASTRE	38
1.3.23	AROS Y NEUMÁTICOS	39
1.4	PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UN GO-KART	42
1.4.1	CORTE POR ASERRADO.....	42
1.4.2	MÉTODOS PARA SOLDAR JUNTAS DE PERFILES TUBULARES	43
1.4.3	POSICIONES Y SECUENCIAS DE SOLDADURA	45

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES51

2.1	PARAMETROS DE DISEÑO	51
2.2	DETERMINACIÓN DE CARGAS	54
2.2.1	FUERZA DE EMPUJE Y TORQUE REQUERIDO	55
2.2.2	CARGAS GENERADAS EN ACELERACIÓN-FRENADA BRUSCA	58
2.2.3	CARGAS GENERADAS EN CURVA A MÁXIMA VELOCIDAD	61
2.3	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	62
2.4	MODELADO Y ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL GO-KART.....	63
2.5	DISEÑO DEL CHASIS TUBULAR	68
2.5.1	DISEÑO DEL CHASIS EN ACELERACIÓN-FRENADA BRUSCA	68
2.5.2	DISEÑO DEL CHASIS EN CURVA A MÁXIMA VELOCIDAD	74
2.6	DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN	79
2.7	SELECCIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN	84
2.8	SELECCIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE CADENA	87
2.9	SELECCIÓN DE FRENO DE DISCO	88
2.10	DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	90

CAPÍTULO 3

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL GO-KART.....98

3.1	CONSTRUCCIÓN DEL GO KART.....	98
3.1.1	MÉTODO DE FABRICACIÓN	98
3.1.2	SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS	100
3.2	MONTAJE DE LOS COMPONENTES.....	117
3.2.1	MONTAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN	117
3.2.2	MONTAJE DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	119
3.2.3	MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS	120
3.2.4	MONTAJE DE LA SUSPENSIÓN.....	122
3.2.5	MONTAJE DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	122
3.3	AJUSTES Y REGLAJES	124
3.3.1	DISTANCIA DEL ASIENTO DEL PILOTO	125

3.3.2	COLOCACIÓN DE ARANDELAS SEPARADORAS.....	127
3.3.3	AJUSTE DE LA DIRECCIÓN Y ALINEACIÓN DEL GO-KART.....	127
3.3.4	AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	132
3.3.5	AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS	134
3.3.6	AJUSTE Y AFINACIÓN DEL MOTOR.....	136
3.3.7	PRESIÓN DE INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS	139
3.3.8	COLOCACIÓN DE LOS GUARDACHOQUES DEL GO-KART	140

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....142

4.1	PRUEBAS DE CAMPO	142
-----	------------------------	-----

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....146

5.1	CONCLUSIONES	146
5.2	RECOMENDACIONES	148

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIG.1.1	Vehículo Go-Kart en pista.....	1
FIG.1.2	Go-karts en competencia internacional.....	2
FIG.1.3	Primeros diseños de Go-Kart	3
FIG.1.4	El Chasis	5
FIG.1.5	Los Neumáticos.....	6
FIG.1.6	El Motor	6
FIG.1.7	Elementos de la Carrocería	7
FIG.1.8	Chasis en ensamble de un Go-Kart	8
FIG.1.9	Chasis 3D de un Go-Kart	9
FIG.1.10	Chasis Cuadro	9
FIG.1.11	Bandeja del chasis plástica.....	10
FIG.1.12	Bandeja del chasis de aluminio.....	11
FIG.1.13	Barra frontal	11
FIG.1.14	Barra posterior.....	12
FIG.1.15	Barras laterales	12
FIG.1.16	Barra de torsión.....	13
FIG.1.17	Muestra de la localización del centro de gravedad.	14
FIG.1.18	Asientos de un Go-kart	14
FIG.1.19	Elementos de la Columna de Dirección.....	15
FIG.1.20	Tipos de volante de un Go-Kart	16
FIG.1.21	Barra de Dirección	17

FIG.1.22	Varillas y rotulas de dirección.....	18
FIG.1.23	Mangueta, tuercas y separadores.....	19
FIG.1.24	Cable de acelerador.....	20
FIG.1.25	Cañerías de freno	20
FIG.1.26	Pedal de acelerador	21
FIG.1.27	Pedal de freno y resorte de retorno del pedal	21
FIG.1.28	Funcionamiento del motor primer ciclo.....	22
FIG.1.29	Funcionamiento del motor segundo ciclo	23
FIG.1.30	Motor Parilla 125cc.....	24
FIG.1.31	Rotax Engine Type 125 MAX.....	24
FIG.1.32	Aceites para motor de Go-Kart	25
FIG.1.33	Refrigeración por aire	25
FIG.1.34	Radiadores de agua para motor RotaX.....	26
FIG.1.35	Kit de refrigeración con bomba de agua	26
FIG.1.36	Escape de un Go-Kart	27
FIG.1.37	Soporte del escape(Manual Tony Kart).....	28
FIG.1.38	Carburadores de un motor de Go-Kart.....	29
FIG.1.39	Tanque de combustible Manual Tony Kart	29
FIG.1.40	Componentes del Sistema de Frenos Go-Kart Catálogo Hasse tipo Runner FR 14 AF.....	30
FIG.1.41	Conjunto del Sistema de Frenos Go-Kart Catálogo Hasse	31
FIG.1.42	Eje de transmisión Go-Kart (Manual Tony kart).....	32
FIG.1.43	Rodamiento de eje.....	33
FIG.1.44	Soporte del eje.....	33
FIG.1.45	Estrella de transmisión de potencia del Go-Kart Manual Tony Kart	34
FIG.1.46	Porta Catalinas Manual Tony Kart	35
FIG.1.47	Piñón de transmisión manual Tony Kart	36
FIG.1.48	Cadena de Transmisión manual Tony Kart	36
FIG.1.49	Cubrecadenas manual Tony Kart	37
FIG.1.50	Bloques de Plomo o Lastre Manual Tony Kart	38
FIG.1.51	Aros de Go-Kart.....	39
FIG.1.52	Partes del Neumático	41
FIG.1.53	Neumáticos para asfalto seco, húmedo, y nieve.....	41
FIG.1.54	Corte perfilado o “silla de montar”	43
FIG.1.55	Máquina Miller MIG/MAG	45
FIG.1.56	Posición simétrica A. Provoca concentración de tensiones.....	47
FIG.1.57	Pre deformación de una estructura soldada.....	48
FIG.1.58	Método para evitar tensiones en la estructura a soldar.....	48
FIG.1.59	Tipos de defecto de soldadura.....	49

CAPÍTULO 2

FIG.2.1	Componentes mecánicos de un Go-Kart.....	51
FIG.2.2	Dimensiones del chasis de un Karting World Formula Chasis.	53
FIG.2.3	Torque requerido en el eje de transmisión	57
FIG.2.4	Modelo en SolidWorks del chasis tubular.....	64
FIG.2.5	Modelo del sistema de transmisión.....	65
FIG.2.6	Modelo del sistema del freno hidráulico de disco.....	65
FIG.2.7	Modelo y ensamblaje del sistema de dirección.....	66
FIG.2.8	Ensamblaje del Go Kart en SolidWorks.....	67
FIG.2.9	Asignación de cargas y sujeciones al chasis tubular en frenada brusca	69
FIG.2.10	Mallado del modelo del chasis tubular.....	70
FIG.2.11	Tensión de Von Mises en el chasis tubular en frenada brusca.....	71
FIG.2.12	Desplazamientos resultantes en el chasis tubular en frenada brusca.....	72
FIG.2.13	Distribución del factor de seguridad en el chasis tubular en frenada brusca .	73
FIG.2.14	Asignación de cargas y sujeciones al chasis tubular en curva.....	75
FIG.2.15	Tensión de Von Mises en el chasis tubular en curva	76
FIG.2.16	Desplazamientos resultantes en el chasis tubular en curva	77
FIG.2.17	Distribución del factor de seguridad en el chasis tubular en curva.....	78
FIG.2.18	Asignación de Cargas y Sujeciones al Eje de Transmisión.....	79
FIG.2.19	Mallado del Modelo del Eje de Transmisión	80
FIG.2.20	Tensión de Von Mises en el eje de transmisión.....	81
FIG.2.21	Desplazamientos resultantes en el eje de transmisión.....	82
FIG.2.22	Distribución del factor de seguridad en el eje de transmisión.....	83
FIG.2.23	Sistema de Transmisión de Cadena.....	84
FIG.2.24	Motor Seleccionado IAME Parilla 125cc	87
FIG.2.25	Freno de Disco Seleccionado (Catálogo Hasse tipo Runner FR14 AF).....	90
FIG.2.26	Torque requerido en el Volante del Go-Kart	92
FIG.2.27	Mallado del modelo del sistema de dirección	93
FIG.2.28	Tensión de Von Mises en el sistema de dirección	94
FIG.2.29	Desplazamientos resultantes en el sistema de dirección	95
FIG.2.30	Distribución del Factor de Seguridad en el Sistema de Dirección	96

CAPÍTULO 3

FIG.3.1	Taller DISCOMEC (Quito-Ecuador)	99
FIG.3.2	Análisis plano componentes principales	100
FIG.3.3	Análisis plano cotas de parachoques.....	101
FIG.3.4	Análisis plano cotas elementos de la Carrocería.....	102
FIG.3.5	Análisis plano cotas protector posterior	103
FIG.3.6	Análisis plano cotas de ángulos principales.....	103
FIG.3.7	Análisis plano cotas de las Dimensiones Principales del Chasis	104
FIG.3.8	Selección de la Máquina dobladora de tubos.....	105
FIG.3.9	Selección del Material (Acero AISI 4130).....	105
FIG.3.10	Doblaje de Tubos parte frontal y posterior.....	106
FIG.3.11	Medición de ángulos en los Tubos laterales.....	106
FIG.3.12	Doblaje del tubo principal.....	107
FIG.3.13	Doblaje de Tubos Interiores	107
FIG.3.14	Alineación de los tubos principales del Chasis	108
FIG.3.15	Alineación del conjunto motriz y soldadura de los tubos interiores	109

FIG.3.16	Componentes mecánicos de un Go-Kart.....	109
FIG.3.17	Unión y Soldadura de la Parte Frontal (protector)	110
FIG.3.18	Unión y Soldadura de la parte frontal (vista lateral)	110
FIG.3.19	Análisis planos de soportes del eje posterior y soportes de las manguetas de dirección.....	111
FIG.3.20	Soportes del Eje Posterior	111
FIG.3.21	Soportes de la Mordaza de Freno.....	112
FIG.3.22	Soldadura de Soportes al Chasis.	112
FIG.3.23	Alineación del tubo diagonal al Chasis.....	113
FIG.3.24	Soldadura del tubo diagonal al Chasis Cuadro	113
FIG.3.25	Soldadura del tubo del Parachoques Posterior	114
FIG.3.26	Soldadura de Anclajes del Asiento, Soporte del Volante y Soporte del tanque de Combustible	114
FIG.3.27	Chasis terminado Vista Lateral	115
FIG.3.28	Chasis terminado Vista Superior	115
FIG.3.29	Pintura del Chasis.....	116
FIG.3.30	Proceso de Pintura del Chasis Terminado	116
FIG.3.31	Posicionamiento del motor y sistema de transmisión	118
FIG.3.32	Montaje del eje posterior.....	118
FIG.3.33	Montaje del sistema de Escape, Sistema de encendido y Sistema de transmisión.....	119
FIG.3.34	Montaje de la Columna de Dirección.....	120
FIG.3.35	Instalación de la mordaza cañerías y disco de frenos.....	121
FIG.3.36	Instalación del Cilindro principal de Freno.....	121
FIG.3.37	Montaje del tanque de combustible.....	122
FIG.3.38	Fabricación de la bandeja del chasis	123
FIG.3.39	Colocación de pedales de freno y acelerador, cables, y guardachoques al Chasis.....	123
FIG.3.40	Pit de Go-Karts en el Kartódromo Dos Hemisferiosde la Mitad del Mundo.....	124
FIG.3.41	Distancia y ubicación del Asiento del Piloto parte delantera	125
FIG.3.42	Distancia y ubicación del Asiento del Piloto parte posterior	126
FIG.3.43	Ajuste del Asiento del Piloto.....	126
FIG.3.44	Colocación de arandelas separadoras.....	127
FIG.3.45	Divergencia del Go-Kart	128
FIG.3.46	Ajuste de la Dirección Go-Kart.....	128
FIG.3.47	Máquina Alineadora de rayo laser (nivelación)	129
FIG.3.48	Sujeción del volante de dirección para la alineación	129
FIG.3.49	Máquina de alineación encendida	130
FIG.3.50	Alineación del conjunto mediante el rayo de luz.	130
FIG.3.51	Sistema de dirección alineado según la calibración inicial	131
FIG.3.52	Ajuste de todo el Conjunto de Dirección	131
FIG.3.53	Lubricación y colocación del eje Posterior	132
FIG.3.54	Lubricación y Ajuste de los Soportes del Eje.....	133
FIG.3.55	Alineación de la estrella de Transmisión	134
FIG.3.56	Ajuste y Calibración del Sistema de Frenos	135
FIG.3.57	Colocación del condensador del aceite	137
FIG.3.58	Colocación del conducto de alimentación principal de la mezcla.....	137
FIG.3.59	Afinación de la mezcla del combustible y el lubricante.....	138
FIG.3.60	Colocación de mezcla al Motor.....	138

FIG.3.61	Revisión de la Presión de Aire de los Neumáticos.....	139
FIG.3.62	Colocación de los protectores plásticos	140
FIG.3.63	Finalización del Proyecto de Construcción, Montaje, Ajustes y Calibración del Go-Kart	141

CAPÍTULO 4

FIG.4.1	Falda del Pistón rota, producto de las altas revoluciones alcanzadas en la afinación del motor	144
---------	--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA2.1	Propiedades mecánicas del acero AISI 4130	63
----------	---	----

RESUMEN

El presente proyecto se refiere sobre el Diseño y Construcción de un Vehículo Go-Kart de estructura tubular mediante el empleo de un programa de análisis por elementos finitos.

Éste trabajo cuenta con cinco capítulos los cuales se encuentra organizados de manera que se inicie con el estudio de las partes y componentes principales de un Go-Kart , hasta llegar al diseño, selección y construcción de éste tipo de vehículo, demostrando de ésta manera que es un diseño seguro y es aplicable al campo automotriz.

El capítulo I es el marco teórico en el cual se da una breve introducción de los componentes principales y su funcionamiento en un Go-Kart..

En el capítulo II se realiza el chasis de estructura tubular mediante el Reglamento Técnico del Karting, normado por la CIK-FIA (Comisión Internacional de Karting), mediante un diseño computacional, siendo ésta, la parte más importante del proyecto, se realiza el análisis y los cálculos de los diferentes parámetros de diseño, seguidamente se realiza un bosquejo del chasis y de los componentes mecánicos del Go-Kart, para luego modelar y aplicar las cargas calculadas mediante el programa SolidWorks.

En el capítulo III, se realiza la construcción del chasis y el montaje, ajustes y reglaje del Go-Kart, guiados por los planos generados en el diseño computacional

En el capítulo IV, se realizan las pruebas de campo para verificar estabilidad, maniobrabilidad, frenos y dirección para concluir el proyecto como un diseño seguro.

El último capítulo nos lleva a obtener las conclusiones y recomendaciones una vez culminado el proyecto.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. CONCEPTOS GENERALES

1.1.1. CONCEPTO DE GO KART

Un **Go-Kart** es un vehículo a motor terrestre monoplace sin techo o cockpit, sin suspensiones y con o sin elementos de carrocería, con cuatro ruedas no alineadas que están en contacto con el suelo. Las dos ruedas delanteras ejerciendo el control de la dirección, y las dos posteriores conectadas por un eje de una pieza que transmiten la potencia de un motor, generalmente monocilíndrico. Sus partes principales son el chasis (comprendida también está la carrocería), los neumáticos y el motor.



Figura 1.1: Vehículo Go-Kart en Pista

Dadas sus características, el Kart suele ser el primer automóvil en el que debutan los aspirantes a pilotos de competición a edades tempranas.



Figura 1.2: Go-Karts en Competencia Internacional

1.1.2. CONCEPTO E HISTORIA DEL KARTING

El karting se lo define como el deporte automotor de formación y escuela de pilotos de competición, el mismo que por su alto nivel competitivo está regido por la (CIK-FIA), Comisión Internacional de Karting y es regularizado por la Federación Internacional de Automovilismo.

Nace en marzo de 1956 en una base de aviación de California, Estados Unidos. Durante un fin de semana de permiso de los soldados allí destinados, los mismos que por el aburrimiento que les producía al estar fuera de servicio, algunos de ellos tomaron la decisión de fabricar algo que les pudiera hacer disfrutar de las pistas de aviación que tenían.

El resto fue fácil, tubos de calefacción soldados, ruedas de colas de avión, un motor de corta-césped y el volante de un antiguo avión en desuso les bastó para

hacer un "Go-Kart". Así nacía el karting, con unos aparatos muy rudimentarios que podían alcanzar los 50 km/h.



Figura 1.3: Primeros diseños de Go-Kart

El primer Go-Kart comercial fue construido en agosto de 1956 por Arte Ingels en California con un motor corta-césped de la West Bend Company (1911-2003), una compañía establecida en West Bend (Wisconsin). Muy pronto el karting se fue consolidando en otras bases de los Estados Unidos ya comenzaron las primeras competiciones "salvajes". Los Go-karts fueron superando aquellos 50 km/h y rápidamente se incorporaron muchas mejoras técnicas.

La fiebre por el Karting ganó adeptos con rapidez en todo el territorio de los Estados Unidos antes de cruzar el océano hasta Europa, ya que tres años después de su bautismo en California se contaba con más de 300 marcas diferentes que fabricaban este pequeño vehículo lúdico en Norteamérica. También de manera fulgurante, el karting se convirtió en una nueva disciplina deportiva del automovilismo, en la que comenzaban a participar miles de incondicionales.

En los años 60 este deporte se introdujo en Europa a través de Francia e Inglaterra, y se creaban numerosas federaciones nacionales por todo el mundo. Para aglutinar este proceso federativo, la Federación Internacional de

Automovilismo decidía crear en 1962 la Comisión Internacional de Karting (CIK/FIA), y en el resto del mundo el karting se revelaba como una auténtica escuela para el deporte del automovilismo, cuyas virtudes formativas aún se elogian hoy. Jóvenes pilotos como Ayrton Senna, Alain Prost o Riccardo Patrese, comenzarían así a recibir sus clases prácticas en sus competiciones infantiles y a promocionar esta disciplina cuando desembarcaron en la Fórmula Uno en los años 80.

Desde aquel 1956 la evolución del Karting ha ido en constante aumento, a pesar de que la reglamentación no ha cambiado mucho, los chasis han ido ganando en estabilidad y frenado. Aquellos primeros tubos de calefacción soldados han dado paso a los más sofisticados chasis y a los sistemas de frenos más modernos. Hoy día un kart puede alcanzar velocidades superiores a los 250 km/h (súper kart), pero con una seguridad comparable a la de un Fórmula Uno.

Al principio el Karting hizo las delicias de todos los amantes del automovilismo que pudieron exprimir su ingenio creativo, pero pronto algunos constructores comenzaron a producir pequeñas series de chasis. Si al principio los motores de corta-césped MacCulloch, con sus 9 cv, hacían disfrutar a los pilotos, pronto quedaron desbancados por las marcas Montesa, Parilla, Rotax y Comet.

Los siempre entusiastas italianos, cuando se trata de deportes mecánicos, fueron los primeros en especializarse en la construcción de chasis. De este modo, la casa Tecno creó en los años 60 el famoso modelo Puma, que fue el prototipo de todos los otros chasis creados desde entonces. Con más de 2.000 chasis fabricados en 1965, los hermanos Pederzanni, creadores de Tecno, dirigían también sus pasos hacia el automovilismo en las Fórmulas 2.000 y 3.000, antes que los problemas económicos paralizaran un proyecto para la Fórmula 1. Desde esta época, los italianos fueron los reyes, la gran mayoría de material provenía de este país, a pesar de que los motores austriacos Rotax obtuvieron grandes éxitos durante varios años. En 50 años el karting ha obtenido el respeto y el reconocimiento

como un deporte completo y una formidable escuela de conducción. Pilotos de la talla de Michael Schumacher, Mika Häkkinen, Kimi Räikkönen, Fernando Alonso y otros muchos, colaboraron en sus inicios deportivos para que el deporte del karting sea uno de los más difundidos en todo el mundo y sobre todo la base más importante del deporte automovilístico actual.

1.2. CARACTERÍSTICAS

Aún tratándose de vehículos de competición aparentemente con un funcionamiento muy sencillo, su comportamiento y su conducción es equiparable a cualquier categoría automovilística del más alto nivel, razón por la cual el diseño de los diferentes componentes involucran un desarrollo tecnológico de alta ingeniería comprendiendo como partes principales del Go-Kart al chasis (comprendida la carrocería), los neumáticos y el motor:

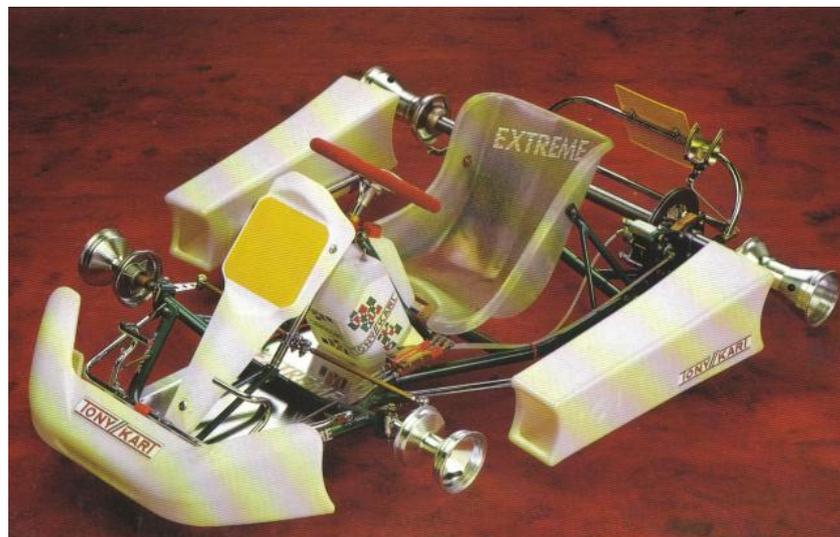


Figura 1.4: El Chasis



Figura 1.5: Los Neumáticos



Figura1.6: El Motor

1.3. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN GO KART.

1.3.1. LA CARROCERIA

Son todos los elementos que conforman el cuerpo del Go-kart destinado a la protección del piloto, el volante, el chasis, los neumáticos y el motor, fabricados de materiales en fibras resistentes a golpes y que se encuentran alrededor de todo

el vehículo, siendo éstos los bumpers delantero y posterior y las protecciones laterales.

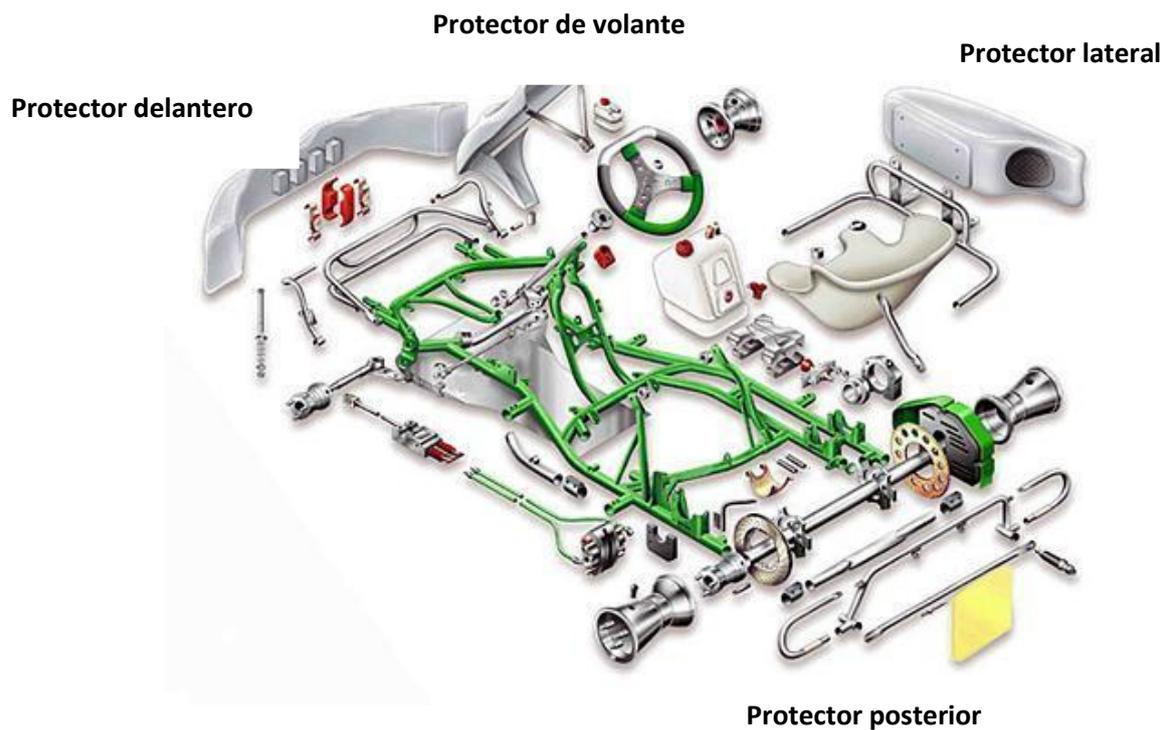


Figura 1.7: Elementos de la carrocería

1.3.2. EL CHASIS

Es la Estructura principal del kart que ensambla las partes mecánicas y la carrocería. Está formado por un conjunto de tubos cilíndricos de acero soldados no atornillados de 30 o 32 milímetros de diámetro, siendo éstas medidas las más usadas por su gran resistencia y su flexibilidad para resistir las diferentes torsiones que soporta el kart al carecer de sistema de amortiguación.

Estos chasis de vehículos Go-kart tienen gran desarrollo de Ingeniería debido a que los mismos deben brindar seguridad, además de poseer versatilidad, peso reglamentado, dimensiones homologadas y brindar en la pista al piloto comodidad y agilidad para realizar maniobras de conducción deportiva por lo que son desarrollados en software de simulación de esfuerzos y cargas del mas alto nivel.



Figura 1.8: Chasis en ensamble de un Go-Kart

La esencia principal de un Go-kart radica en la estructura tubular, la misma que esta definida como **chasis cuadro**, siendo éste el que soporta a todos los elementos que conforman al Go-kart, brindando seguridad al piloto, además de soportar las cargas y esfuerzos a los que éste vehículo es sometido.

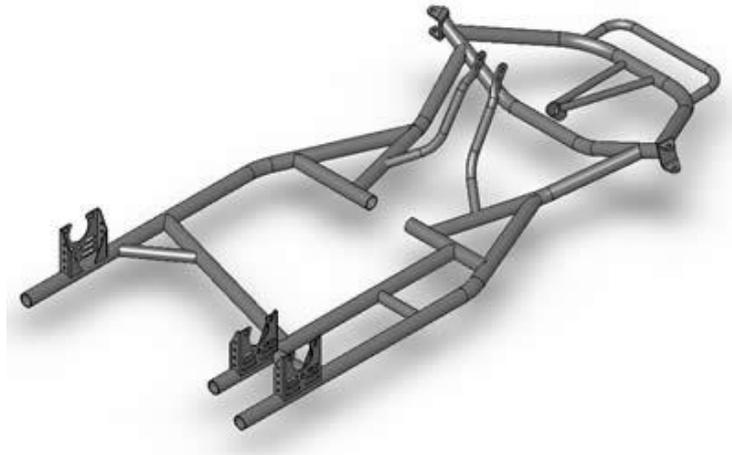


Figura 1.9: Chasis 3D de un Go-Kart

1.3.3. CHASIS CUADRO

Es la parte principal del soporte monobloque del chasis que soporta las piezas principales y auxiliares del Go Kart.

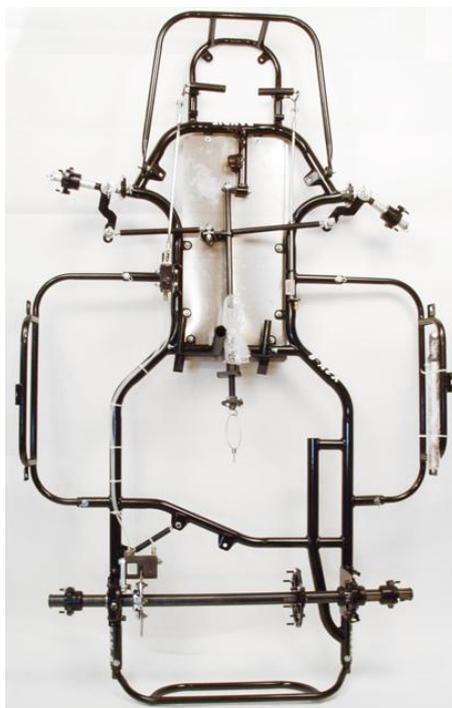


Figura 1.10: Chasis Cuadro

Por debajo del chasis se monta la bandeja o piso y por la parte delantera, posterior y lateral se ubican las barras, sobre el chasis se ancla el asiento, la columna de dirección y el motor que es el encargado de transmitir la energía en forma de giro al eje posterior.

1.3.4. LA BANDEJA DEL CHASIS

Se encuentra por debajo del chasis desde el extremo delantero hasta donde comienza el asiento del conductor, y se coloca atornillada al mismo bastidor. La bandeja funciona como apoya pies, protección y soporte para colocar el carburante. Esta prohibido que contenga agujeros de diámetro superior a lo que se especifica en el reglamento, al igual que perforaciones en el cuadro por donde se puedan escapar los pies del piloto. No puede tener tampoco prolongaciones hacia abajo, porque el “**efecto suelo**” no se permite.

Se construye normalmente en aluminio de 1 o 2 mm de espesor, pero muchas veces se construye en otros materiales como por ejemplo el plástico.



Figura 1.11: Bandeja del chasis plástica

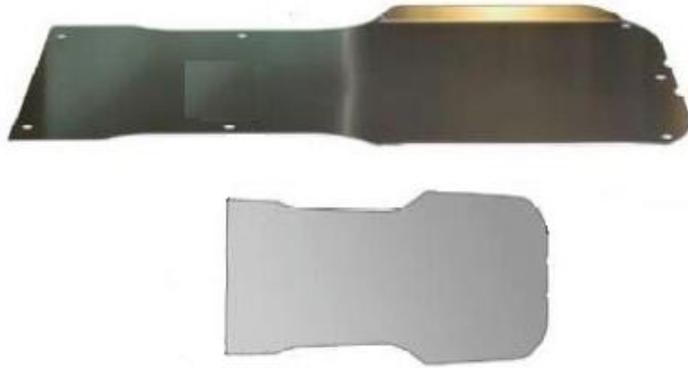


Figura1.12: Bandeja del chasis de aluminio

1.3.5. BARRAS

Al bastidor se añaden un conjunto de barras, habitualmente cromadas, que sirven de estabilizadores, le confieren rigidez o actúan como soporte a otros elementos. La defensa delantera, atornillada en sus extremos y con dos apoyos centrales, constituye la barra estabilizadora del eje delantero, protege los pies del piloto frente a alcances y sirve de soporte al pontón/faldón, modificando la fuerza de su acoplamiento al bastidor se puede variar el agarre del eje delantero.



Figura 1.13: Barra frontal

La defensa posterior cumple funciones equivalentes y sirve de agarre para el empuje del Go- Kart en el arranque.



Figura 1.14: Barra posterior

Los soportes laterales de los pontones añaden rigidez al conjunto además de servir de protección frente a golpes, finalmente se añaden tirantes desde los soportes del eje posterior al asiento para conferir mayor rigidez al chasis.



Figura 1.15: Barras laterales

La barra de torsión se instala por detrás del eje para dar estabilidad al conjunto.



Figura1.16: Barra de torsión

1.3.6. EL ASIENTO

Realizado en fibra sirve como habitáculo del piloto además, constituye un elemento de protección contra el calor del escape y posible, aunque improbable, fuego.

Existen asientos de diferentes medidas, según el peso del piloto, y debe montarse aquél que permita una buena sujeción al desplazamiento del cuerpo en los pasos de curva. Al asiento se atornillan los tirantes del eje y también se suele atornillar el lastre, se lo puede forrar con una capa de plomo en la parte posterior e inferior cuando la cantidad de peso a colocar es considerable.

La colocación del asiento es un punto importante ya que condiciona la postura del piloto y el reparto de pesos. Un piloto no suele colocar los brazos o piernas totalmente extendidos, sino con una ligera flexión que le permita mover el volante sin levantarse del asiento y presionar los pedales a fondo sin problemas.

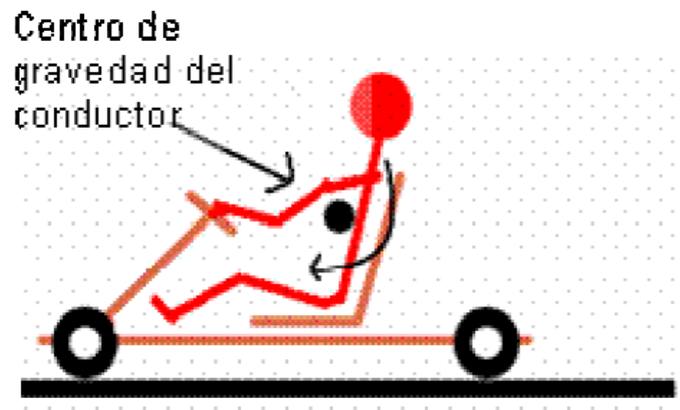


Figura1.17: Muestra de la localización del centro de gravedad.



Figura1.18: Asientos de un Go-Kart

Además, el propio peso del piloto es determinante en el equilibrio del kart (puede pesar más que el coche), por lo que la colocación del asiento influye considerablemente en el centro de gravedad.

1.3.7. SISTEMA DE DIRECCIÓN

Comprende el volante, la barra de dirección, las varillas de dirección, las manguetas delanteras y las rótulas correspondientes.

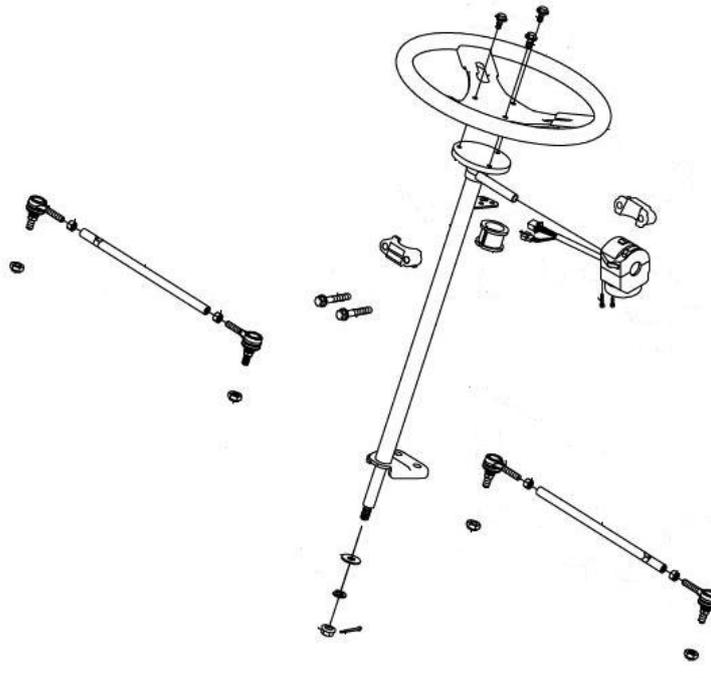


Figura1.19: Elementos de la Columna de Dirección

Volante de Dirección

Se lo define como un elemento que permite la maniobrabilidad de la dirección de un vehículo.

El volante se suele montar de forma que el radio perpendicular se ponga en el lado contrario al piloto. Así no hay riesgo de daño con el volante en caso de un golpe.

Hay de diferentes diámetros dependiendo de la ergonomía y maniobrabilidad del piloto, siendo la parte fundamental en el manejo del Go-Kart.



Figura1.20: Tipos de volante de un Go-Kart

La Barra de Dirección

Acoplada al volante y a las varillas de dirección y junto con una brida al Go kart, gira para poder desplazar a las varillas de dirección las mismas que en conjunto con las manguetas permiten dar el giro a las ruedas delanteras del Go kart, es fabricada con acero de alta resistencia para brindar máxima seguridad al sistema de dirección.

Entre los materiales utilizados para la barra de la dirección de estos vehículos se encuentran los aceros al carbono como el SAE 1045, los aceros bonificados como el SAE 4340 o de cementación como el SAE 3115 los mismos poseen elementos como el cromo Cr, níquel Ni, y molibdeno Mo de gran templabilidad y tenacidad, con tratamiento térmico, utilizados para ejes, cigüeñales, ejes diferenciales y cardanes, engranajes y piezas de mando.



Figura 1.21: Barra de Dirección

Varillas y Rótulas de Dirección

Acopladas a la columna de dirección, permiten dar movimiento a las ruedas del Go-Kart. Las varillas de dirección admiten una graduación de longitud gracias a sus extremos roscados y las tuercas que lo limitan.

Variando su longitud se puede modificar la convergencia o divergencia de las ruedas delanteras conociendo como a **la convergencia** al ángulo que forma el plano de la rueda con el eje longitudinal del kart.

Cuando forman un ángulo agudo las ruedas se cierran hacia adelante y existe convergencia.

Si las ruedas se abren se dice que hay **divergencia**. En circuitos con rectas largas las ruedas deben estar perfectamente paralelas ya que cualquier ángulo introduce

un valor de resistencia al avance, pero en circuitos muy virados se puede reducir la tendencia al subviraje poniendo una ligera divergencia.

La convergencia se calcula midiendo las distancias entre ruedas tanto por su parte anterior como posterior, el ajuste se realiza enroscando más o menos las varillas de dirección para después enclavarlas con las tuercas. Hay que procurar equilibrar el reglaje para que ambas varillas resulten de la misma longitud.



Figura 1.22: Varillas y rotulas de dirección

Manguetas o Puntas de Eje

Las manguetas de las ruedas se acoplan a los soportes del bastidor y a las varillas de dirección y en ellas se encajan las ruedas delanteras.

También en las manguetas se colocan un conjunto de separadores, en aros, que sirven para ajustar la anchura de la vía delantera, un punto importante en el reglaje del Go-Kart.



Figura1.23: Mangueta, tuercas y separadores

1.3.8. CABLES Y CAÑERIAS

Se usan para el acelerador y, en algunos chasis para el freno, como sugerencia no se debe apretar muy fuerte a los mismos para permitir su desplazamiento con facilidad o la acción del pedal será muy dura o imposible además de colocarlos formando curvas muy amplias, para que no haya codos, y sujetarlos al chasis con bridas cada 30 cm.



Figura 1.24: Cable de acelerador



Figura 1.25: Cañerías de freno

1.3.9. PEDALES

Existen dos, uno es el pedal del freno y otro el pedal del acelerador, son los encargados de transmitir las reacciones de los pies del piloto (acelerar y frenar) cuando éste se encuentra conduciendo el Go-Kart.

Como sugerencia no se deben apretar con mucha fuerza para que puedan realizar su juego y no deben sobrepasar en ningún caso la defensa delantera. Siempre se debe asegurar que los toques de juego del pedal están graduados, y comprobar los muelles de retorno de los pedales se accionen para que estos vuelvan a su postura de reposo.



Figura 1.26: Pedal de acelerador



Figura 1.27: Pedal de freno y resorte de retorno del pedal

1.3.10.EL MOTOR

Conjunto formado por el bloque de cilindros, cárter, caja de cambios (si la tuviera), motor de arranque (si lo tuviera), sistema de encendido, carburador y tubo de escape.

El motor de 2 tiempos consta de un cilindro (con aletas) que en su interior aloja el hueco por donde discurre el pistón (también conocido como émbolo). Tal cilindro se engarza en una caja de aluminio llamada cárter, normalmente formada por 2 piezas que se cierran como una caja, mas una tapa.

El pistón está articulado mediante un bulón a la biela, que es la pieza que dota de movimiento al cigüeñal. El cigüeñal es la pieza que recibe el movimiento de vaivén del pistón por la biela y lo transforma en el movimiento rotatorio del cigüeñal. Tiene unos contrapesos para contrarrestar los puntos muertos superior e inferior de la carrera (PMS y PMI), lo que le proporciona su aspecto estrafalario.

El motor de 2 tiempos efectúa en dos carreras del pistón lo que el motor de 4 tiempos realiza en cuatro carreras. En la figura 1.28, el pistón está siendo empujado hacia la parte superior del cilindro para comprimir la mezcla de aire y combustible. Al mismo tiempo, su movimiento ascendente crea un vacío o estado de baja presión en el cárter. Cuando la parte inferior del pistón descubre la lumbrera de entrada conectada al carburador, entra al cárter una carga de mezcla de combustible impulsada por la presión mayor existente en el exterior del cárter. Al mismo tiempo, el pistón cierra la lumbrera y la de admisión situada entre el cárter y la cámara de combustión. Cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior (PMS), la chispa de la bujía enciende la mezcla.

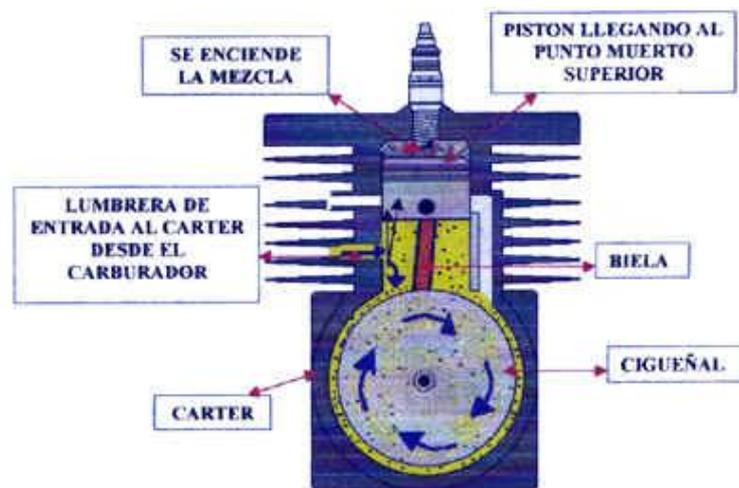


Figura 1.28: Funcionamiento del motor primer ciclo

En la figura 1.29, los gases se expanden debido a la combustión de la mezcla, e impulsan hacia abajo el pistón contra la resistencia que ofrece el cigüeñal en la carrera de fuerza. A medida que el pistón desciende, cierra el paso en la lumbrera

de entrada del conducto que viene del carburador y comprime la mezcla combustible en el cárter, creando así un estado de alta presión en el mismo, efecto justamente contrario al de baja presión producido en la carrera ascendente del pistón. En su movimiento hacia abajo, el pistón descubre la lumbrera de salida y los gases de escape salen de la cámara de combustión. Cerca del límite inferior de la carrera del pistón (punto medio inferior o PMI), se descubre la lumbrera de admisión y la mezcla con combustible irrumpe desde el cárter a alta presión, ocupando la cámara de combustión que está a presión baja.

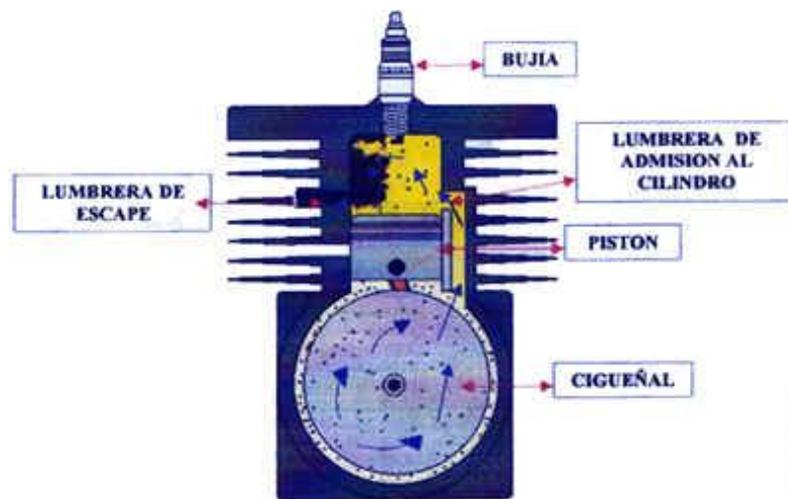


Figura 1.29: Funcionamiento del motor segundo ciclo

En el mundo del Karting hay gran variedad de motorizaciones dependiendo de si se trata de un motor de dos o cuatro tiempos o de la categoría de la competición o de la edad del piloto. También se pueden distinguir los motores dependiendo del tipo de combustible que usa para su funcionamiento siendo la gasolina el más común pero también hay motores propulsados gracias a gas.



Figura 1.30: Motor Parilla 125cc.



- 2-tiempos
- 1 cilindro
- 21 kW / 28.5 HP
- 124.8 cc
- Refrigeración por agua
- Embrague centrifugo
- Impulsión por Cadena

Figura1.31: Rotax Engine Type 125 MAX

Lubricación

La única forma en que las partes internas del motor pueden ser lubricadas, es mezclando la gasolina con una proporción de aceite, dosificación que será recomendada por quien fabrica el lubricante.

Cuando esta mezcla pasa a través del carburador, la gasolina se evapora y el aceite toma forma de pequeñísimas gotas que al ingresar al motor bañan y lubrican sus partes.



Figura 1.32: Aceites para motor de Go-Kart

Refrigeración

El cilindro y la culata están recubiertos principalmente por unos surcos o aletas muy profundos que se encargan de desplazar el calor hacia el exterior (cuando el kart está en movimiento). Su objetivo es el de enfriar el motor, manteniéndolo a temperatura constante de funcionamiento dentro de los límites de seguridad

**ALETAS O SURCOS
PARA REFRIGERACION**

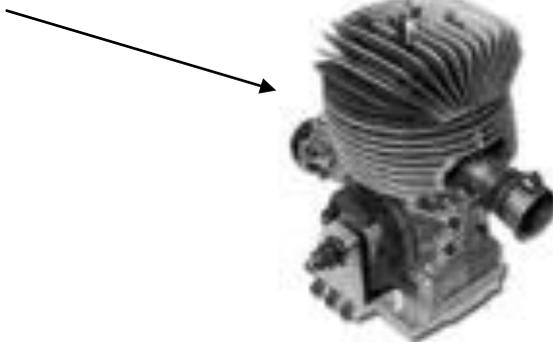


Figura 1.33: Refrigeración por aire

* Otro tipo de motorizaciones utilizan el agua para enfriar sus partes utilizando un radiador de aluminio y en algunos motores inclusive permiten la circulación del agua mediante una bomba que va conectada al eje posterior.



Figura 1.34: Radiadores de agua para motor Rotax

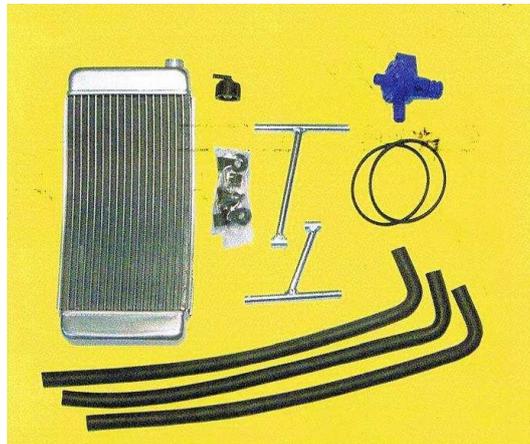


Figura 1.35: Kit de refrigeración con bomba de agua

1.3.11.SISTEMA DE ESCAPE

Se lo define como el sistema encargado de evacuar de manera correcta los gases producto de la combustión del combustible en un motor, es un elemento fundamental en los motores ya que desempeña un papel decisivo en tres aspectos:

- Protección del medio ambiente
- Confort acústico
- Prestaciones del motor (potencia, par y consumo)

En los vehículos Go-Kart se encuentra ubicado en la parte posterior junto al motor, se ancla al chasis mediante un soporte que toma la forma del mismo, es de recorrido corto para desfogar los gases de la combustión de manera rápida y eficiente.



Figura 1.36: Escape de un Go-Kart



Figura 1.37: Soporte del escape
(Manual Tony Kart)

1.3.12.EL CARBURADOR

El objetivo fundamental del carburador es conseguir que la gasolina líquida que se le proporciona a través de un conducto procedente del depósito de combustible (tanque), se convierta en una mezcla explosiva una vez que esté en el interior del motor, específicamente, en la cámara de combustión, para que este efecto se produzca, se precisa otro elemento además de la gasolina, el aire que contiene oxígeno, y sin el cual no habría combustión.

El carburador pulveriza o atomiza la gasolina unida al aire. Lo que se requiere del carburador es una mezcla muy fina de gasolina, porque cuanto más lo sea, con mayor rapidez se encenderá en la cámara de combustión, cosa absolutamente necesaria para que el motor haga a su vez más rápidas las revoluciones por minuto. (RPM).



Figura 1.38: Carburadores de un motor de Go-Kart

1.3.13. EL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Ubicado debajo del volante de dirección tiene dos funciones:

- La principal es la de alimentar con combustible al Go-Kart
- Equilibra el peso en el Go-Kart ya que el motor se encuentra en la parte posterior y el piloto entre el motor y el tanque de combustible.

Esta hecho de material plástico altamente resistente que impide la entrada de aire al circuito de alimentación de combustible y protege al combustible del ambiente.



Figura 1.39: Tanque de combustible Manual Tony Kart

1.3.14.SISTEMA DE FRENOS

Consta de un disco de freno, la mordaza, las pastillas de freno, el cilindro principal de freno y las cañerías de freno. Es el responsable de disminuir la velocidad del Go-Kart cuando esta sea necesaria al momento del manejo del mismo.

Su eficiencia y afinación son imprescindibles para tomar las curvas de un determinado circuito y marcar la diferencia entre un Go-Kart y otro.

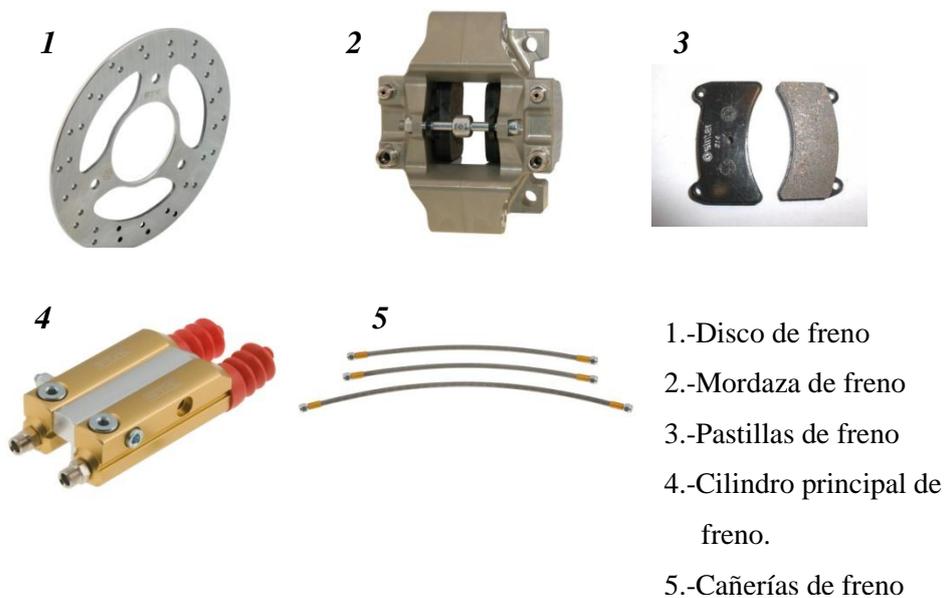


Figura 1.40: Componentes del Sistema de Frenos Go-Kart

Catálogo Hasse tipo Runner FR 14 AF

Salvo en los Go-Karts con cambios, que llevan frenos en las ruedas delanteras, el disco de freno se atornilla al porta discos situado en el eje posterior. Las pastillas que actúan sobre el disco se colocan en el conjunto de freno atornillado al chasis y

se accionan por medio de cable o bomba hidráulica. La variación de la distancia de las pastillas al disco de freno se consigue por medio de tornillos o de placas metálicas separadoras.

Se debe conseguir una separación de alrededor de 1,5 mm entre cada una de las pastillas y el disco de freno en situación de reposo.

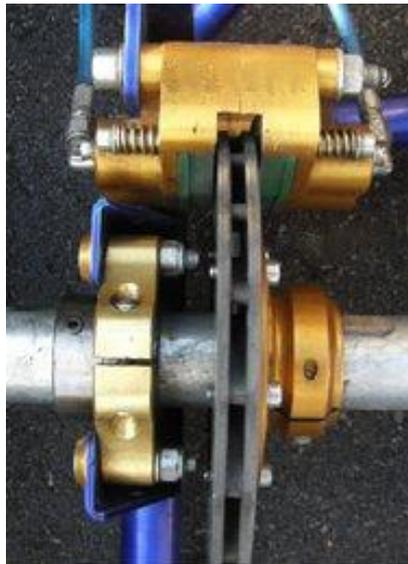


Figura 1.41: Conjunto del Sistema de Frenos Go-Kart
Catálogo Hasse

1.3.15.EJE DE TRANSMISION

Es el elemento de transmisión del Go-Kart, Puede ser entero o de cintura partida, y están contruidos con alta ingeniería para transmitir la máxima potencia al piso y aportarle agarre al kart, además es el soporte único de los frenos en Karts sin cambios, deben ofrecer flexión y torsión al Go-Kart, ya que estos vehículos son de competición y se puede decir que carecen de sistema de suspensión.

Se lo define como una barra de acero, maciza o hueca, de un grosor que puede oscilar entre 25, 40 ó 45 mm, según chasis y categoría. Se atornilla al bastidor por medio de dos o tres soportes para los puntos de apoyo, con los rodamientos adecuados para conseguir un buen giro del eje.



Figura 1.42: Eje de transmisión Go-Kart

Manual Tony kart

1.3.16. RODAMIENTOS DE APOYO DEL EJE

Cumplen un papel fundamental para dar al eje posterior libre giro.

Alrededor de los mismos se encuentra una estructura que los ancla al chasis para que estos estén fijos a los soportes.



Figura 1.43: Rodamiento de eje



Figura 1.44: Soporte del eje

1.3.17. ESTRELLA O CATALINA

Forma parte del conjunto motriz del Go-Kart y es la encargada de transmitir el movimiento del motor hacia el eje de transmisión con una determinada relación de transmisión.

El número de dientes de la misma así como su diámetro, el diámetro y número de dientes del piñón y el distanciamiento entre los centros de estas dos ruedas determinan una marcada diferencia al momento de tener un vehículo con mayor o menor velocidad de rotación de salida del eje de transmisión.

Otro punto que se debe considerar es que al cambiar la relación de transmisión se cambia el par de fuerza aplicado, por lo que debe realizarse un análisis para saber si este nuevo par será capaz de vencer el peso del Go-Kart y comenzar el movimiento obteniendo de esta manera un vehículo con un par y velocidad adecuados para un determinado circuito ya que en los Go-Karts lo que sobresale siempre es tener un vehículo eficiente a velocidades medias y altas con un buen empuje en las curvas.



Figura 1.45: Estrella de transmisión de potencia del Go-kart Manual Tony Kart

1.3.18.PORTA CATALINAS

Se lo define como un elemento de gran resistencia a la torsión, el mismo que se fija a la catalina y se fija al eje posterior permitiendo la transmisión de potencia.



Figura 1.46: Porta Catalinas Manual Tony Kart

1.3.19. PIÑÓN DE TRANSMISION

Está fijo al eje de salida del motor y en conjunto con todos los elementos de transmisión (catalina y cadena) transmite la potencia del motor al eje posterior.

Su número de dientes varía dependiendo del tipo de circuito, variando de ésta manera la relación de transmisión.



Figura 1.47: Piñón de transmisión manual Tony Kart

1.3.20. CADENA DE TRANSMISIÓN

Una cadena de transmisión sirve para transmitir del movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas.

Su distancia varia dependiendo del número de eslabones y de la aplicación que se le quiera dar a la misma.



Figura 1.48: Cadena de Transmisión manual Tony Kart

La cadena debe tener la dimensión apropiada según la estrella elegida ya que no hay ningún elemento tensor, lo que obliga a tener cadenas de diferentes medidas o reformarlas añadiendo o quitando eslabones.

La tensión se gradúa desplazando el motor. Según la corona elegida puede ser que la cadena sea demasiado corta o larga para el desplazamiento admisible del motor.

1.3.21. CUBRECADENAS

El cubre cadenas es un elemento importante a cuidar y consta de dos partes:

-Una tira posterior, que sirve para evitar que la cadena salga despedida en una rotura.

-Una parte anterior que cubre el piñón y la primera parte de la cadena.

Esta es la protección de la mano que se lleva a la zona cercana al piñón para ajustar la carburación y que puede resultar herida por la cadena que gira.

Se fabrica de diferentes materiales tales como: lámina de acero, fibra de vidrio y fibra de carbono, materiales que poseen alta resistencia y flexibilidad.



Figura 1.49: Cubrecadenas manual Tony Kart

1.3.22.LASTRE

Normalmente se colocan pequeños bloques de plomo para añadir el peso necesario a fin de cumplir el mínimo especificado para la categoría en el reglamento. Lo habitual es atornillarlo al asiento o al chasis, asegurando siempre que la fijación sea sólida sin posibilidades de desprendimiento.

Si el lastre es considerable se puede llegar a forrar de plomo el asiento o introducir plomo en algunos de los tubos del bastidor. La distribución del peso es un tema a considerar y en muchos casos se tiende a concentrarlo en la parte izquierda del chasis, ya que puede servir para equilibrar el chasis respecto al eje longitudinal, descompensado siempre por un motor ubicado a la derecha.

Un poco de peso en la parte delantera puede también mejorar el agarre anterior y ayudar a pilotos con una cierta tendencia al sobreviraje.

Por otra parte mucho peso atrás puede dificultar el apoyo de las ruedas delanteras y constituye un problema adicional para empujar en el arranque.



Figura 1.50: Bloques de Plomo o Lastre Manual Tony Kart

1.3.23. AROS Y NEUMÁTICOS

En conjunto sirven para la dirección y/o propulsión del Kart y son los encargados de transmitir toda la potencia del motor y la eficacia de los frenos sobre la superficie en la que el Go-Kart está rodando, por ello es imprescindible que las prestaciones, eficacia y el rendimiento de estos sea la óptima.

Aros

Son las piezas, normalmente metálicas, sobre las que se asientan los neumáticos. El principal material en la construcción de estos elementos es el aluminio, con las aleaciones de magnesio y el cromo, materiales que ofrecen alta resistencia para las fuerzas que se aplican en los mismos durante una competencia.

Son de cinco pulgadas para Karts sin cambios, salvo alguna prueba internacional y que no presenten deformaciones que hagan posible la pérdida de aire o el desenllantado de los neumáticos.



Figura 1.51: Aros de Go-Kart

Neumáticos

Se definen como una pieza toroidal de caucho, los mismos que se colocan en las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía.

Tenemos actualmente muchos tipos de neumáticos dependiendo de la superficie a la que un Go-Kart es destinado, pudiendo ser especiales para tierra, nieve, hielo o asfalto.

Si los neumáticos son para asfalto podemos elegir diferentes tipos de compuestos variando en su dureza o dibujo habiendo especiales para lluvia (wet tires) o para seco (slicks).

Los neumáticos pueden cambiar notablemente el comportamiento del Go-Kart dependiendo del nivel de degradación, el tipo de compuesto, la dureza, la presión de inflado o la temperatura de la pista.

La presión de los neumáticos debe ser verificada y aplicada cuando estos están a temperatura ambiente ya que después de usarlos aunque solo sean unas vueltas varían sus prestaciones dado al calentamiento de los mismos.

Los Neumáticos de Go Kart están diseñados con materiales que optimizan la tracción. Los circuitos exigen a las gomas en función de la calidad del asfalto y la suciedad de la pista, entre otros factores, determinando de esta manera su corta durabilidad pero su alta adherencia a la superficie.

Las partes de los neumáticos son:

-Cámara: Contiene nitrógeno, para que los cambios de temperatura no afecten a la presión de la rueda.

-Carcasa: De poliéster y nylon, da cuerpo al neumático.

-Refuerzo Superior: De Kevlar, el mismo que da estabilidad a la superficie de contacto del neumático con el asfalto: garantiza tracción y un desgaste equilibrado.

-Superficie: De caucho, compuesto de carbón, aceite y sulfuro.

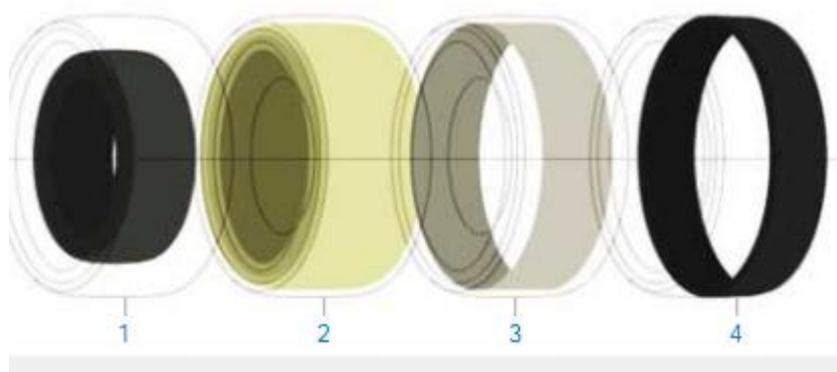


Figura 1.52: Partes del Neumático



Figura 1.53: Neumáticos para asfalto seco, húmedo, y nieve.

1.4. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UN GO-KART

El coste total de las estructuras de perfiles tubulares también se ve influido en sentido positivo o negativo particularmente por los costes de producción, los mismos que nos deben permitir una estructura uniforme ajustada al modelado y a los planos del diseño, es por esto que debemos seguir un orden adecuado para la fabricación del chasis del Karting por lo que el proceso es el siguiente:

- corte por aserrado
- el doblaje
- preparación de bordes para soldaduras
- soldadura
- montaje de las barras

1.4.1. CORTE POR ASERRADO

Para fabricar una estructura se empieza por lo general, con la preparación de los extremos de las barras, las mismas que luego serán soldadas para dar forma a la estructura.

Los métodos que se usan con más frecuencia son el corte por aserrado y el corte por soplete.

En el caso de la estructura de un chasis debido al menor coste y a su mayor sencillez de ejecución es preferible el aserrado frente al corte por soplete.

La herramienta utilizada para el corte puede ser una sierra circular con avance hidráulico, una sierra de banda o una sierra alternativa de arco en el denominado proceso manual de corte.

La unión directa entre los perfiles circulares necesita un corte “perfilado”, que a menudo se denomina “silla de montar”.



Figura 1.54: Corte perfilado o “silla de montar”

1.4.2. MÉTODOS PARA SOLDAR JUNTAS DE PERFILES TUBULARES

La soldadura de juntas de perfiles tubulares pertenece principalmente al grupo de la soldadura por fusión, aunque si el número de unidades es elevado, también es aplicable la soldadura por fricción, que pertenece al grupo de la soldadura por presión.

Hay cinco subgrupos de la soldadura por **fusión** denominados:

- 1.-Autógena
- 2.-Por arco metálico
- 3.-Por resistencia eléctrica
- 4.-Por haz de electrones
- 5.-Por plasma.

La soldadura por arco se utiliza de manera predominante, en las tres versiones siguientes, para la unión de los perfiles tubulares:

- Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)
- Soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)
- Soldadura por arco metálico y gas (GMAW)

En cuanto a los equipos y máquinas para soldar, hay que diferenciar tres métodos, la soldadura manual, con máquina semiautomática o totalmente automática. Los dos primeros se emplean normalmente en el caso de perfiles tubulares.

Para nuestro caso utilizaremos en proceso **GMAW** ya que este cumple con todos los requerimientos como son:

- Tipo de material a soldar
- Material de aporte
- Tipo de corriente
- Espesor
- Calidad del cordón (estética)

El proceso utilizado será MIG/MAG (metal inert gas / metal active gas)

Características de la máquina:

- Marca: Miller
- Modelo: MIGMATIC 250 400V MIG/MAG
- Gas protector: CO₂



Figura 1.55: Máquina Miller MIG/MAG

1.4.3. POSICIONES Y SECUENCIAS DE SOLDADURA

Se mencionan tres puntos principales:

-Para los espesores más pequeños, se deben evitar, en lo posible, las soldaduras con varias pasadas.

-Hay que seguir las secuencias de soldadura apropiadas, ya que afectan en gran medida a la contracción, a las tensiones residuales y la deformación de una estructura soldada.

-Es importante considerar esto ya que es necesario soldar la estructura de adentro hacia fuera para evitar las tensiones que por el calentamiento produzcan deformaciones.

Dependiendo de la posición de los elementos estructurales y de la movilidad de los mismos, se muestran a continuación cuatro posiciones para soldar en nudos de perfiles tubulares estructurales, junto con las secuencias de soldadura.

Punteado de la Soldadura

El punteado de la soldadura es una soldadura corta con el fin de obtener la unión preliminar de las barras de perfil tubular de una estructura, obteniendo una sujeción temporal previa a la soldadura definitiva del montaje.

El espesor de la garganta del punteado de soldadura tiene que estar de acuerdo con la posición de la raíz. Este debe garantizar una unión limpia en la raíz de la soldadura. Los extremos de los puntos de soldadura deben estar correctamente ejecutados para obtener una buena fusión en el cordón de la raíz.

Se lleva a cabo con mucho cuidado, puesto que los puntos de soldadura se convierten en parte de la soldadura definitiva. Por este motivo los soldadores precisan de una cualificación especial para hacer trabajos de punteado de la soldadura.

El punteado del CHS se hace de forma circular cuando el diámetro del CHS es pequeño. Con respecto al punteado de la soldadura de un nudo de CHS hay

que evitar la soldadura en la posición simétrica A de los tubos acoplados debido a la concentración de tensiones que se localizan en ese punto. En general, la longitud mínima del punteado de un tubo acoplado se puede reducir hasta 1/10 del diámetro exterior del tubo.

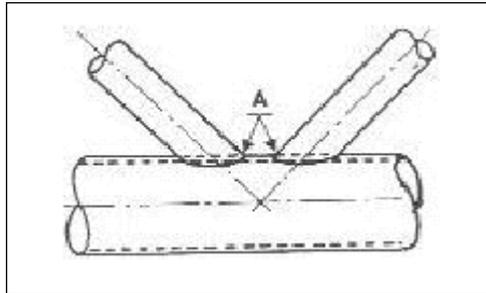


Figura 1.56: Posición simétrica A. Provoca concentración de tensiones

Tensiones Residuales y Deformaciones Producidas por la Soldadura

Se producen esfuerzos de contracción debido al acortamiento de la pieza al enfriarse. Las deformaciones y las tensiones residuales en una estructura soldada de perfiles tubulares dependen de los siguientes parámetros:

- Espesor de la soldadura
- Distancia entre la soldadura y el eje neutrón del elemento estructural
- Ángulo de inclinación entre los ejes de las barras a unir
- Número de pasadas de la soldadura.
- Rigidez del elemento estructural en una estructura soldada
- Método de soldar
- Secuencia de soldadura

En una construcción rígida, las deformaciones provocadas por las contracciones se previenen, en gran medida, durante la soldadura. Para diseñar

una estructura, el ingeniero está limitado a reducir las deformaciones lo que da lugar a tensiones residuales mayores, o bien a reducir las tensiones residuales lo que aumenta las contracciones. La decisión hay que tomarla teniendo en cuenta ambos efectos.

Con el fin de reducir los trabajos de enderezado y alineación posteriores a la soldadura, las distorsiones pueden ser compensadas por las correspondientes pre-deformaciones.

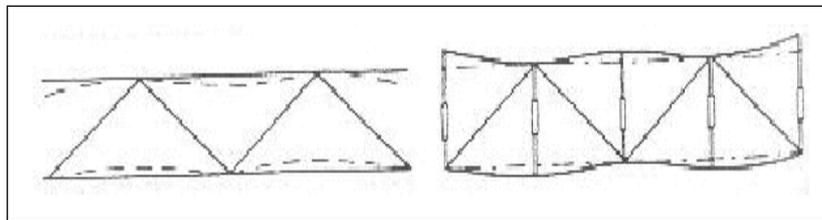


Figura 1.57: Pre deformación de una estructura soldada



Figura 1.58: Método para evitar tensiones en la estructura a soldar

Para evitar este tipo de deformaciones es necesario localizar el centro de la estructura a soldar luego hay que empezar a soldar de el centro a los lados con esto garantizamos al mínimo deformaciones o tensiones.

Defectos de la Soldadura y Reparaciones

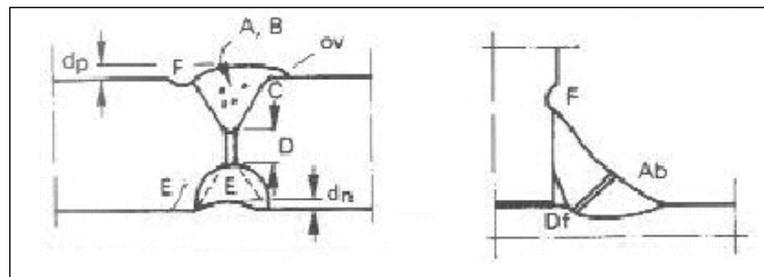


Figura 1.59: Tipos de defecto de soldadura

E = Fisura

C = Ausencia de fusión

A = Inclusiones de gas

Ab = Grieta longitudinal

B = Inclusiones de escoria

dn = Garganta insuficiente

dp = Excesiva convexidad

ov = Recubrimiento

Df = Penetración incompleta de la raíz
en una soldadura en ángulo.

D = Penetración incompleta de la raíz
soldadura con bordes planos

F = Mordedura

Las caras de las soldaduras en ángulo pueden ser ligeramente convexas, planas o ligeramente cóncavas. Sin embargo, existe un límite de convexidad dependiendo del tamaño de la superficie de fusión o del ancho del reborde de la superficie individual L.

Las soldaduras a tope se harán, preferentemente, con un ligero refuerzo de las caras. Este refuerzo tendrá una transición gradual hacia el plano de la superficie del metal de base, por lo que las soldaduras no presentarían

discontinuidades, excesiva convexidad, garganta insuficiente, excesiva convexidad, garganta insuficiente, excesiva mordedura ni recubrimiento. Los defectos de soldadura se pueden reparar eliminando metal de aportación o trozos del metal de base mediante mecanizado, rectificado, cincelado.

Hay que eliminar los defectos de soldadura, como ejemplo el recubrimiento, la convexidad excesiva o la sobrecarga, sin quitar gran cantidad de metal de base. Antes de soldar es obligatorio efectuar una limpieza a fondo de la superficie.

Cualquier deficiencia en el tamaño de la soldadura producida por concavidad excesiva, soldadura de tamaño insuficiente y mordedura tiene que ser compensada depositando metal de aportación. Hay que eliminar y volver a soldar las fusiones incompletas, la porosidad excesiva de la soldadura o las inclusiones de escorias. Las grietas de la soldadura o del metal de base se reparan eliminando de la grieta metal sano (dependiendo del espesor) más allá de cada extremo de la grieta y soldando de nuevo.

Inspección de las Soldaduras

Inspeccionar la soldadura implica realizar análisis del cordón realizado para determinar grietas, falta de penetración excesiva concavidad para tener la capacidad de corregir el trabajo y garantizar el buen funcionamiento.

Los métodos utilizados para este fin son:

No destructivos:

- Método de tintas penetrantes
- Métodos electromagnéticos
- Método de inspección visual

Método destructivo:

- Inspección y verificación de la penetración de la soldadura mediante la destrucción de una unión.

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

2.1. PARAMETROS DE DISEÑO

El Go-Kart que se va a diseñar es un vehículo terrestre con cuatro ruedas no alineadas que están en contacto con el suelo donde las ruedas delanteras son las directrices y las posteriores las motrices. Como se muestra en la figura 2.1 está constituido básicamente por el chasis que da rigidez y resistencia al conjunto, además de dar soporte a los demás elementos del vehículo, por el sistema directriz formado por el volante, el varillaje de dirección y las ruedas, por el sistema motriz formado por el motor, la transmisión y los frenos, por los pontones de protección y por elementos auxiliares.

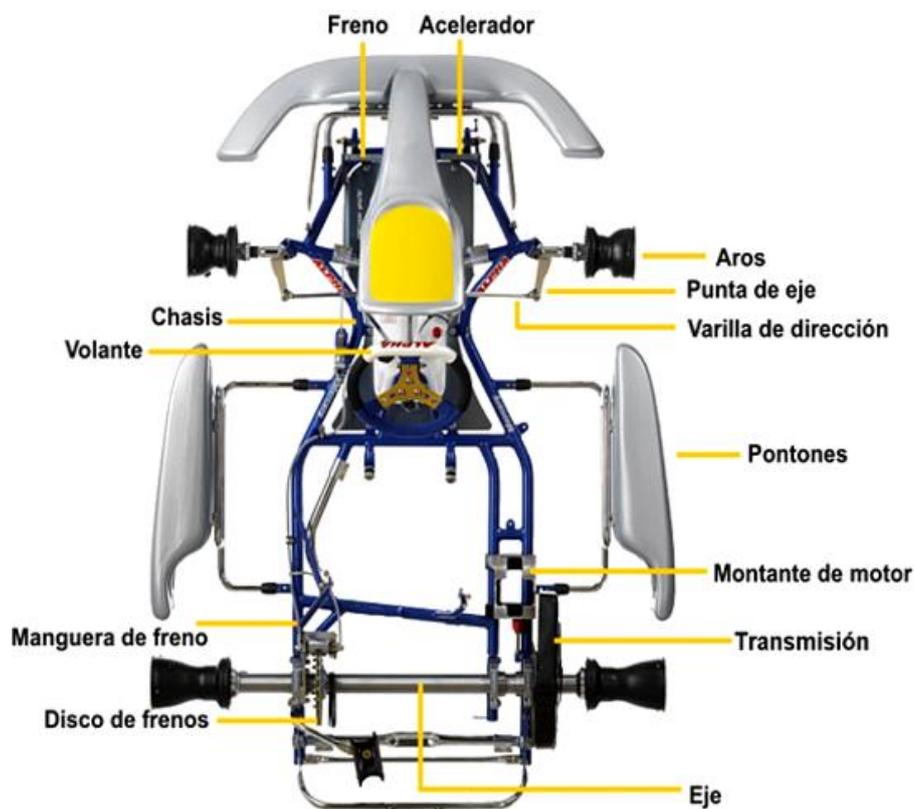


Figura 2.1: Componentes mecánicos de un Go-Kart

Según el *Reglamento Técnico del Karting* (anexo A), el Go-Kart debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Cilindrada del motor: de 100 a 250 cm³
- Distancia entre ejes: mínimo 101cm// máximo 127cm
- Anchura de vía: como mínimo 2/3 de la distancia entre ejes.
- Longitud total: 182 cm. como máximo.
- Anchura total: 140 cm. como máximo.
- Altura: 60 cm. máximo desde el suelo.

A más de las especificaciones técnicas anteriores, en éste reglamento se establecen las siguientes exigencias:

- Chasis de construcción tubular de sección cilíndrica en acero.
- Estructura monolíticas para las piezas soldadas no desmontables, sin conexiones (móviles dentro 1, 2 o 3 ejes).
- Flexibilidad del chasis correspondiente a los límites de elasticidad de la construcción tubular.
- Todas las piezas principales de los chasis estarán fijadas sólidamente unas con las otras o al chasis.
- Una construcción rígida es necesaria, a pesar de las de articulaciones (móviles dentro 1,2 ó 3 ejes).
- Las conexiones articuladas no son admitidas con el soporte convencional de la manecilla del eje y de la dirección.
- Todo dispositivo de amortiguación hidráulica o neumático contra las oscilaciones está prohibido.
- El eje posterior ha de tener un diámetro exterior máximo de 50 mm. y un espesor de pared mínima en todo el tubo de 1,9 mm.

Con el propósito de que el Go-Kart pueda ser homologado en la categoría **World Formula Chasis**, su chasis tubular debe tener las dimensiones siguientes:

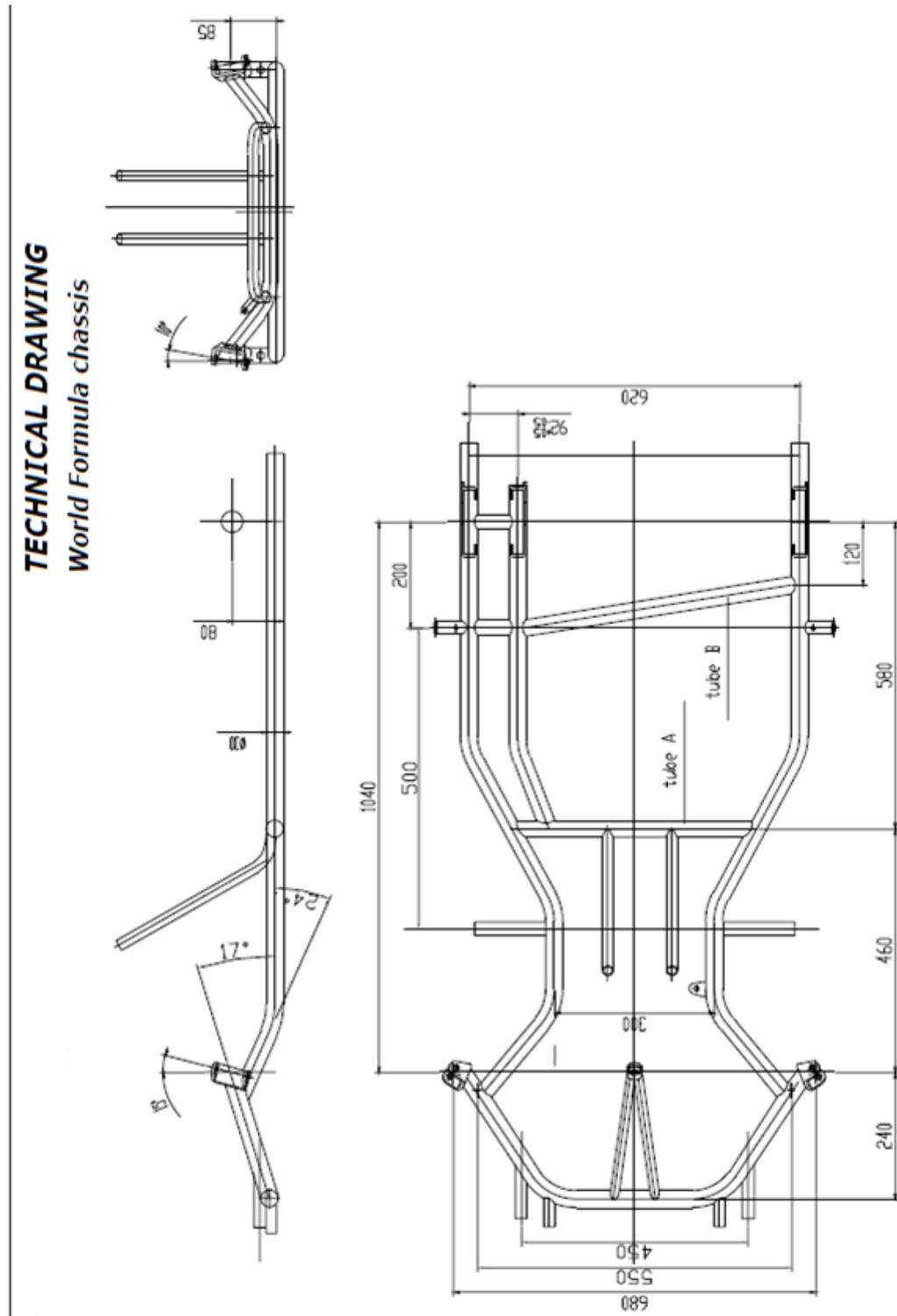


Figura 2.2: Dimensiones del chasis de un Karting World Formula Chasis.

2.2. DETERMINACIÓN DE CARGAS

En un chasis tubular tipo Go-Kart las cargas aerodinámicas realmente no son importantes ya que las velocidades alcanzadas no son lo suficientemente grandes como para que tenga influencia, entonces, la estructura tubular del Go-Kart estará sometida a los siguientes tipos de cargas:

-Cargas permanentes G ; debidas al peso propio de la estructura, al peso de los diferentes sistemas y al peso del conductor.

-Cargas variables Q ; debidas a las cargas provenientes de la suspensión y las inercias al acelerar, al frenar o al girar.

Las cargas variables se considerarán como cuasiestáticas debido a que estas varían mientras se acelera o se frena y el cambio en la aceleración produce que las cargas de inercia varíen en la misma proporción que lo hace la aceleración. Sin embargo, se tomará como valor característico el valor medio de la carga de inercia generada durante dicha maniobra y este valor característico se multiplicará por un coeficiente parcial de seguridad γ_Q adoptado para la carga considerada.

Por lo tanto, para determinar los valores de las cargas que actúan sobre el chasis del Go Kart, se toman los siguientes valores para los coeficientes de multiplicación de la carga:

- Las cargas permanentes tendrán un coeficiente $\gamma_G = 1.33$
- Las cargas variables tendrán un coeficiente $\gamma_Q = 1.50$

Los puntos de aplicación de las cargas son:

- Amarres del motor de combustión (peso e inercia del motor).
- Amarres donde se apliquen pesos considerables (fuerzas de peso e inercia).
- La estructura en sí (fuerzas de peso e inercias)

Para garantizar un diseño seguro del Go-Kart, el análisis de esfuerzos se realizará bajo condiciones extremas de manejo del mismo, es decir:

- Aceleración brusca.
- Frenada brusca.
- Coche a máxima velocidad en curva.

Ya que las cargas generadas van a ser calculadas utilizando un factor de multiplicación de la carga, para garantizar un diseño seguro se va a considerar un factor de seguridad no menor a 2.0, para nuestro diseño el valor será de 2.51, luego de realizar el diseño y modelado del chasis concluyéndolo al diseño como seguro.

2.2.1. FUERZA DE EMPUJE Y TORQUE REQUERIDO

Un Go-Kart puede alcanzar velocidades cercanas a los 100 Km/h y, para que se desplace con ésta velocidad es necesario que la potencia del motor sea la suficientemente alta para transmitir un torque que genere una fuerza de empuje mayor a todas las fuerzas que se oponen al movimiento.

Pesos

En el análisis de esfuerzos del Go Kart se debe incluir el peso de los componentes principales que componen el mismo incluido el piloto, multiplicados por el coeficiente γ_Q .

Peso del piloto (hombre percentil 95%)= 75 kgf = 750 N

$$W_{pil} = 750N \cdot 1.33 \quad \text{Ec. 2.1.}$$

$$W_{pil} = 997.5 N$$

Peso del motor (homologado para karting)= 25 kgf = 250 N

$$W_{mot} = 250N \cdot 1.33 \quad \text{Ec. 2.2}$$

$$W_{mot} = 332.5 N$$

Peso del chasis (categoría World Formula Chasis)= 20 kgf = 200 N

$$W_{chas} = 200 N \cdot 1.33 \quad \text{Ec. 2.3}$$

$$W_{chas} = 266 N$$

Fuerza de Empuje

La fuerza de empuje que se requiere para que el Go-Kart venza la fuerza de rozamiento con el piso y se mueva con su velocidad máxima se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$F_{emp} = \mu_d \cdot W_T \quad \text{Ec.2.4}$$

$$F_{emp} = 0.6 \cdot 1500 \text{ N}$$

$$F_{emp} = 900 \text{ N}$$

Donde:

μ_d = coeficiente de rozamiento dinámico caucho-cemento = 0.6

W_T = peso total del Go Kart con su piloto

(Categoría World Formula Chasis)

= 150 kgf = 1500 N (Reglamento Técnico del Karting)

Ésta fuerza de empuje se transmite desde el suelo hasta los soportes de los neumáticos.

Torque Requerido

Para obtener la fuerza de empuje en las ruedas motrices y lograr que el Go Kart se mantenga en movimiento es necesario que el motor entregue al eje de transmisión posterior el torque requerido que viene dado por:

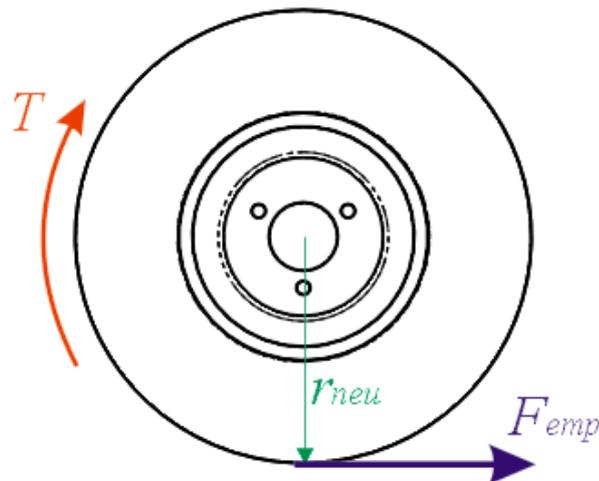


Figura 2.3: Torque requerido en el eje de transmisión

$$T = F_{emp} \cdot r \quad \text{Ec. 2.5}$$

$$T = 900 \text{ N} \cdot 0.125 \text{ m}$$

$$T = 112.5 \text{ N m}$$

Donde:

r = radio del neumático (según el Reglamento Técnico del Karting) = 125 mm = 5 plg

$$r_{neu} = 125\text{mm} = 5\text{in}$$

Éste es el torque mínimo que debe tener el eje de transmisión para que el Go Kart se mantenga en movimiento y se aplica en los agujeros para los pernos que fijan el eje al chasis.

2.2.2. CARGAS GENERADAS EN ACELERACIÓN-FRENADA BRUSCA

Cuando el Go-Kart efectúa una aceleración o frenada brusca se desarrollan grandes fuerzas de inercia que deben ser soportadas por el chasis y cuyo valor depende de la aceleración alcanzada.

Aceleración

Un Go-Kart para competición no es un juguete, sino una máquina de precisión que puede alcanzar velocidades cercanas a los 100 Km/h en unos 10 segundos, por lo tanto, la aceleración máxima en una aceleración brusca es:

$$a_{acel} = \frac{v_f - v_0}{t} \quad \text{Ec.2.6}$$
$$a_{acel} = \frac{27.8 \text{ m/s} - 0}{10 \text{ s}}$$

$$a_{acel} = 2.78 \text{ m/s}^2$$

Donde:

v_0 = velocidad inicial = 0 m/s

v_f = velocidad final = 100 km/h = 27.8 m/s

t = tiempo = 10.0 s

De forma semejante, cuando el Go Kart se desplaza con su velocidad máxima y se realiza una frenada brusca, la desaceleración que se requiere para lograr que se detenga completamente en un tiempo no mayor a 5 segundos es:

$$a_{fren} = \frac{v_f - v_0}{t} \quad \text{Ec.2.7}$$

$$a_{fren} = \frac{27.8 \text{ m/s} - 0}{5 \text{ s}}$$

$$a_{fren} = -5.56 \text{ m/s}^2$$

De los resultados obtenidos se determina que las mayores fuerzas de inercia se producen cuando el Go-Kart efectúa una frenada brusca debido a que el valor de la aceleración es mayor.

Fuerza de Inercia del Piloto

Ésta fuerza actúa sobre los amarres del asiento y se produce por efecto de la aceleración-frenada bruscas.

Se calcula con una masa del piloto de 75 kg.

$$F_{pil} = m_{pil} \cdot a_{fren} \cdot \gamma_Q \quad \text{Ec.2.8}$$

$$F_{pil} = 75 \text{ kg} \cdot 5.56 \text{ m/s}^2 \cdot 1.5$$

$$F_{pil} = 625 \text{ N}$$

Fuerza de Inercia del Motor

Ésta fuerza se produce por efecto de la aceleración-frenada bruscas y actúa en los amarres del motor. Para un motor que tiene una masa de 25 kg la fuerza de inercia es:

$$F_{mot} = m_{mot} \cdot a_{fren} \cdot \gamma_Q \quad \text{Ec.2.9}$$

$$F_{mot} = 25 \text{ kg} \cdot 5.56 \text{ m/s}^2 \cdot 1.5$$

$$F_{mot} = 208 \text{ N}$$

2.2.3. CARGAS GENERADAS EN CURVA A MÁXIMA VELOCIDAD

Cuando el Go Kart entra en una curva a máxima velocidad, el vehículo se somete a una fuerza centrífuga que tiende a volcarlo hacia el exterior y cuyo valor depende de la aceleración normal a_n :

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad \text{Ec.2.10}$$

Donde:

v = velocidad máxima = 27.8 m/s

R = radio de la curva

La velocidad máxima a la que un vehículo puede tomar una curva sin volcarse

viene dado por $v = \sqrt{\mu_d \cdot R \cdot g}$ Ec.2.11

Reemplazando en la ecuación anterior se tiene:

$$a_n = \frac{\mu_d \cdot R \cdot g}{R} = 0.6 \cdot 9.81$$

$$a_n = 5.9 \text{ m/s}^2$$

Fuerza de Inercia del Piloto en Curva

Se determina de igual manera que la de aceleración-frenada bruscas pero con la aceleración normal a_n y actúa hacia afuera en dirección normal a la curva (perpendicular al eje tangencial).

$$F_{pil-c} = m_{pil} \cdot a_{fren} \cdot \gamma_Q \quad \text{Ec.2.12}$$

$$F_{pil-c} = 75 \text{ kg} \cdot 5.9 \text{ m/s}^2 \cdot 1.5$$

$$F_{pil-c} = 664 \text{ N}$$

Fuerza de Inercia del Motor en Curva

Esta fuerza actúa en los amarres del motor en dirección normal a la curva y se genera por efecto de la aceleración normal.

Para el motor de 25 kg la fuerza de inercia es:

$$F_{mot-c} = m_{mot} \cdot a_{fren} \cdot \gamma_Q \quad \text{Ec.2.13}$$

$$F_{mot-c} = 25 \text{ kg} \cdot 5.9 \text{ m/s}^2 \cdot 1.5$$

$$F_{mot-c} = 221 \text{ N}$$

2.3. SELECCIÓN DE MATERIALES

Debido a las fuertes solicitaciones a las que estará sometida la estructura del Go Kart y de acuerdo con las especificaciones técnicas que deben cumplir dichas estructuras para ser homologadas, el chasis será construido con tubo de acero Chromemoly 4130, que es una aleación de acero también llamado AISI 4130.

La aleación AISI 4130 contiene cromo y molibdeno como agentes de reforzamiento, el contenido nominal de carbono es de 0.30% por lo que la aleación es excelente en la fusión y soldabilidad de estructuras y sus aplicaciones típicas incluyen la fabricación de estructuras en la ingeniería de aeronaves y en

tubos para aplicación de soldado. Esta aleación esta lista para ser maquinada por los métodos convencionales y su soldabilidad es muy buena para todos los métodos comerciales existentes.

Las propiedades mecánicas mínimas que tiene el acero AISI 4130 se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2.1: Propiedades mecánicas del acero AISI 4130

N°	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Linea de partición1)	[SW]AISI 4130 Acero recocido a 865C	16.2448 kg	0.0020694 m ³

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.285	NA	Constante
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	5.6e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	4.6e+008	N/m ²	Constante
Conductividad térmica	42.7	W/(m.K)	Constante
Calor específico	477	J/(kg.K)	Constante

Fuente: Librería de materiales de SolidWorksSimulation

2.4. MODELADO Y ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL GO-KART

Tomando en cuenta el Reglamento Técnico del Karting, así como la geometría y dimensiones del chasis homologado para la categoría World Formula Chasis mostrado en la figura 2.2, se modelaron en SolidWorks el chasis y los diferentes componentes mecánicos del Go Kart acorde a cumplir con todos los requerimientos de funcionalidad y seguridad exigidos para este tipo de deporte.

Con la aplicación de los diferentes comandos para croquizar en un plano, así como de los comandos para crear y editar operaciones de sólidos disponibles en SolidWorks, se modelan en tres dimensiones los diferentes componentes mecánicos que forman parte del Go Kart, para posteriormente realizar su ensamblaje y su análisis de esfuerzos mediante SolidWorksSimulation.

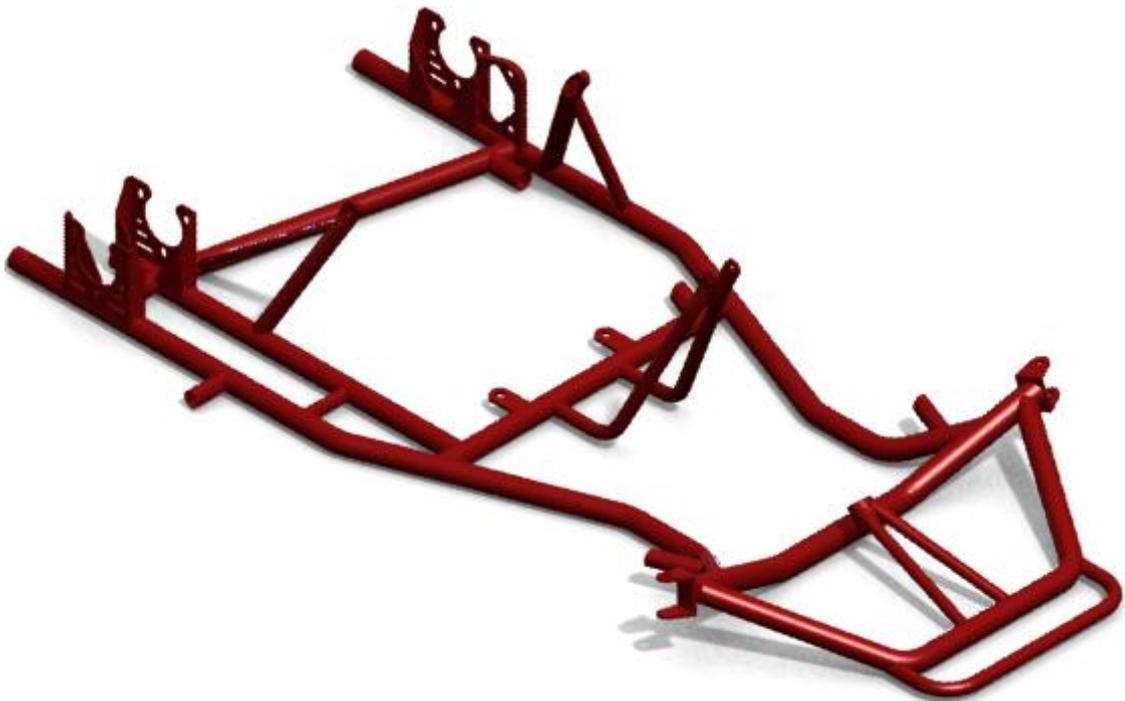


Figura 2.4: Modelo en SolidWorks del chasis tubular

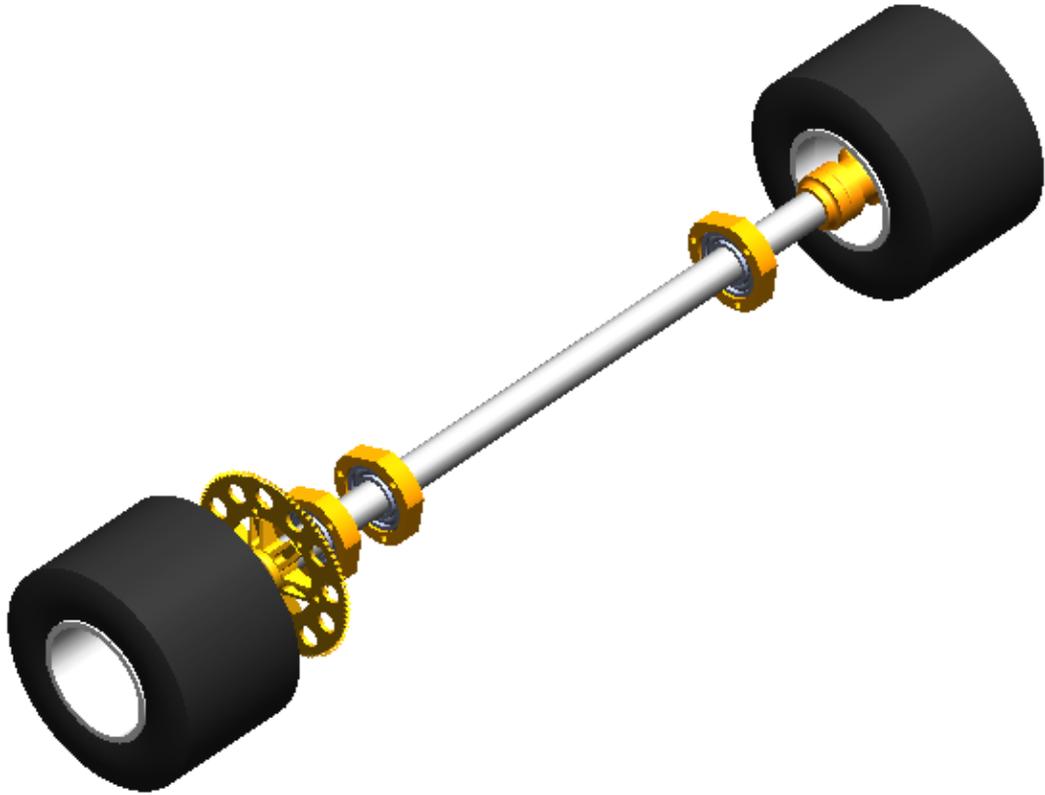


Figura 2.5: Modelo del sistema de transmisión

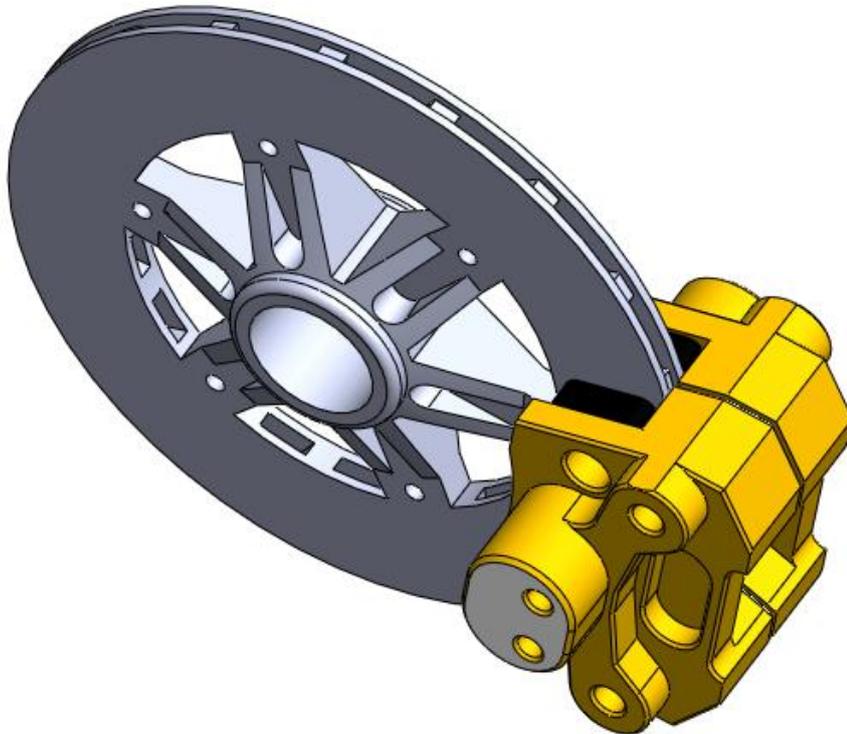


Figura 2.6: Modelo del sistema del freno hidráulico de disco

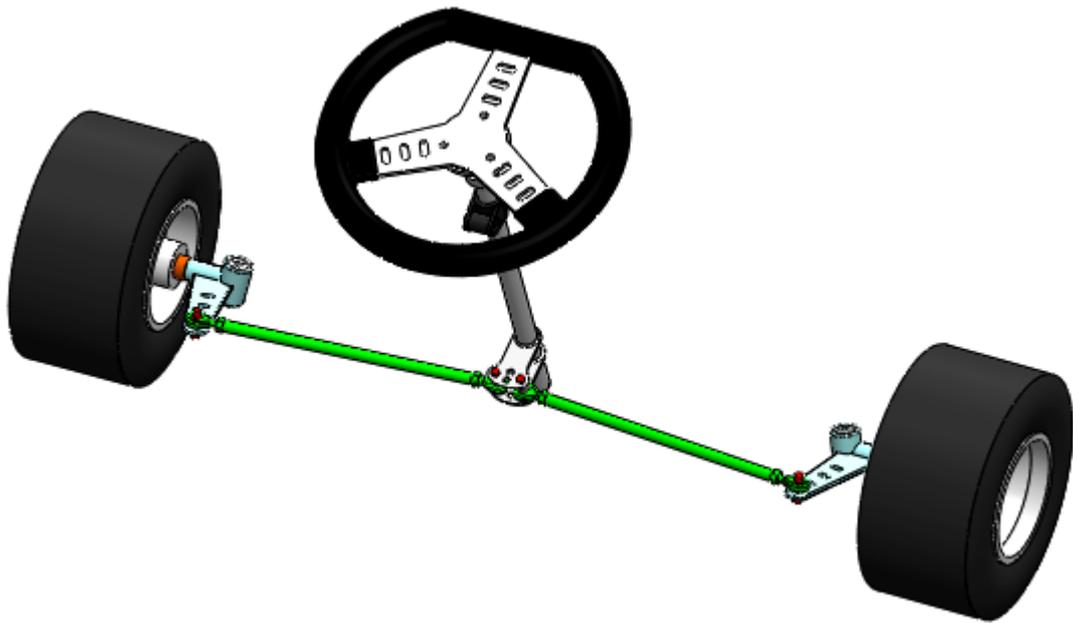


Figura 2.7: Modelo y ensamblaje del sistema de dirección

Luego de modelar los diferentes componentes mecánicos del Go Kart se realiza el ensamblaje del mismo (Figura 2.8) mediante la utilización de las diferentes relaciones de posición y restricciones existentes en SolidWorks.

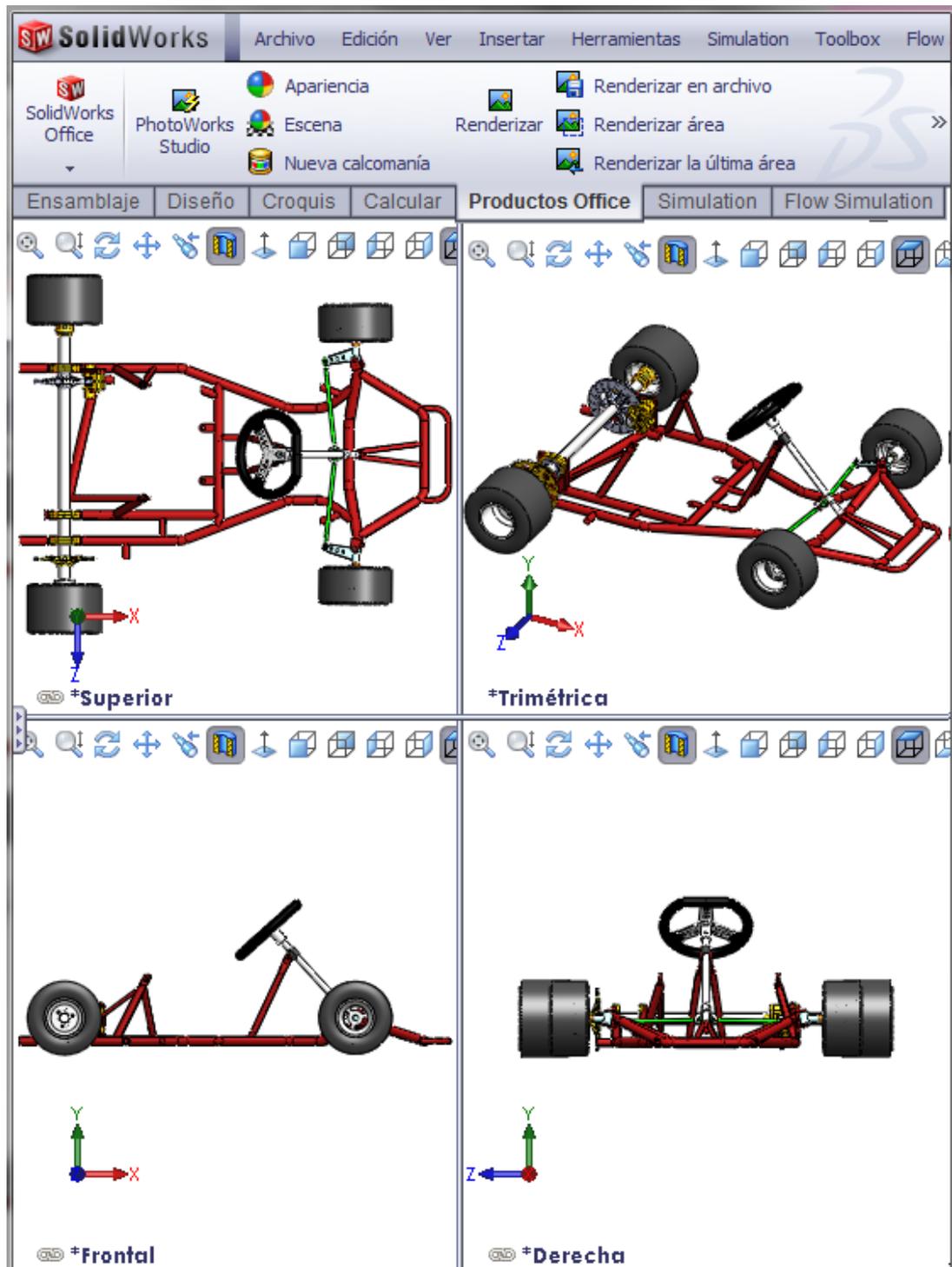


Figura 2.8 Ensamblaje del Go Kart en SolidWorks

2.5. DISEÑO DEL CHASIS TUBULAR

El chasis está formado por un conjunto de tubos de acero soldados formando una estructura rígida y sobre él se montan todos los componentes del Go-Kart, por lo tanto debe ser lo suficientemente rígido para soportar tanto el peso de estos componentes, así como, las fuerzas de inercia que se generan cuando el vehículo se maneja bajo condiciones extremas de aceleración-frenada brusca y curva a máxima velocidad.

2.5.1. DISEÑO DEL CHASIS EN ACELERACIÓN-FRENADA BRUSCA

Cuando el Go Kart ejecuta una frenada brusca sobre él se desarrollan fuerzas de inercia cuya magnitud depende de la desaceleración y su valor fue determinado en la sección 2.2.

Asignación de Cargas y Sujeciones

De acuerdo con las cargas determinadas en las secciones 2.2.1 y 2.2.2, cuando el Go-Kart ejecuta una frenada brusca, el chasis debe soportar las siguientes cargas:

$$W_{pil} = 997.5 \text{ N}$$

$$W_{mot} = 332.5 \text{ N}$$

$$F_{emp} = 900 \text{ N}$$

$$T = 112.5 \text{ Nm}$$

$$F_{pil} = 625 \text{ N}$$

$$F_{mot} = 208 \text{ N}$$

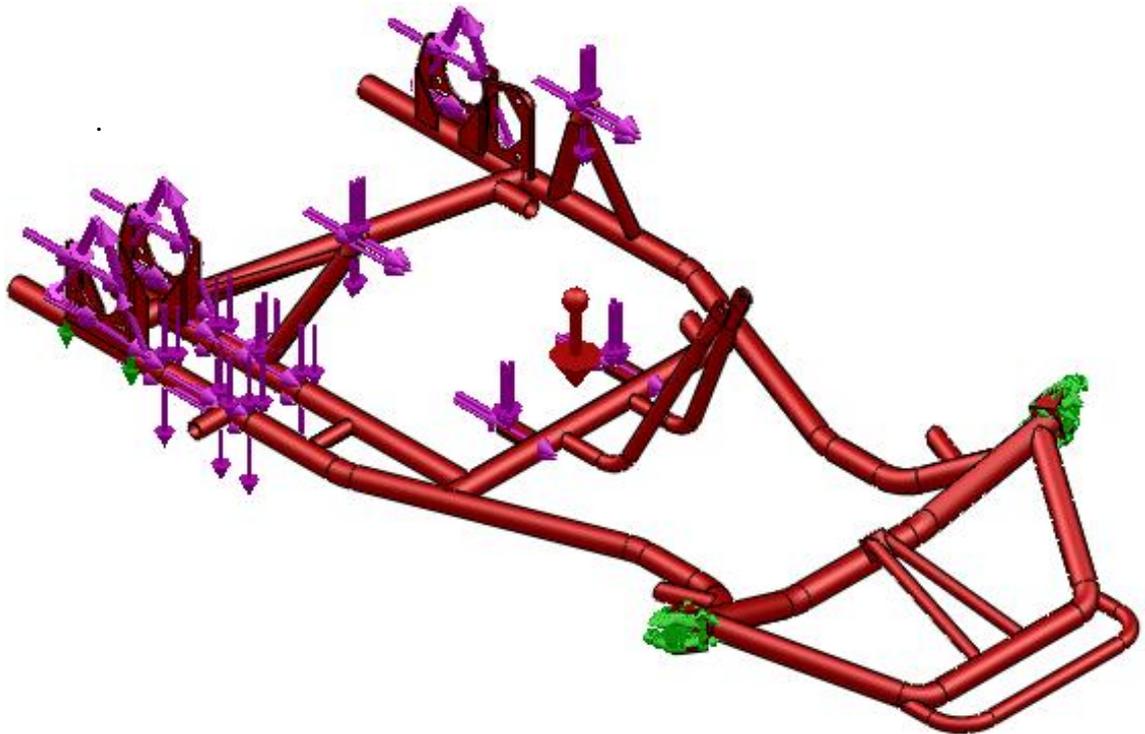


Figura 2.9: Asignación de cargas y sujeciones al chasis tubular en frenada brusca

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Una vez asignadas las cargas y las sujeciones se procede a mallar el modelo de la estructura para luego ejecutar su estudio de diseño.

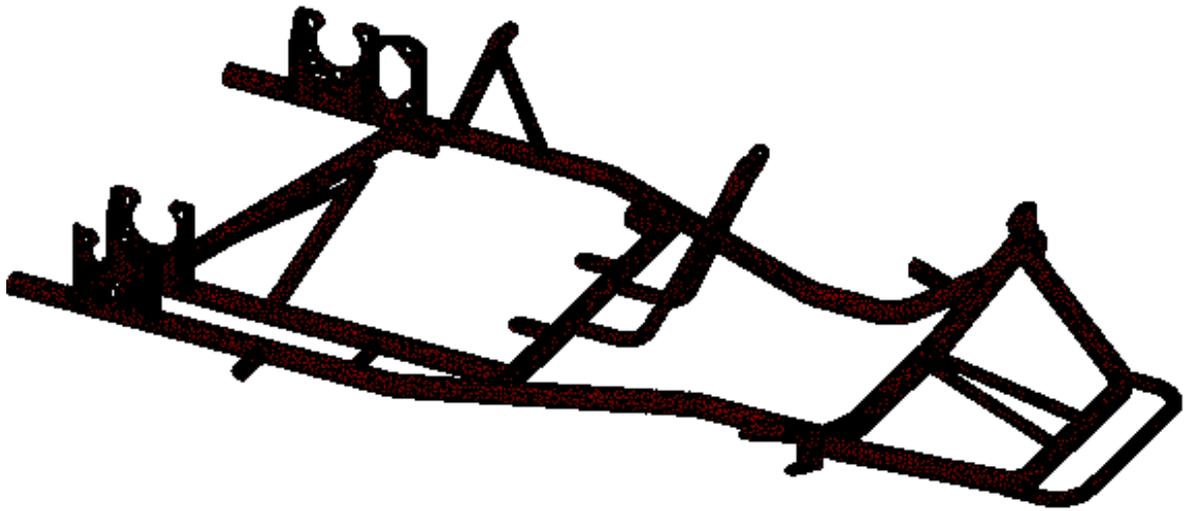


Figura 2.10: Mallado del modelo del chasis tubular

Resultados

Luego de asignar las cargas que soporta el chasis en los lugares correspondientes se procede a ejecutar el análisis de esfuerzos de dicha estructura en el programa SolidWorksSimulation obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

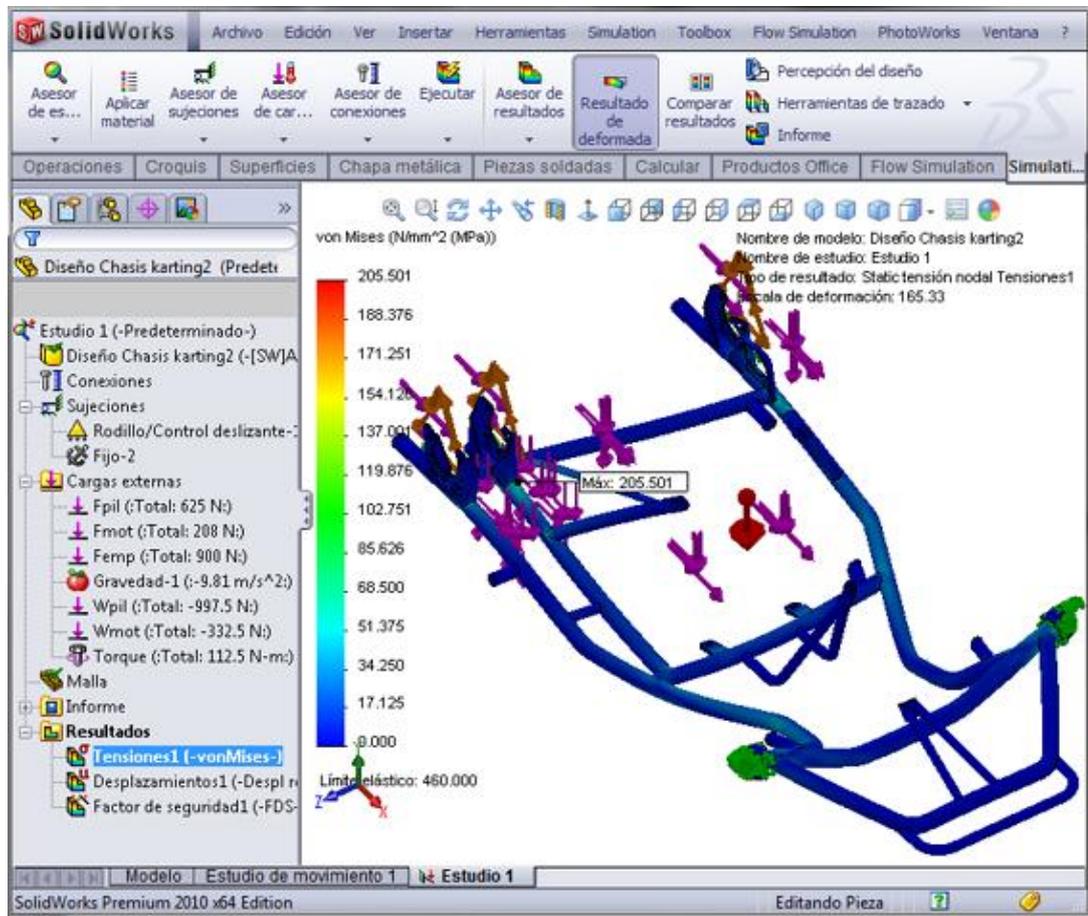


Figura 2.11: Tensión de Von Mises en el chasis tubular en frenada brusca

Al analizar la Figura 2.11 se observa que la máxima tensión de Von Mises en el chasis es de 205.501MPa y se produce en la base de las placas verticales que sujetan al eje de transmisión, sin embargo ésta tensión es menor que el límite de elástico del acero AISI 4130 que es de 460MPa, por lo tanto, se puede concluir que el chasis puede resistirlos esfuerzos producidos cuando el Go-Kart ejecuta una frenada brusca.

Desplazamientos Resultantes

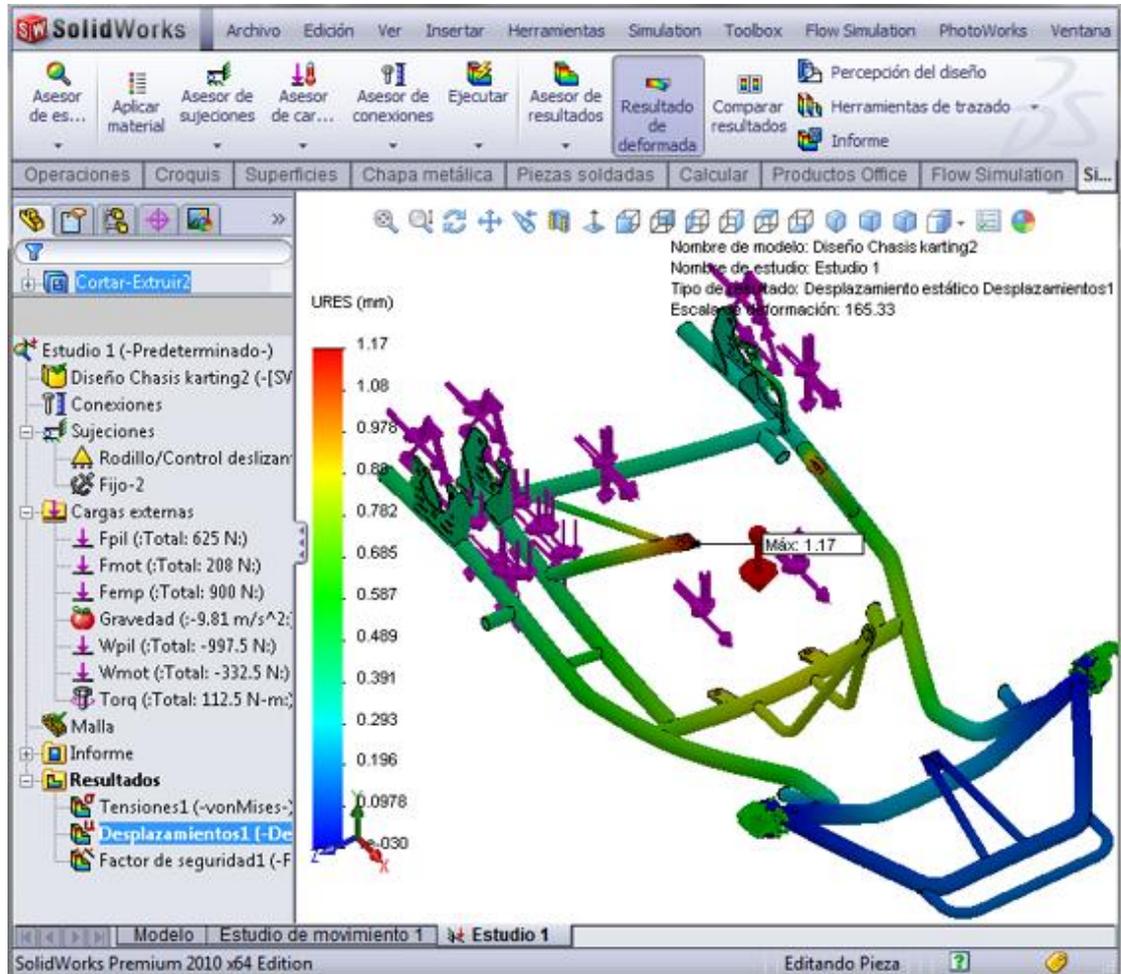


Figura 2.12: Desplazamientos resultantes en el chasis tubular en frenada brusca

En la figura 2.12 se observa que, en el chasis, los desplazamientos máximos ocurren en el extremo superior del brazo tubular que soporta el asiento del piloto y su valor máximo es de 1.17 mm, por lo que se considera que éste desplazamiento no afecta al funcionamiento normal y seguro del Go-Kart.

Factor de Seguridad

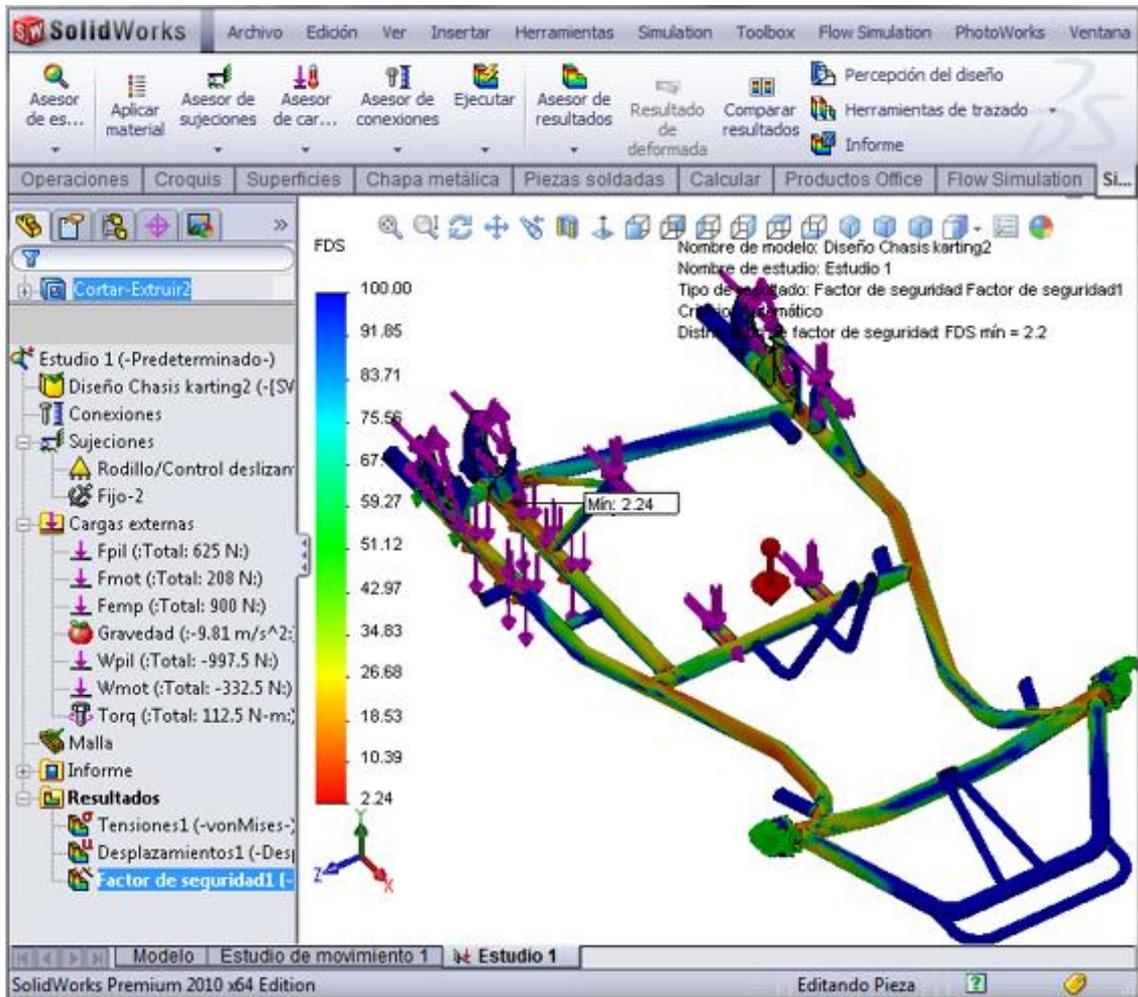


Figura 2.13: Distribución del factor de seguridad en el chasis tubular en frenada brusca

Con respecto a la distribución del factor de seguridad en la figura 2.13 se observa que las zonas críticas se encuentran en la base de las placas verticales que sujetan al eje de transmisión, sin embargo, ya que el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.24, se concluye que, para frenada brusca, el diseño del chasis tubular es seguro.

2.5.2. DISEÑO DEL CHASIS EN CURVA A MÁXIMA VELOCIDAD

Las fuerzas de inercia que se desarrollan cuando el Go-Kart entra a una curva a máxima velocidad fueron determinadas en la sección 2.3.

Asignación de Cargas y Sujeciones

De acuerdo con las cargas determinadas en la sección 2.2.3, cuando el Go-Kart entra a una curva, el chasis debe soportar las siguientes cargas:

$$\begin{aligned}W_{pil} &= 997.5 \text{ N} \\W_{mot} &= 332.5 \text{ N} \\F_{emp} &= 900 \text{ N} \\T &= 112.5 \text{ N m} \\F_{pil} &= 625 \text{ N} \\F_{mot} &= 208 \text{ N}\end{aligned}$$

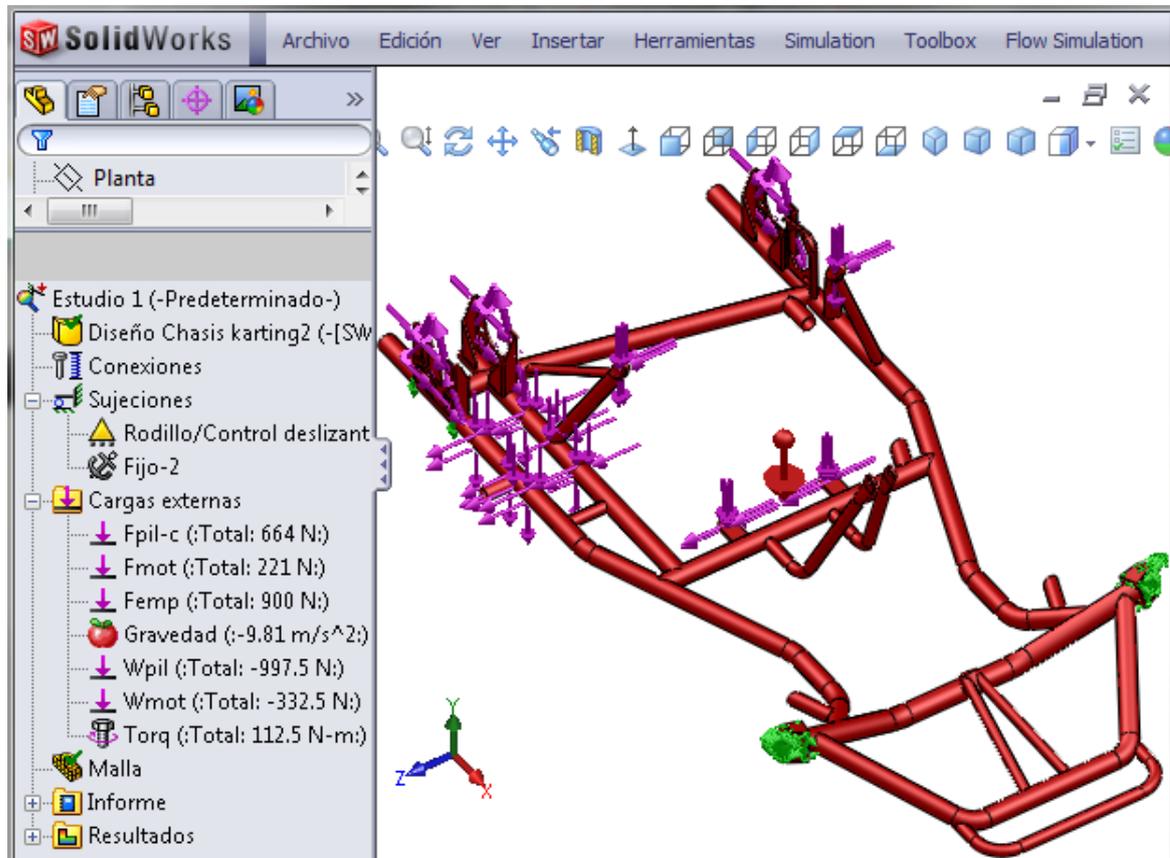


Figura 2.14: Asignación de cargas y sujeciones al chasis tubular en curva

Resultados

Luego de ejecutar el análisis de esfuerzos del chasis en el programa SolidWorksSimulation se obtienen los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

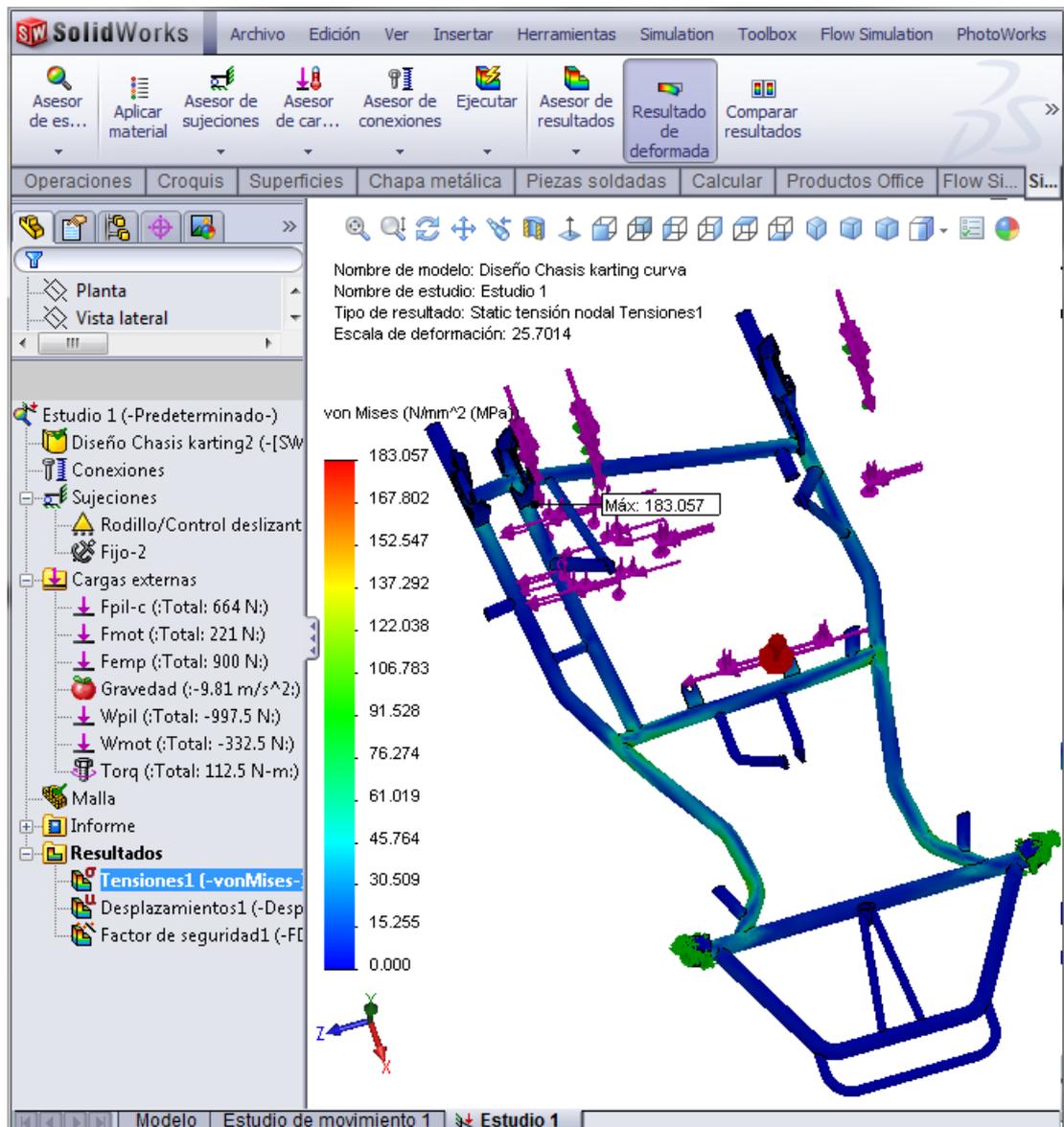


Figura 2.15: Tensión de Von Mises en el chasis tubular en curva

Al analizar la figura 2.15 se observa que la máxima tensión de Von Mises en el chasis es de 183.057MPa y se produce en los soportes verticales del eje de transmisión, sin embargo ésta tensión es menor que el límite de elástico del acero AISI 4130, por lo tanto, el chasis puede resistir los esfuerzos producidos cuando el Go-Kart realiza una curva a máxima velocidad.

Desplazamientos Resultantes

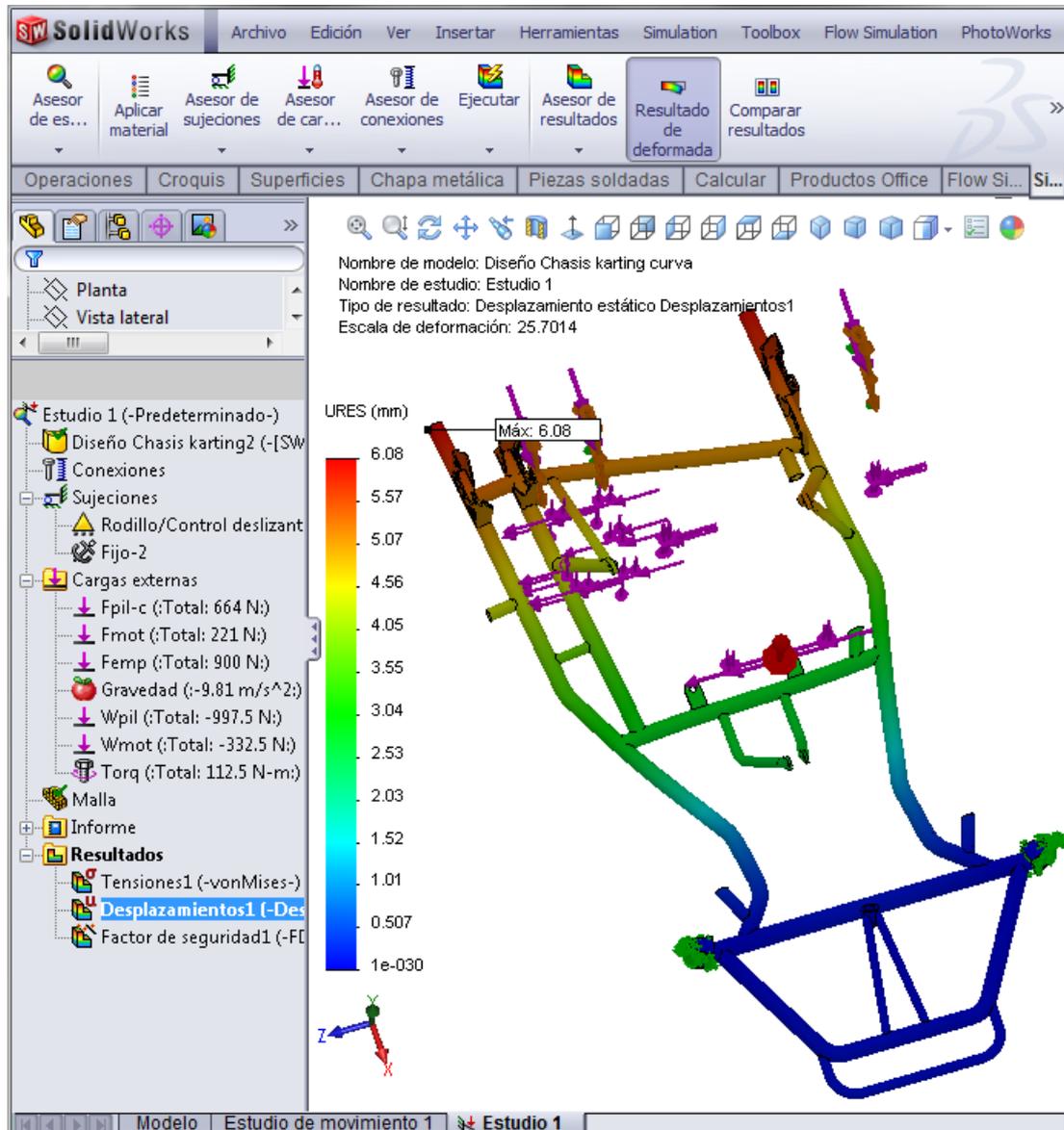


Figura 2.16: Desplazamientos resultantes en el chasis tubular en curva

En la figura 2.16 se observa que, en el chasis, los desplazamientos máximos ocurren en el extremo posterior del mismo y su valor máximo es de 6.08 mm y aunque este valor es considerable, por desarrollarse en un punto que no es crítico (extremo posterior derecho), se considera que no afecta el funcionamiento seguro del Go-Kart.

Factor de Seguridad

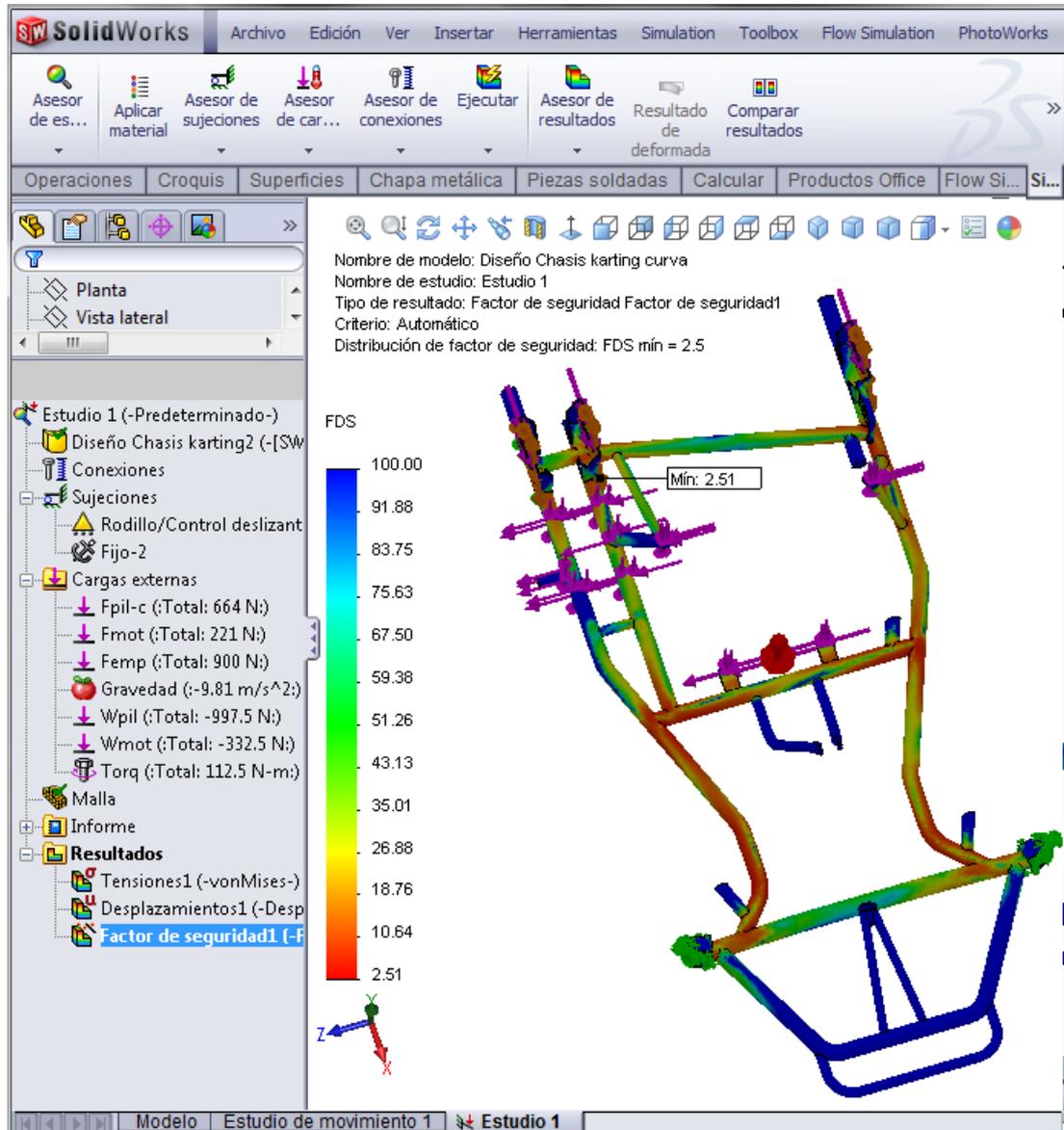


Figura 2.17: Distribución del factor de seguridad en el chasis tubular en curva

Con respecto a la distribución del factor de seguridad en la figura 2.17 se observa que las zonas críticas se encuentran en los soportes del eje de transmisión, sin embargo, ya que el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.51, se concluye que el diseño del chasis es seguro.

2.6. DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN

El eje de transmisión recibe el torque del motor por medio de una cadena de rodillos hasta la corona dentada que se mueve solidaria al eje y luego lo transmite al piso por medio de los neumáticos, generando de ésta forma la fuerza de empuje requerida.

Asignación de Cargas y Sujeciones

Como se mencionó anteriormente el eje de transmisión debe soportar el torque requerido para generar la fuerza de empuje.

$$T = 112.5 \text{ N m}$$

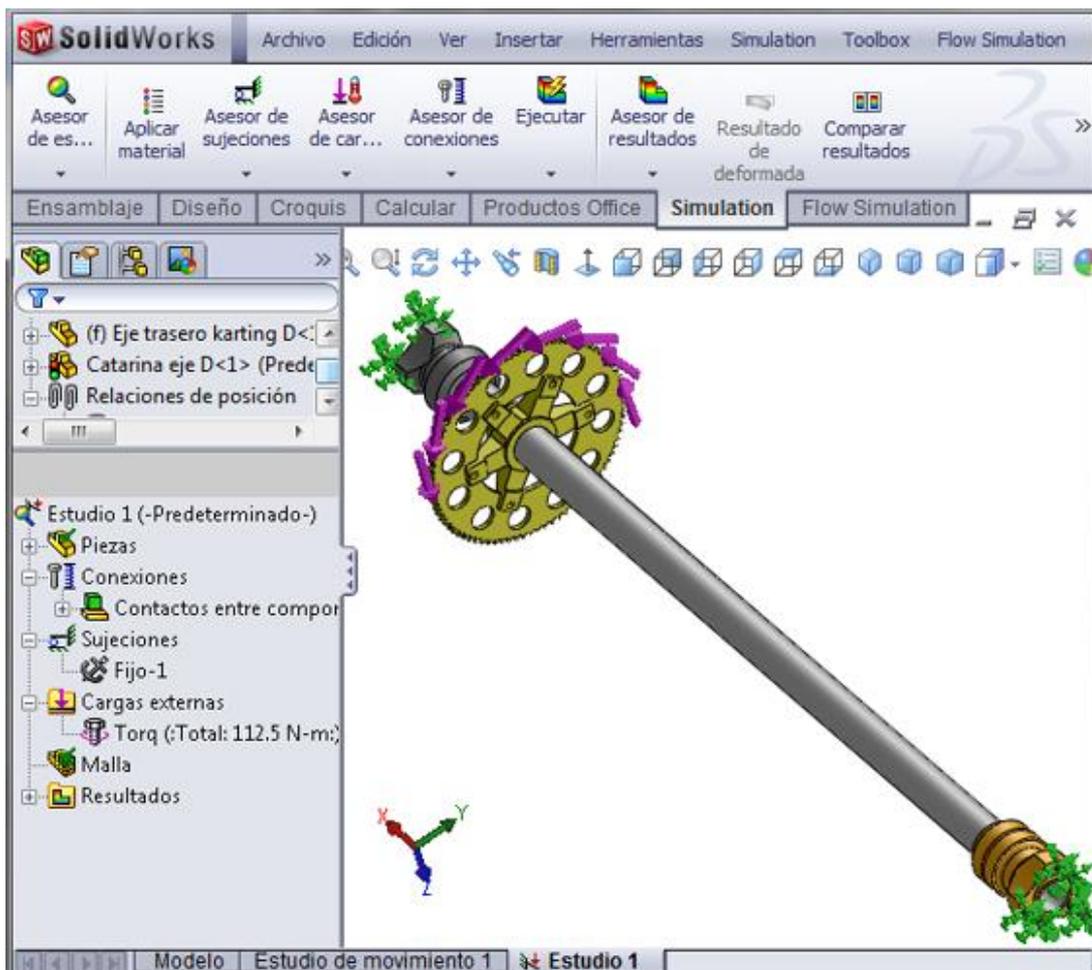


Figura 2.18: Asignación de Cargas y Sujeciones al Eje de Transmisión

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Una vez que se ha asignado el torque y sujeciones al eje de transmisión se procede a mallarlo como se muestra en la figura 2.19.



Figura 2.19: Mallado del Modelo del Eje de Transmisión

Resultados

Con las cargas y sujeciones asignadas y mallado el modelo del eje de transmisión se procede a realizar su análisis de esfuerzos obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

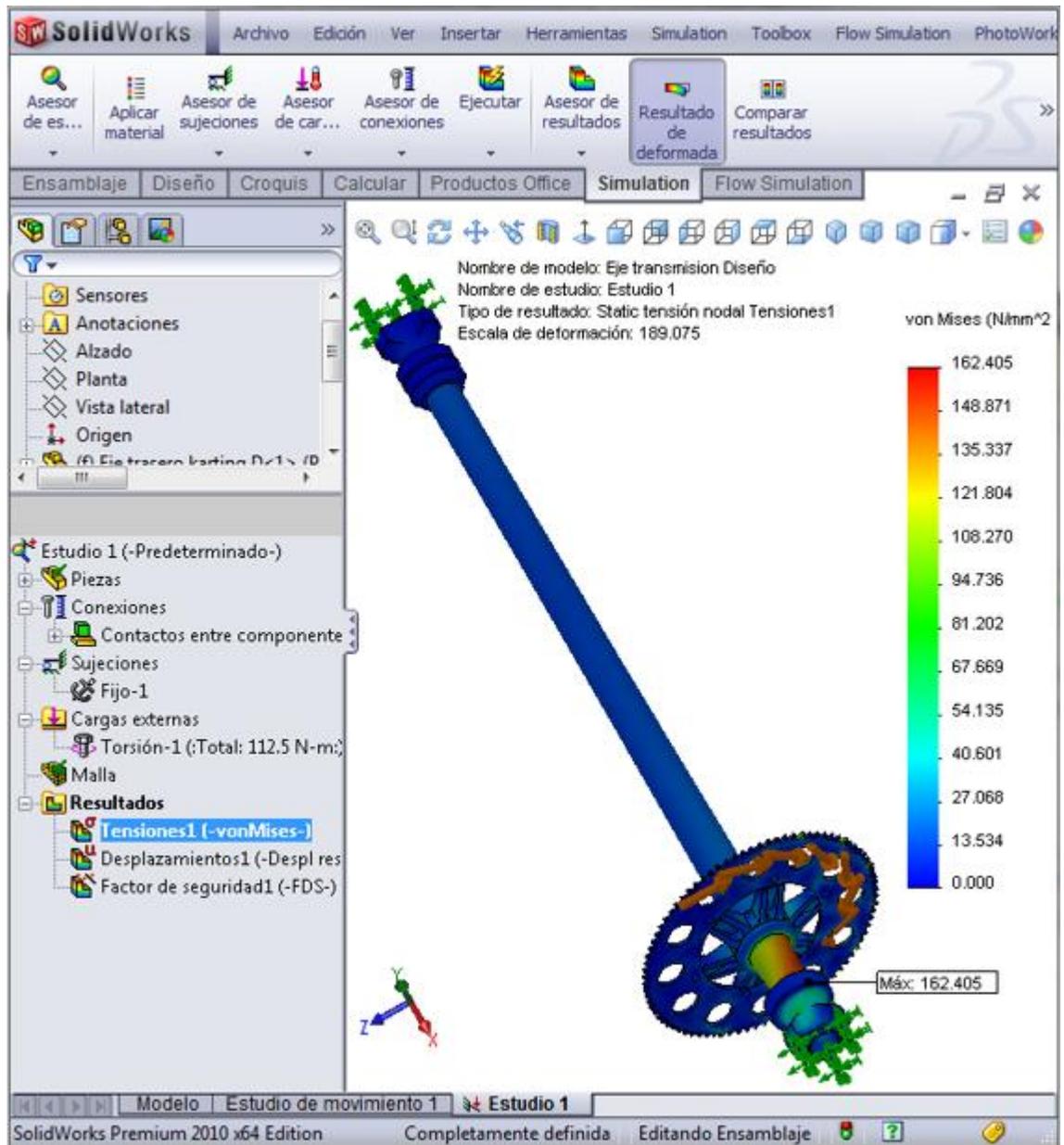


Figura 2.20: Tensión de Von Mises en el eje de transmisión

En la figura 2.20 se observa que, en el eje de transmisión, la máxima tensión de Von Mises se produce en la zona que queda entre la corona dentada y el soporte de los neumáticos con un valor de 162,405MPa, sin embargo, al ser esta tensión

menor que el límite elástico del acero, el eje y la corona pueden resistir la tensión máxima sin fallar.

Desplazamientos resultantes

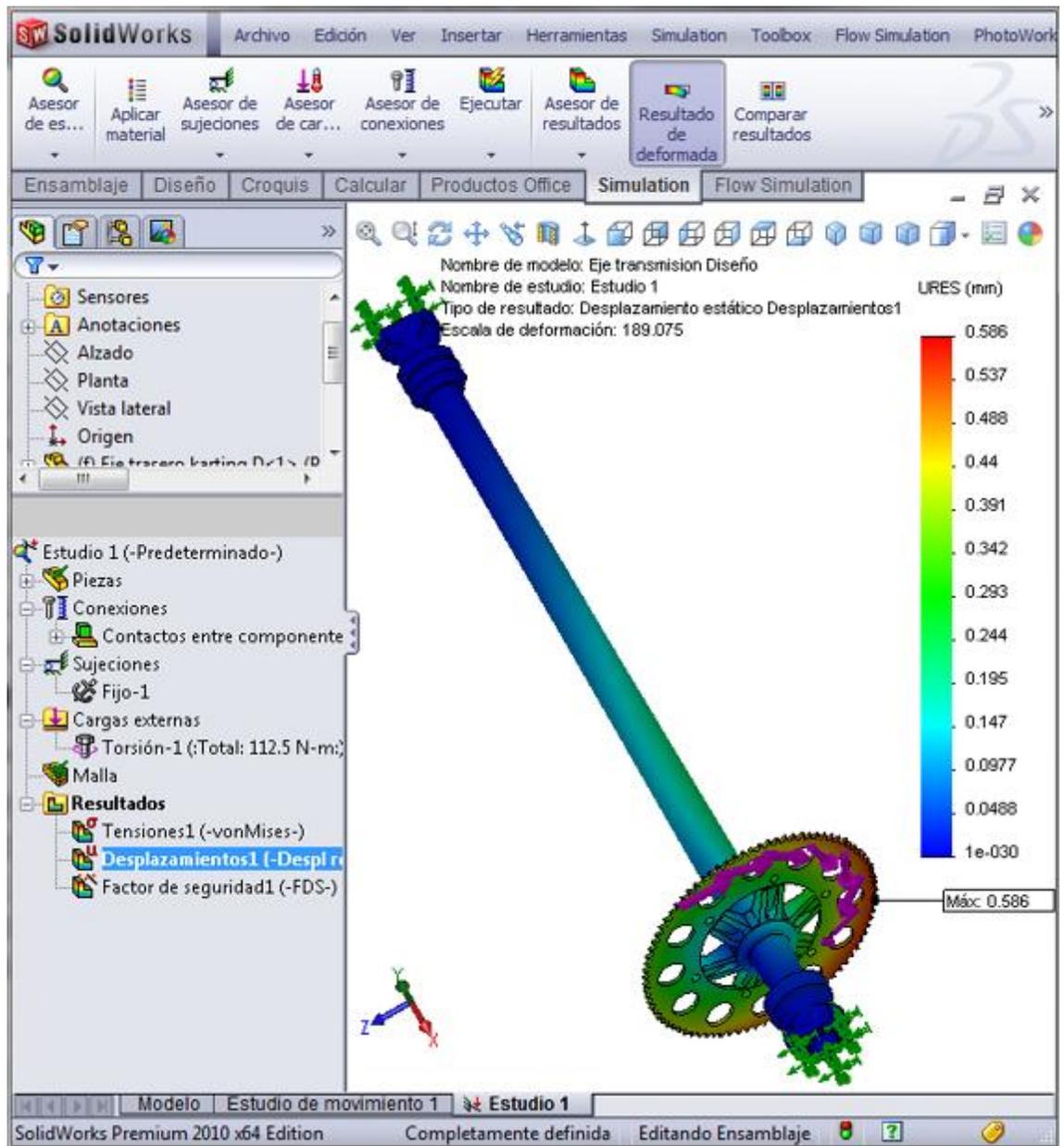


Figura 2.21: Desplazamientos resultantes en el eje de transmisión

Al analizar la figura 2.21 se determina que los desplazamientos máximos se producen en la superficie exterior de los dientes de la corona y su valor es de 0.586 mm por lo que, se considera que éste desplazamiento no perjudica el funcionamiento seguro del Go-Kart.

Factor de seguridad

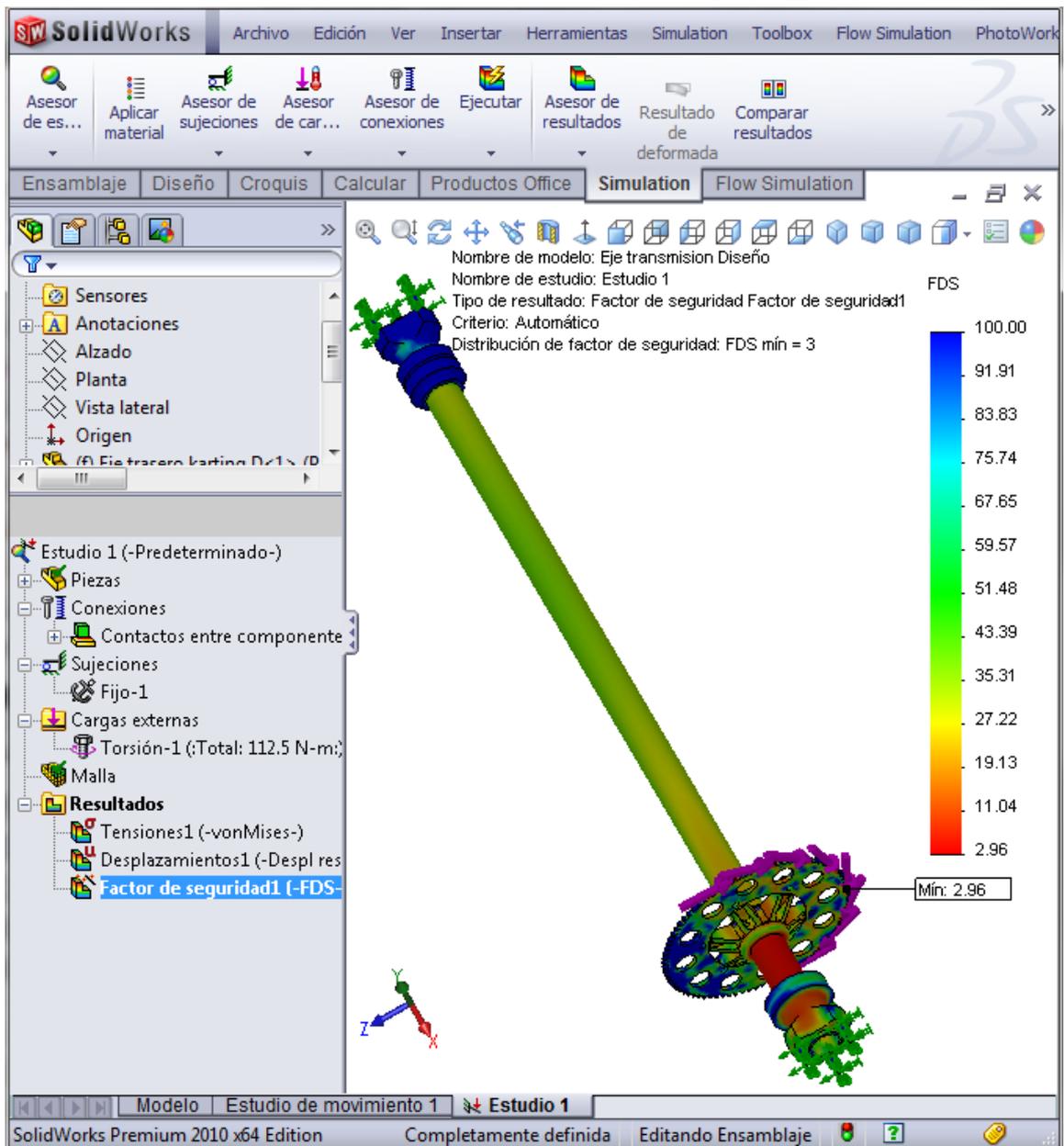


Figura 2.22: Distribución del factor de seguridad en el eje de transmisión

En la figura 2.22 se muestra la distribución del factor de seguridad en el eje transmisión y se observa que las zonas críticas se encuentran en la zona del eje que se encuentra entre la corona dentada y el soporte de los neumáticos, sin embargo el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.96, por lo que se concluye que su diseño es seguro.

2.7. SELECCIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN

La potencia requerida en el motor se determina a partir de la fuerza de empuje necesaria para que el Go-Kart se desplace a la velocidad máxima de 100 km/h (27.8 m/s).

$$P = F_{emp} \cdot V \quad \text{Ec.2.14}$$

$$P = 900 \text{ N} \cdot 27.8 \text{ m/s}$$

$$P = 25000 \text{ W} = 25 \text{ kW}$$

Para una relación de velocidades entre el motor y el eje de transmisión de 8.5 a 1, y tomando en cuenta que la fuerza tangencial de la cadena es la misma tanto para la corona como para el piñón (figura 2.23), el torque mínimo requerido en el motor viene dado por:

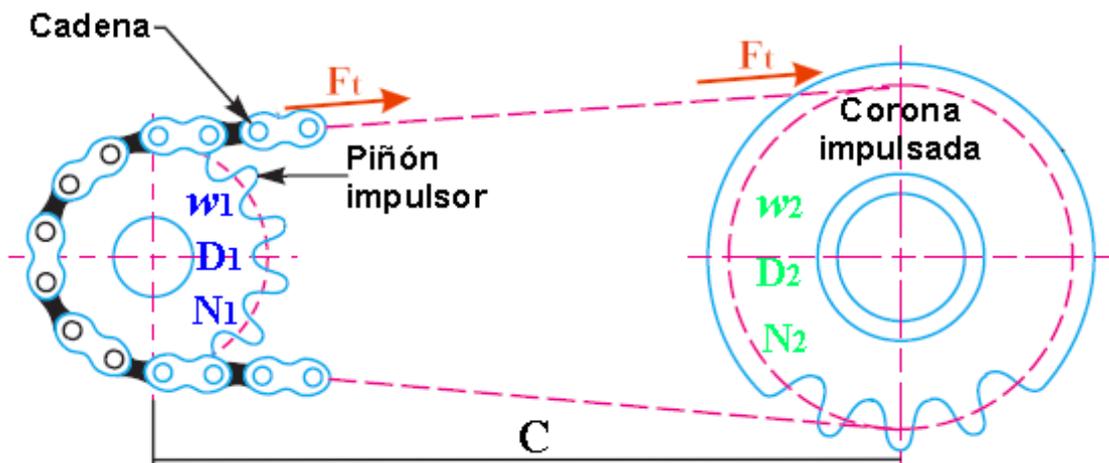


Figura 2.23: Sistema de Transmisión de Cadena

$$F_t = \frac{2 \cdot T}{D_2} = \frac{2 \cdot T_{mot}}{D_1} \quad \text{Ec.2.15}$$

$$T_{mot} = \frac{T}{D_2/D_1}$$

$$T_{mot} = \frac{112.5 \text{ N m}}{8.5}$$

$$T_{mot} = 13.25 \text{ N m}$$

Donde:

D_1 y D_2 = diámetro del piñón y la corona respectivamente

T = torque requerido en el eje de transmisión = 112.5 Nm

(sección 2.2.1)

Para alcanzar una velocidad de 100 km/h (27.8 m/s), el eje de transmisión debe girar con una velocidad que viene dado por:

$$\omega_2 = \frac{v}{r} \quad \text{Ec.2.16}$$

$$\omega_2 = \frac{27.8 \text{ m/s}}{0.250 \text{ m}}$$

$$\omega_2 = 112.4 \text{ rad/s} = 1062 \text{ rpm}$$

Para una relación de transmisión de 8.5 a 1, la velocidad a la que debe girar el motor (ω_1) es:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ec.2.17}$$

$$\omega_1 = 8.5 \cdot 1062 \text{ rpm}$$

$$\omega_1 = 9027 \text{ rpm}$$

Con el objeto de tomar en cuenta las situaciones particulares adversas, así como los diferentes tipos de pérdidas en los diferentes sistemas del Go-Kart, se requiere un motor de 30 kW que entregue un torque mínimo de 13.25 Nm a 9027 rpm.

En base a estos requerimientos se selecciona un motor a gasolina mono cilíndrico refrigerado por aire de la marca PARILLA (figura 2.24) con las siguientes características:

IAME PARILLA 125cc

Tipo:	Kart
Uso:	Amateur
Desplazamiento:	123.67cc
Bore:	54.00mm
Stroke:	54.00mm
Encendido:	Eléctrico
Refrigeración:	Aire
Marca:	Parilla
Modelo:	Evolution
Categoría:	Marcha Única
Homologación:	CIK-FIA
#Of Schneurle:	3
Mezcla gasolina:	6%
Admisión:	Lamellar
Tipo de Bujía:	NGK BR10EG
Carburador:	Tillotson HL 334AB
RPM Max:	15500rpm
Potencia (kw/cv):	30.5 (11000 a 12500 rpm)
Par Máximo:	19.5Nm (10250 a 10500 rpm)



Figura 2.24: Motor Seleccionado IAME Parilla 125cc

El motor se sujeta por medio de bancadas apropiadas al chasis diseñado.

La bancada se aprieta al chasis por medio de unas mordazas, que se atornillan al conjunto.

2.8. SELECCIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE CADENA

Para transmitir el torque desde el motor hasta el eje de transmisión se requiere de un sistema de transmisión flexible de cadena de rodillos y rueda dentada.

Sabiendo que el motor cuenta con un piñón de 10 dientes para una cadena # 35 (paso 3/8") y debido a que se requiere una relación de velocidad de 8.5 a 1, el número de dientes de la corona N_2 es:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ec.2.18}$$

$$N_2 = 8.5 \cdot 10 \text{ dte}$$

$$N_2 = 85 \text{ dte}$$

En función del espacio disponible entre el eje del motor y el eje de transmisión se asume una distancia entre centros $C = 10 \text{ plg}$, entonces la longitud en pasos de la cadena es:

$$\frac{L}{p} = \frac{2C}{p} + \frac{(N_2 + N_1)}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C/p} \quad \text{Ec.2.19}$$

$$\frac{L}{p} = \frac{2 \cdot 10}{0.375} + \frac{(85 + 10)}{2} + \frac{(85 - 10)^2}{4\pi^2 \cdot 10 / 0.375}$$

$$L = 116.18 \text{ pasos} \approx 116 \text{ pasos}$$

$$L = 116 \cdot 0.375 \text{ plg} = 43.5 \text{ plg}$$

Por lo tanto se selecciona una cadena # 35 con paso de 3/8" (0.375 plg) que tiene 116 eslabones de longitud (43.5 plg).

2.9. SELECCIÓN DE FRENO DE DISCO

Los frenos se utilizan para realizar la maniobra de parada del Go Kart. Para Go-Karts con motores de más de 100 cm³ se utilizan frenos de disco, los cuales llevan un disco metálico solidario al eje de transmisión posterior del vehículo, de manera que al pisar el pedal del freno, las pastillas de freno friccionen el disco y detengan al eje posterior consiguiendo así parar el Go Kart.

Para seleccionar el freno de disco es necesario determinar su capacidad de torque de frenado requerida:

$$T_{fren} = \frac{P \cdot K}{\omega_2} \quad \text{Ec.2.20}$$

$$T_{fren} = \frac{25000 \text{ N} \cdot \text{m/s} \cdot 10}{112,4 \text{ rad/s}}$$

$$T_{fren} = 222.4 \text{ Nm}$$

Donde:

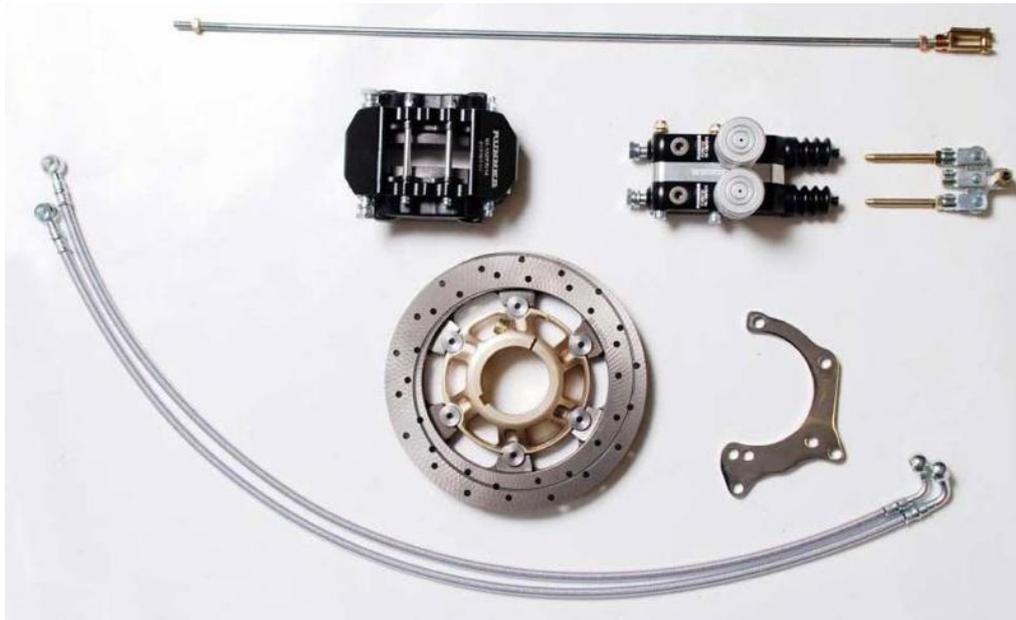
p = potencia del motor = 25 kW

ω_2 = velocidad de giro del eje de transmisión = 1062 rpm=
112.4 rad/s

K = factor de servicio = 1.0

(para frenos bajo condiciones promedio)

Obtenido el torque se selecciona el Sistema de Frenos de marca Haase con torque de frenado de 225Nm, el mismo que a continuación se muestra en la figura:



HAASE

Figura 2.25: Freno de Disco Seleccionado
(Catálogo Hasse tipo Runner FR14 AF)

2.10. DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

La dirección es el conjunto de elementos que permiten al Go-Kart trazar la trayectoria fijada por el conductor. Comprende el volante, la barra de dirección y las bieletas que van a las manguetas delanteras, más la rótula correspondiente.

Como elementos básicos de la dirección están:

Volante

Es el primer componente del sistema de dirección, cuyo accionamiento permite el giro de las ruedas para que el Go-Kart describa la trayectoria deseada por el conductor.

Columna de Dirección

Es el eje que une el volante con los elementos mecánicos que mueven las ruedas.

Caja de Dirección

Convierte el movimiento giratorio del volante en otro rectilíneo alternativo que permite “tirar” y “arrastrar” de las ruedas para que éstas describan el giro preciso.

Bieletas

Son las varillas que unen la caja de dirección con los brazos o manguetas. Sobre ellos se actúa para los reglajes de convergencia y su mayor o menor longitud determina la anchura de vía o separación de las ruedas y, a través de ello, el radio de giro.

Para diseñar el sistema de dirección es necesario determinar primero la fuerza de fricción que se genera en cada neumático delantero del Go-Kart debido al rozamiento entre la llanta y el suelo.

$$F_{fr} = \mu_d \cdot \frac{W_T}{4} \quad \text{Ec.2.21}$$

$$F_{fr} = 1.0 \cdot \frac{1500 \text{ N}}{4}$$

$$F_{fr} = 375 \text{ N}$$

Donde:

$\mu_d =$ coeficiente de rozamiento estático caucho-cemento = 1.0
(Anexo B)

$W_T =$ peso total del Go Kart con su piloto = 150 kgf = 1500 N

Para determinar el torque que es necesario aplicar en el volante para vencer ésta fuerza de fricción se utiliza el programa SolidWorksMotion y se obtiene el siguiente resultado.

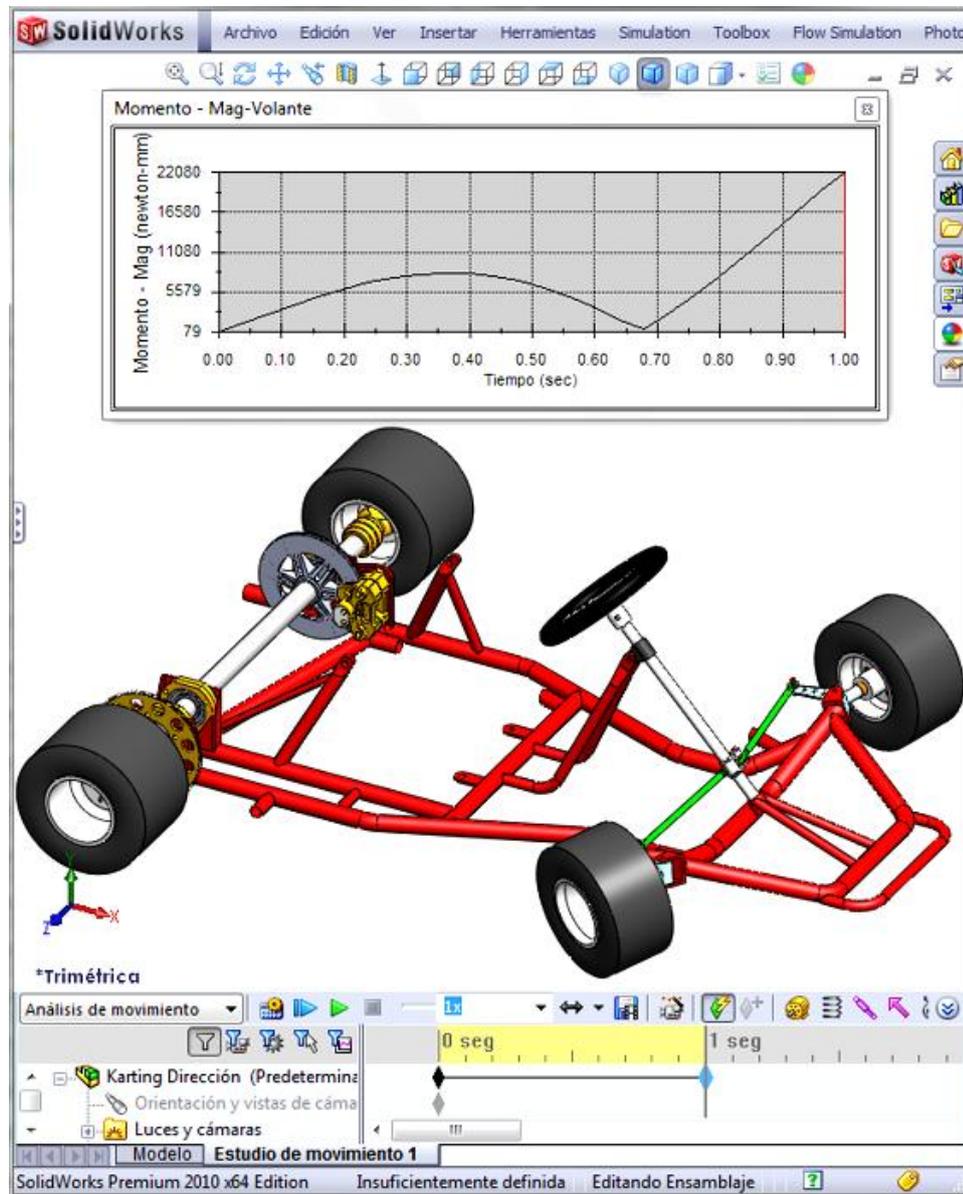


Figura 2.26: Torque requerido en el Volante del Go-Kart

En la figura 2.26 se observa que se requiere aplicar un torque máximo de 22080 N mm (22.08 N m) en el volante para vencer la fuerza de fricción.

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Una vez que se ha asignado el torque y sujeciones al sistema de dirección se procede a mallarlo como se muestra en la figura 2.27.

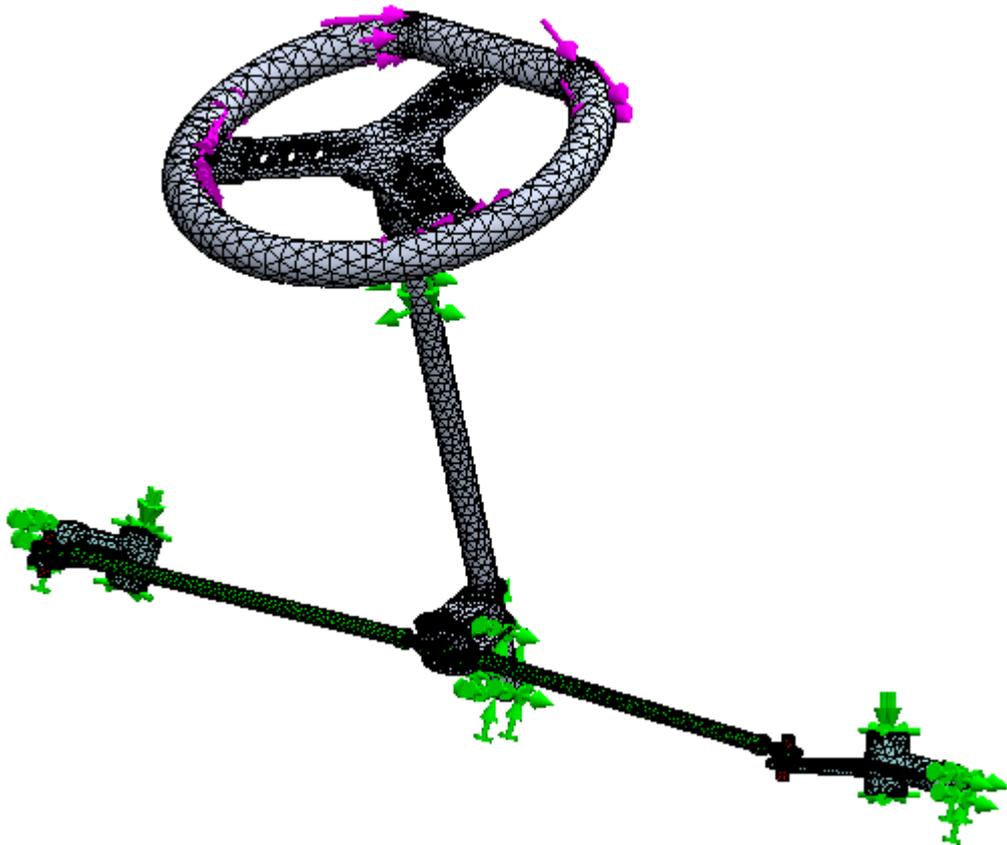


Figura 2.27: Mallado del modelo del sistema de dirección

Resultados

Con las cargas y sujeciones asignadas y mallado el modelo del sistema de dirección se procede a realizar su análisis de esfuerzos obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

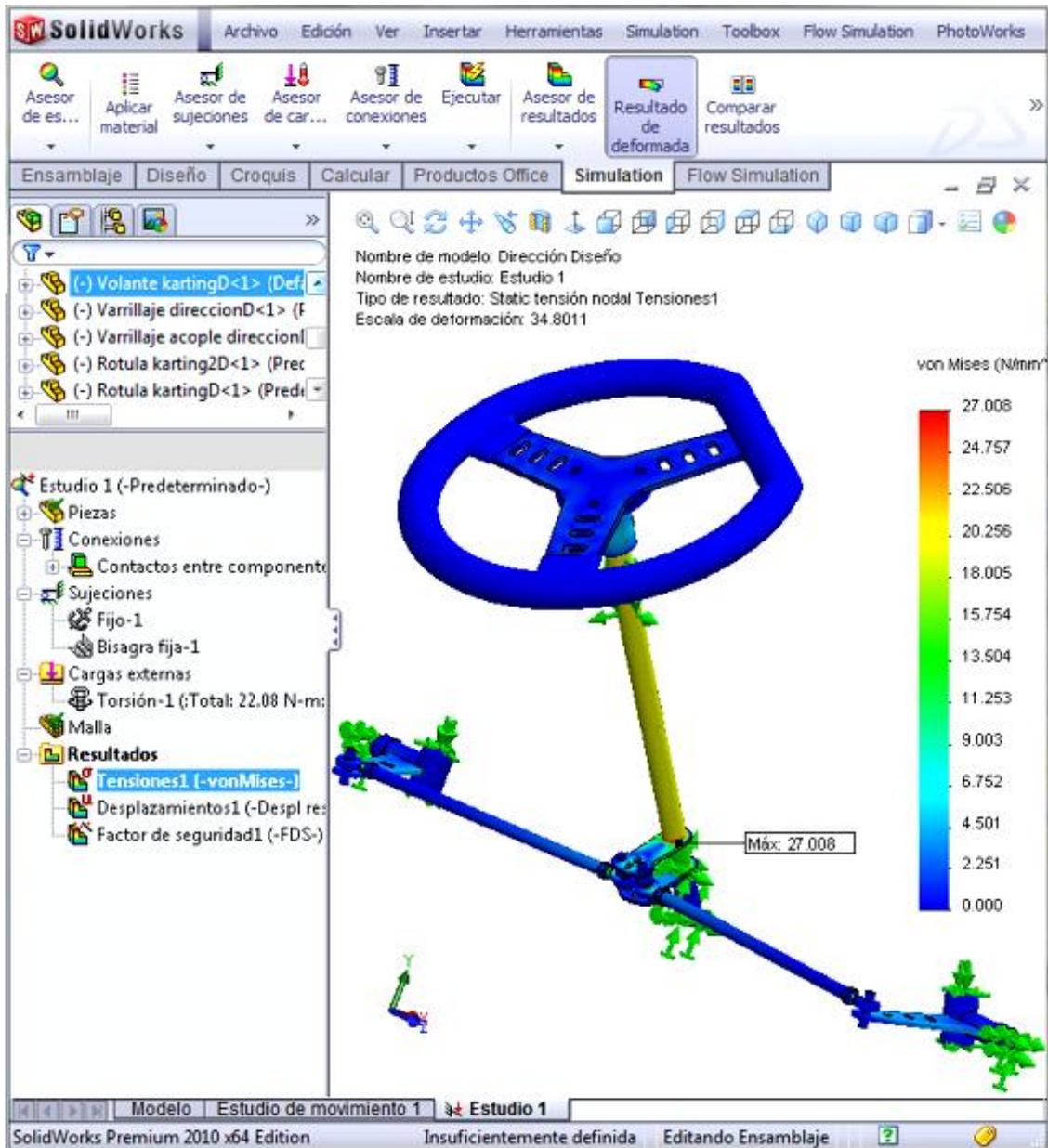


Figura 2.28: Tensión de Von Mises en el sistema de dirección

En la figura 2.28 se observa que la máxima tensión de Von Mises es de 27.08MPa y se produce en la zona donde la barra de dirección se une a las placas que convierten el movimiento giratorio del volante en movimiento lineal, sin embargo,

ésta tensión es menor que el límite de elástico del aluminio1060, por lo que el sistema de dirección no fallará.

Desplazamientos resultantes

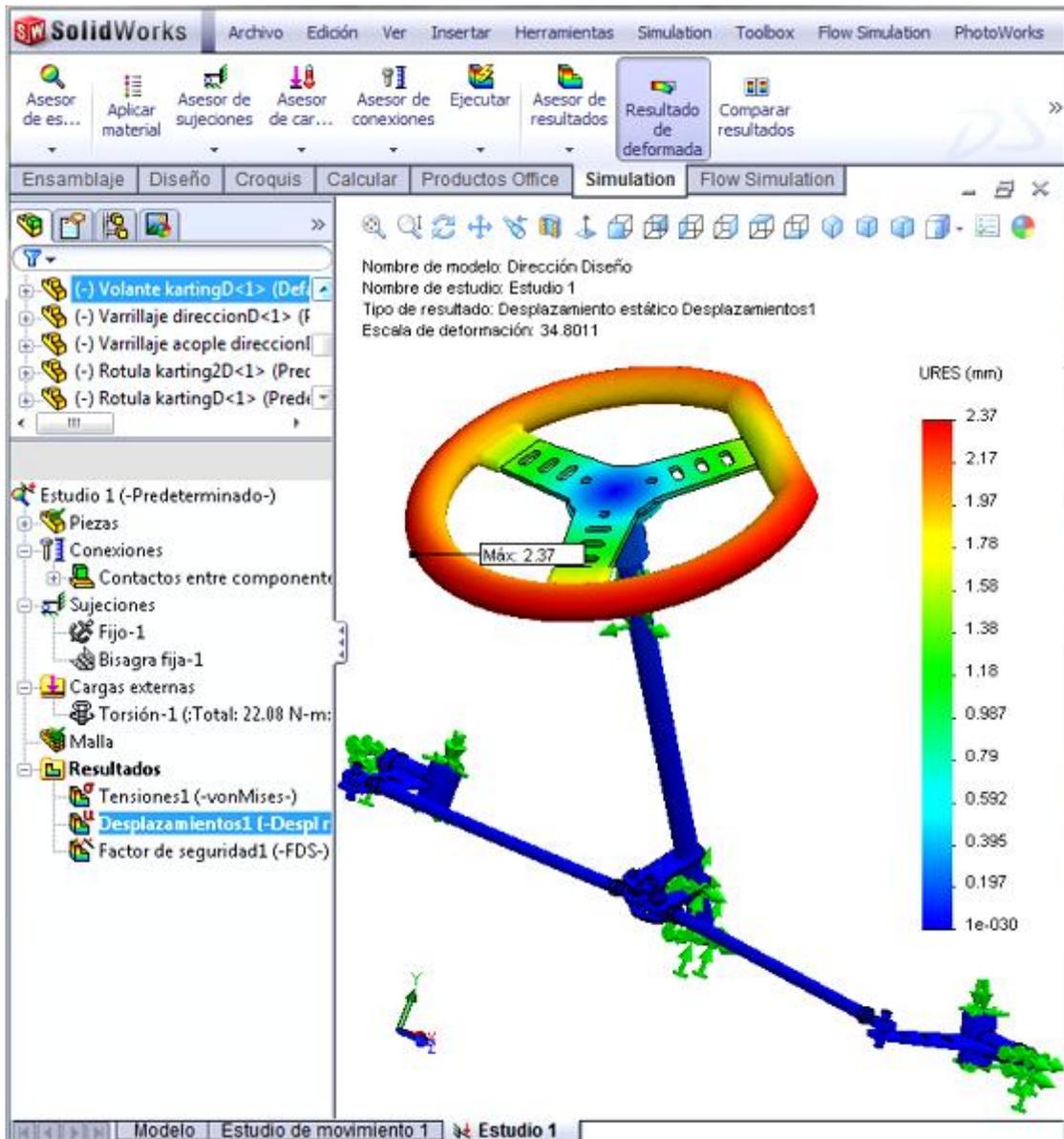


Figura 2.29: Desplazamientos resultantes en el sistema de dirección

En la figura 2.29 se observa que en el sistema de dirección los desplazamientos máximos se producen en la superficie exterior del volante y su valor máximo es

de 2.37mm, por lo que se considera que este desplazamiento no afecta al funcionamiento normal y seguro del Go-Kart.

Factor de Seguridad

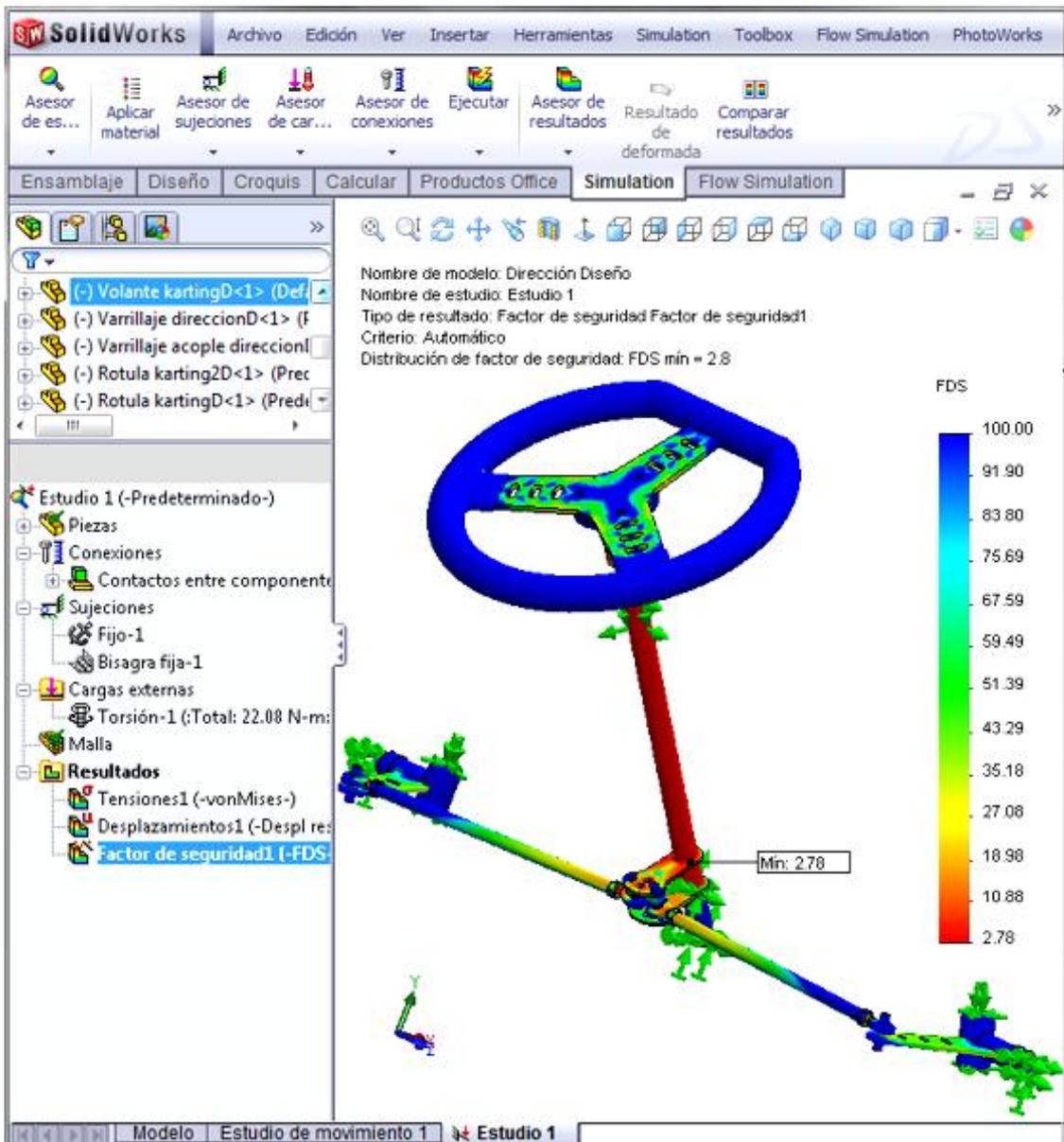


Figura 2.30: Distribución del Factor de Seguridad en el Sistema de Dirección

En la figura 2.30 se observa que las zonas críticas se encuentran en la zona donde la barra de dirección se une a las placas que convierten el movimiento giratorio del volante en movimiento lineal, sin embargo, ya que el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.78, se concluye que el diseño del sistema de dirección es seguro.

CAPÍTULO 3

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL GO-KART

3.1. CONSTRUCCIÓN DEL GO KART

La construcción de un Go-Kart involucra todo un proceso ya que hay que tener en cuenta todos los parámetros de diseño y adaptación para que todo el conjunto funcione complementariamente, por éste mismo hecho es necesario regirse a un método de fabricación el mismo que deberá cumplir con todos los requerimientos del proyecto.

Se parte desde el Diseño Normado por la CIK-FIA (Comisión Internacional de Karting FIA) el mismo que establece mediante planos las medidas y tolerancias máximas admisibles para el diseño de un chasis de Go-Kart.

De ésta manera se diseñó y modeló el chasis tomando en cuenta los esfuerzos a los cuales éste estará sometido.

Con toda la información recopilada que el software nos entrega, procedemos a realizar la construcción del Go-Kart rigiéndonos al que a continuación es el método de fabricación de éste tipo de vehículo.

3.1.1. MÉTODO DE FABRICACIÓN

Selección y Calificación del Taller

Es indispensable realizar un estudio de los talleres que aportarán con la construcción de un proyecto determinado ya que deben ser capacitados para todo lo que el proyecto en si requiere realizar, esto es la interpretación de planos y bosquejos, poseer instalaciones adecuadas, tener la maquinaria necesaria para la

construcción, montaje y la adaptación de todos los componentes del mismo, logrando de esta manera cristalizar todo el proyecto a realizar.

Considerando estos aspectos debe encontrarse un taller que realice chasis tubulares, rollbar, dispositivos anti vuelco, buggys de competencia, etc.

Por éste motivo se selecciona El TALLER DISCOMEC (DISEÑO Y CONSTRUCCIONES MECANICAS) del Sr Roberto Pozo ubicado en la zona Norte de la Cuidad de Quito.



Figura 3.1: Taller DISCOMEC (Quito-Ecuador)

3.1.2. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS

A continuación mediante las siguientes graficas se describe todo el proceso de construcción:

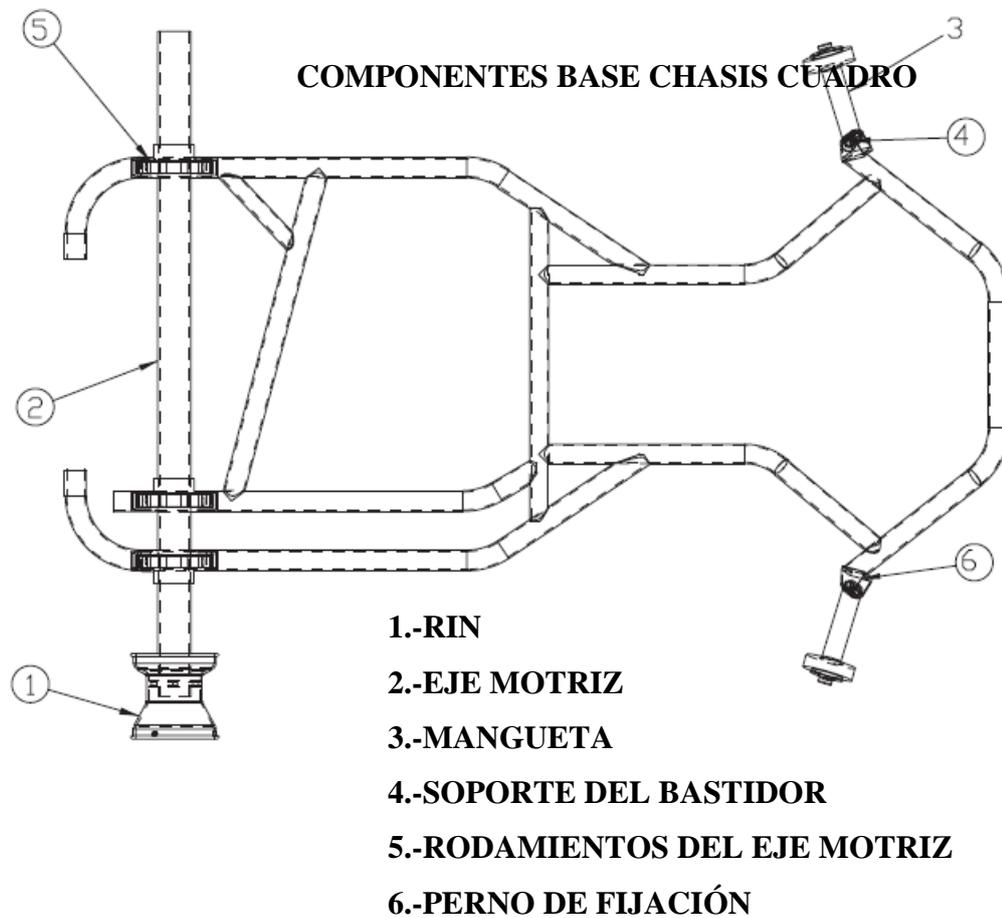


Figura 3.2: Análisis plano componentes principales

En esta figura se observan los componentes base para realizar la construcción del Chasis.

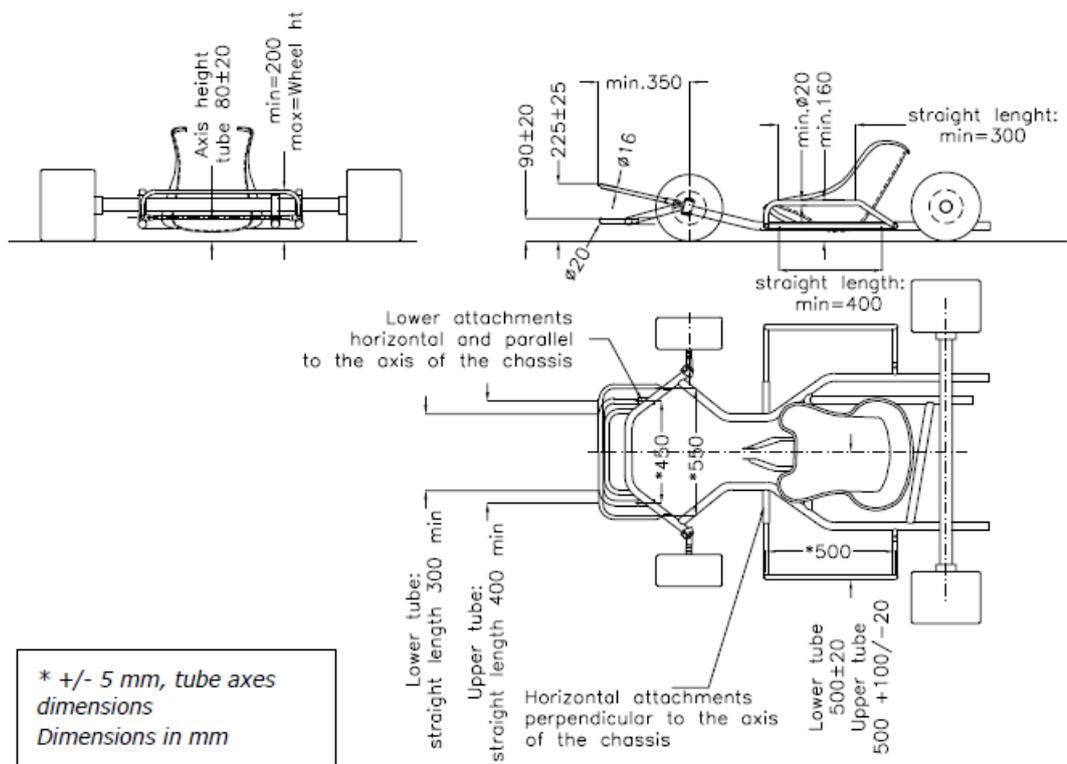
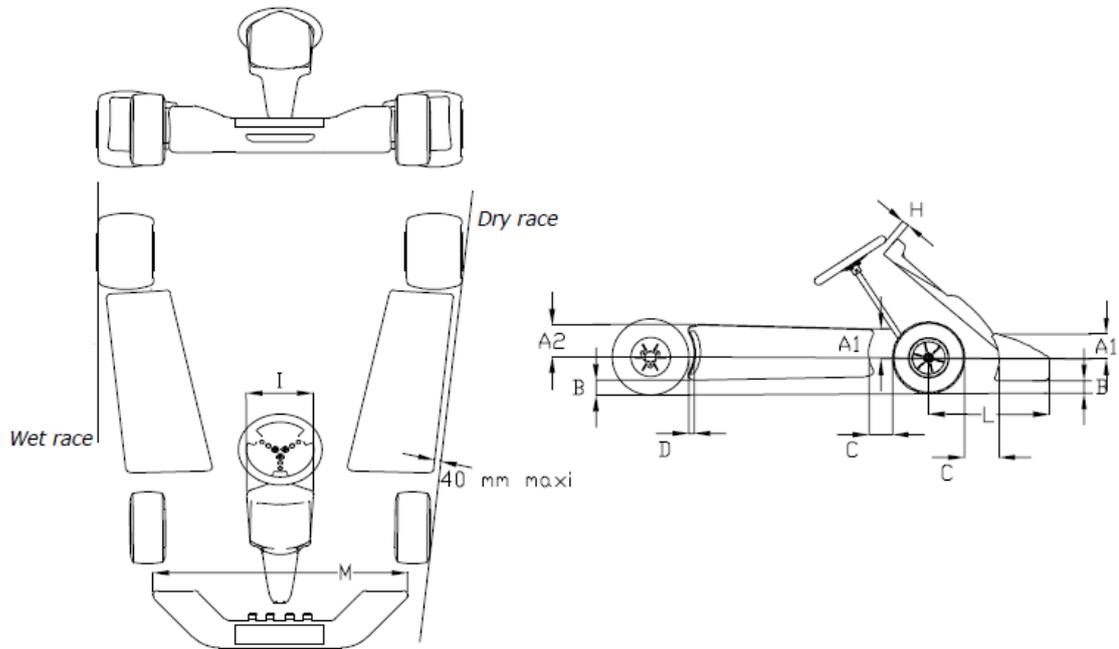


Figura 3.3: Análisis plano cotas de parachoques

En esta figura se observan las medidas correspondientes a todo el conjunto de parachoques Delantero, Posterior y Laterales, los mismos que presentan tolerancias normadas de Diseño.

TECHNICAL DRAWING

Bodywork for short circuits



CODE	Dimensions in mm	Limit	Comments
A1	Less than the front wheel radius		Front
A2	Less than the front wheel radius		Rear
B	25 60	Minimum Maximum	Driver on board Driver on board
C	150	Maximum	
D	60	Maximum	
H	50	Minimum	
I	250 300	Minimum Maximum	
L	650	Maximum	
M	1000	Minimum Maximum	
	External width of the front track		

Figura 3.4: Análisis plano cotas elementos de la Carrocería

En esta figura se muestra como referencia las distancias de separación entre los elementos móviles y los de la carrocería.

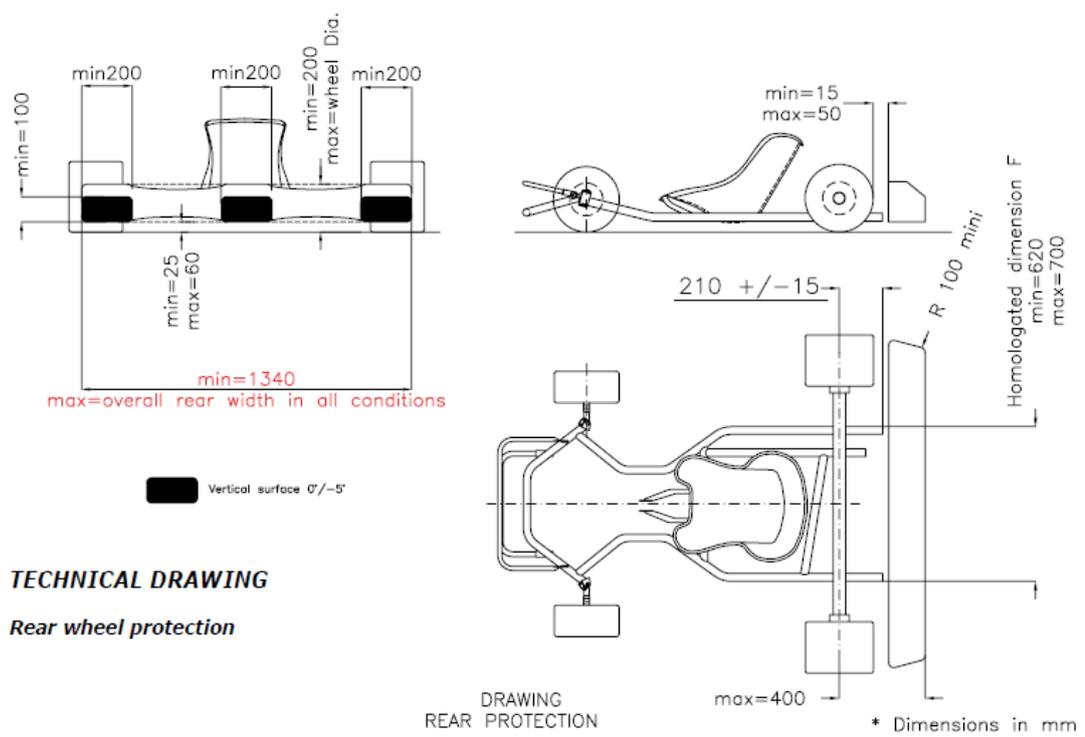


Figura 3.5: Análisis plano cotas protector posterior

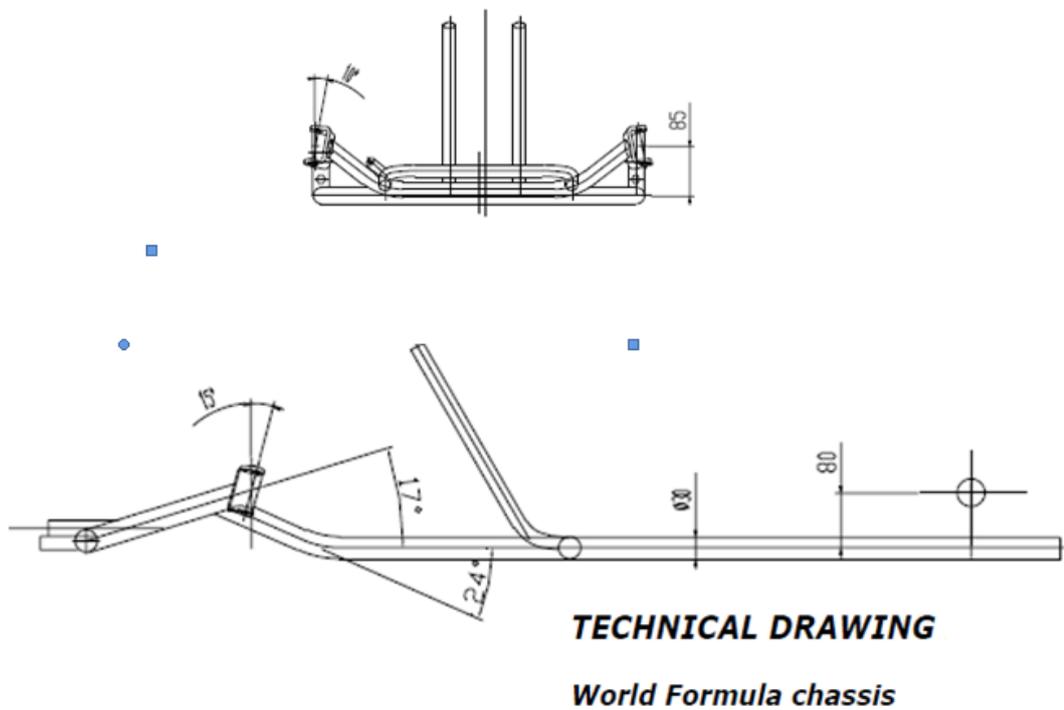


Figura 3.6: Análisis plano cotas de ángulos principales

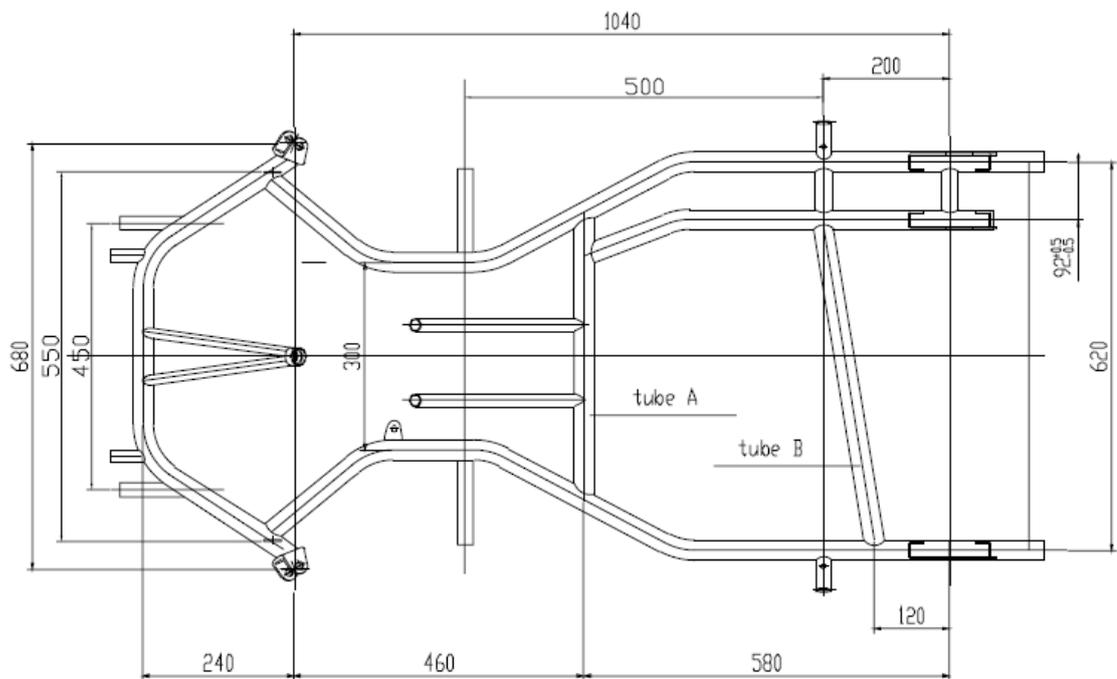


Figura 3.7: Análisis plano cotas de las Dimensiones Principales del Chasis

En las Figuras 3.6 y 3.7 se observan las Dimensiones principales del Chasis de Estructura tubular, medidas normadas por la CIK-FIA, que sirve como diseño base para cualquier constructor, en si es el Chasis Cuadro Básico de donde el Diseñador parte para realizar el Chasis, pudiendo variar ciertos valores dentro de las tolerancias permitidas.



Figura 3.8: Selección de la Máquina dobladora de tubos

Doblaje de los Tubos

Luego de haber analizado los planos antes mostrados se procede a realizar el doblaje de los tubos que van a formar el Chasis Cuadro del Go-Kart, para ello se emplea una Dobladora de Tubos que actúa mediante fuerza hidráulica para darle las curvaturas apropiadas adquiriendo de esta manera las características propias del nuevo Chasis, (figuras 3.9; 3.10; 3.11; 3.12 y 3.13.)



Figura 3.9: Selección del Material (Acero AISI 4130)



Figura 3.10: Doblaje de Tubos parte frontal y posterior



Figura 3.11: Medición de ángulos en los Tubos laterales



Figura 3.12: Doblaje del tubo principal



Figura 3.13: Doblaje de Tubos Interiores

Secuencia del Proceso de Soldadura de todo el Conjunto

Una vez realizado el Doblaje del material, continua el proceso de construcción uniendo mediante soldadura todos los tubos que en conjunto formarán el chasis cuadro, para ello se deben alinear éstos elementos en una mesa de trabajo, colocando en la posición habitual, los elementos como el motor, el eje posterior y los sistemas de dirección y frenos, evitando de ésta manera que, luego de haber realizado las soldaduras pertinentes, existan inconsistencias en cuanto a distancias y posicionamientos de éstos elementos, con esto se logra unir de manera exacta los tubos laterales, con los tubos que comprenden la parte delantera, posterior e interior del Chasis mediante el proceso de soldadura Mig/Mag, (figuras 3.14; 3.15; 3.16; 3.17 y 3.18.)



Figura 3.14: Alineación de los tubos principales del Chasis



Figura 3.15: Alineación del conjunto motriz y soldadura de los tubos interiores



Figura 3.16: Soldadura de la Parte Frontal



Figura 3.17: Unión y Soldadura de la Parte Frontal (protector)



Figura 3.18: Unión y Soldadura de la parte frontal (vista lateral)

A continuación se diseñan los soportes del eje posterior, de la mordaza de frenos y los de las manguetas de dirección del Go-Kart, se adicionan al conjunto además, el tubo diagonal, los soportes del tanque de combustible, del parachoques posterior, delantero y laterales, así como los del asiento, de la dirección, de los pedales del freno y del acelerador, soldando todos estos elementos mediante proceso MIG/MAG al chasis cuadro, finalizando de esta manera su construcción, (figuras 3.19; 3.20; 3.21; 3.22; 3.23; 3.24; 3.25; 3.26; 3.27 y 3.28)

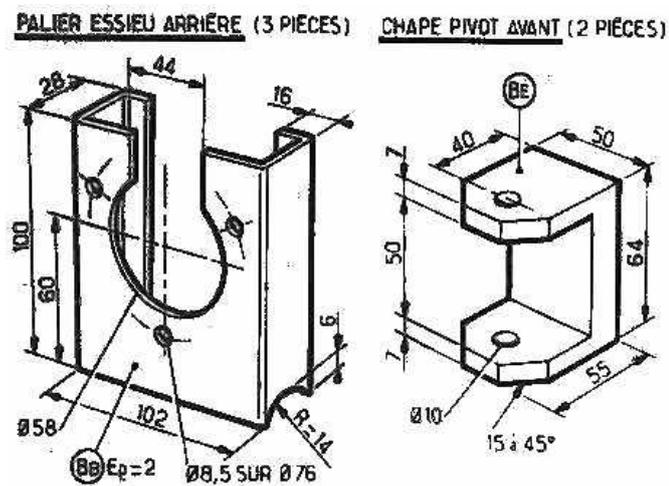


Figura 3.19: Análisis planos de soportes del eje posterior y soportes de las manguetas de dirección.



Figura 3.20: Soportes del Eje Posterior



Figura 3.21: Soportes de la Mordaza de Freno



Figura 3.22: Soldadura de Soportes al Chasis.



Figura 3.23: Alineación del tubo diagonal al Chasis.



Figura 3.24: Soldadura del tubo diagonal al Chasis Cuadro.



Figura 3.25: Soldadura del tubo del Parachoques Posterior.



Figura 3.26: Soldadura de Anclajes del Asiento, Soporte del Volante y Soporte del tanque de Combustible.



Figura 3.27: Chasis terminado Vista Lateral



Figura 3.28: Chasis terminado Vista Superior

Después de haber terminado con la fabricación del chasis se realiza una limpieza de este, eliminando grasa y suciedad producto de la manipulación y del proceso de soldadura, para continuar con el proceso de pintura en color Rojo, el mismo que nos permitirá protegerlo de la corrosión, y le dará Calidad Estética al Proyecto.



Figura 3.29: Pintura del Chasis



Figura 3.30: Proceso de Pintura del Chasis Terminado

3.2. MONTAJE DE LOS COMPONENTES

Es muy importante tener presente en éste capítulo los parámetros de diseño del vehículo Go-kart porque de ésta manera obtendremos su funcionalidad y versatilidad, tratándose de un vehículo de competición de altas prestaciones como lo conocimos en capítulos anteriores vamos con el chasis cuadro perfectamente terminado a realizar el montaje de los diversos sistemas que se unen al chasis ya seleccionados en capítulos anteriores para garantizar el desempeño y maniobrabilidad correctos que se necesitan en éste tipo de vehículos.

3.2.1. MONTAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN

Hay que tomar las siguientes consideraciones para el posicionamiento del motor y del sistema de transmisión como son:

- Centralizar masas de inercia
- Distancias apropiadas
- Centro de gravedad
- Ajuste correcto de bases de motor.

El motor y el sistema de transmisión tienen que estar centrados perfectamente, con las distancias apropiadas para que el conjunto funcione correctamente, ya que éstos sistemas no poseen ningún tipo de templador o tensor, además el motor por norma se ubica en la parte derecha logrando con las alturas del chasis ya especificadas anteriormente darle un centro de gravedad apropiados en conjunto con el peso del piloto.

Luego de esto se procede a montar el sistema de Escape y el de encendido. (Figuras 3.31; 3.32 y 3.33)



Figura 3.31: Posicionamiento del motor y sistema de transmisión



Figura 3.32: Montaje del eje posterior



Figura 3.33: Montaje del sistema de Escape, Sistema de encendido y Sistema de transmisión.

3.2.2. MONTAJE DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

El Sistema de Dirección utilizado será el homologado para éste tipo de vehículos que comprende el volante, la barra de dirección, las varillas de dirección, las manguetas delanteras y las rótulas correspondientes.

Hay que tener en cuenta que ya instalado todo el conjunto se debe proceder a su alineación respectiva.

Tomar en cuenta que para el montaje del Sistema de Dirección se debe además dar la altura respectiva al chasis con unas arandelas colocadas por los soportes de las manguetas.



Figura 3.34: Montaje de la Columna de Dirección

3.2.3. MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS

El Sistema de frenos consta de un cilindro de freno principal que funciona con presión hidráulica, más una mordaza de frenos instalada en la parte posterior con sus respectivas cañerías y el disco de freno que gira en conjunto con el eje posterior, considerar que todo éste sistema se ubique totalmente centrado para que al momento de frenar se comporte de manera óptima sin producir ningún tipo de vibración anormal, luego de instalado el sistema se procede a colocar líquido de frenos y purgar el sistema para que no exista aire en el mismo.

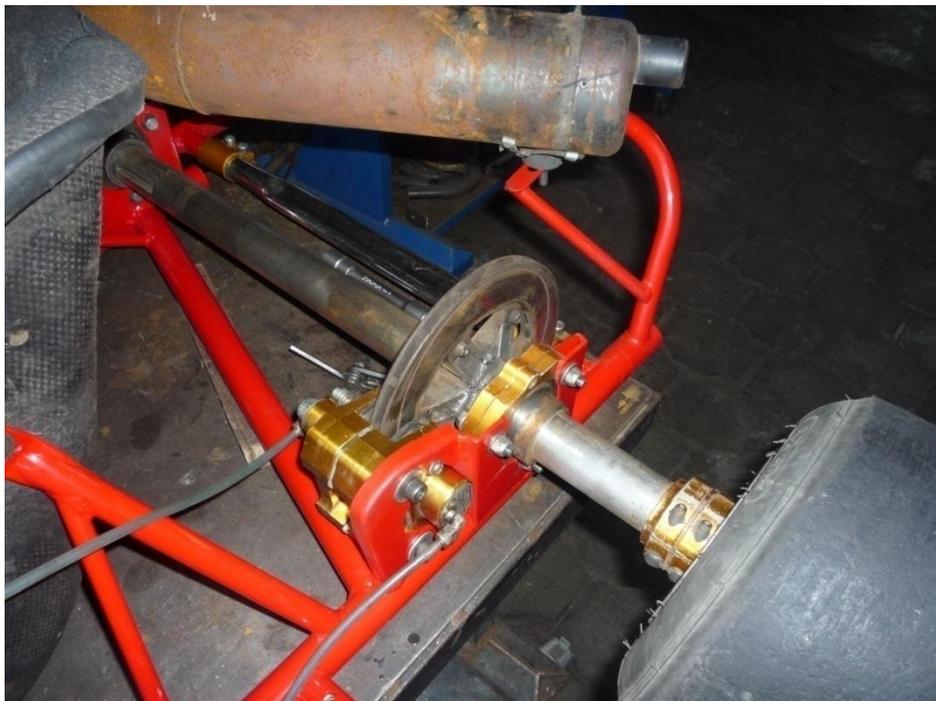


Figura 3.35: Instalación de la mordaza cañerías y disco de frenos

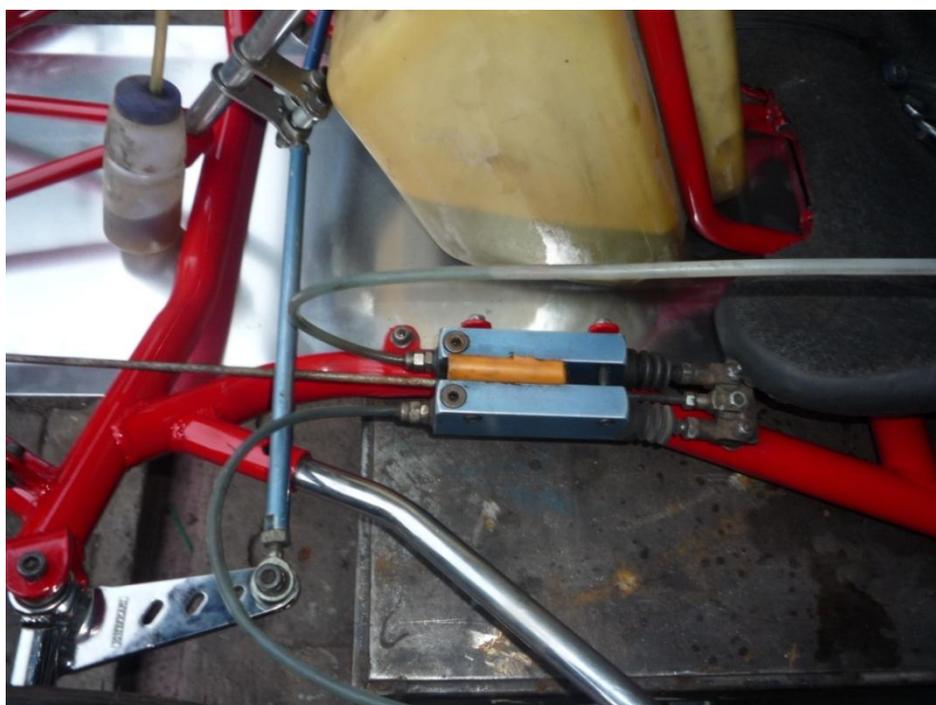


Figura 3.36: Instalación del Cilindro principal de Freno

3.2.4. MONTAJE DE LA SUSPENSIÓN

Por tratarse de vehículos de pista súper rígidos, el Sistema de Suspensión por así llamarlo en éste tipo de vehículos lo conforman los neumáticos, los mismos que dependiendo de la cantidad de aire que éstos poseen varían drásticamente el comportamiento del Go-Kart, es por éste mismo hecho que rigiéndonos al reglamento para éste tipo de vehículos la maniobrabilidad y estabilidad del Go-Kart la lograremos mediante el correcto reglaje y calibraciones que veremos mas adelante.

3.2.5. MONTAJE DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Por la distribución de pesos adecuada para un Go-kart el tanque se sitúa en la parte inferior al volante de dirección equilibrando de ésta manera todo el conjunto.



Figura 3.37: Montaje del tanque de combustible

Para terminar se realiza la bandeja del chasis y se acoplan los elementos faltantes como son los pedales de frenos, cables, neumáticos, etc.



Figura 3.38: Fabricación de la bandeja del chasis



Figura 3.39: Colocación de pedales de freno y acelerador, cables, y guardachoques al Chasis

3.3. AJUSTES Y REGLAJES

Para que el Go-Kart adquiera la funcionalidad adecuada debemos realizar un sinnúmero de calibraciones y reglajes propios de estos diseños, para ello necesitamos trasladar el vehículo al Kartódromo Dos Hemisferios ubicado en la Mitad del Mundo, lugar en el cual podremos además realizar las pruebas necesarias y puesta a punto del Chasis.

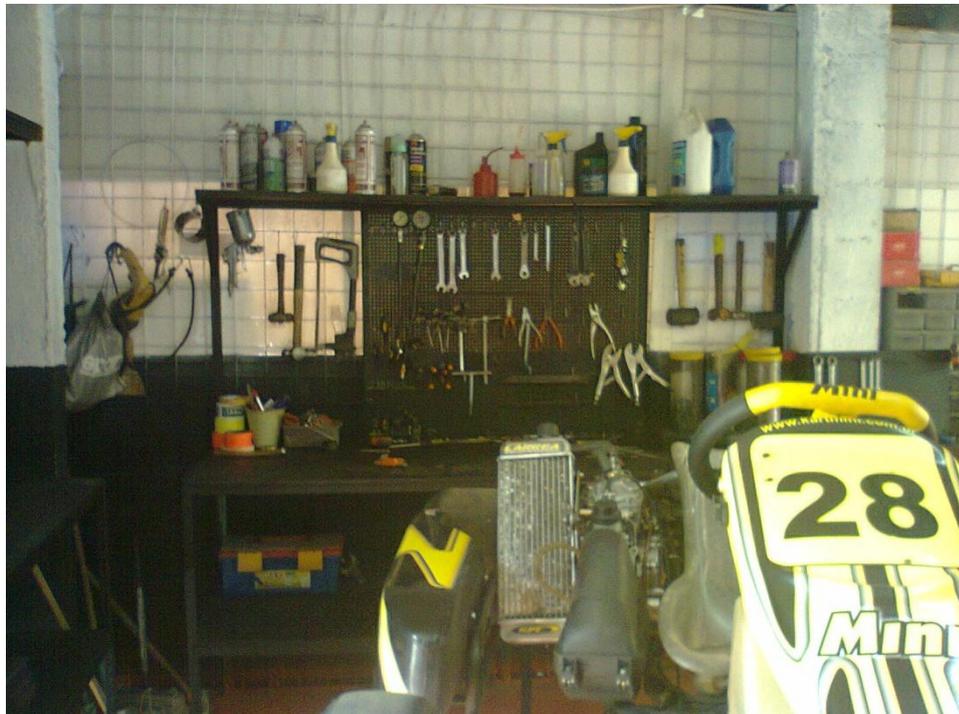


Figura 3.40: Pit de Go-Karts en el Kartódromo Dos Hemisferios de la Mitad del Mundo

3.3.1. DISTANCIA DEL ASIENTO DEL PILOTO

Se toma como referencia a la parte delantera del chasis y debe tener del extremo inferior izquierdo del asiento al tubo frontal del chasis 61cm (referencia con el pedal del freno, parte izquierda), y 62cm del extremo inferior derecho del asiento al tubo frontal del chasis (referencia con el pedal del acelerador, parte derecha), luego se toma la distancia posterior del asiento con referencia al eje de transmisión siendo el valor 23cm, luego se realiza el ajuste del mismo al Chasis.



Figura 3.41: Distancia y ubicación del Asiento del Piloto parte delantera



Figura 3.42: Distancia y ubicación del Asiento del Piloto parte posterior

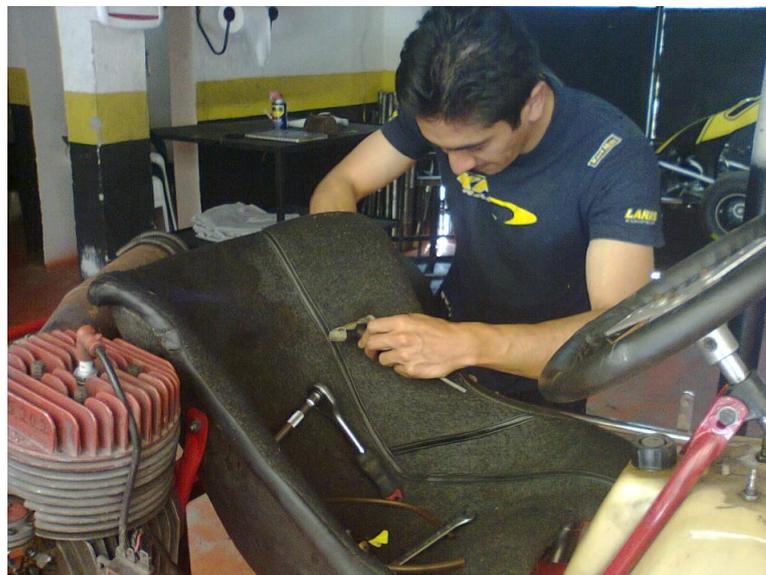


Figura 3.43: Ajuste del Asiento del Piloto

3.3.2. COLOCACIÓN DE ARANDELAS SEPARADORAS

Se ubican por igual numero de lado y lado entre las manguetas y la llanta para darle el ancho de vía al Go-Kart, ubicando normalmente dos por lado de 1cm cada una para lograr una distancia entre llanta y llanta (parte interna) de 82.5cm



Figura 3.44: Colocación de arandelas separadoras

3.3.3. AJUSTE DE LA DIRECCIÓN Y ALINEACIÓN DEL GO-KART

Debe asegurarse bien el sistema de dirección al Chasis revisando siempre que todos los pernos en si tengan el apriete correcto, para éste circuito se ha elegido un camber de 0 y una divergencia de 1mm out.

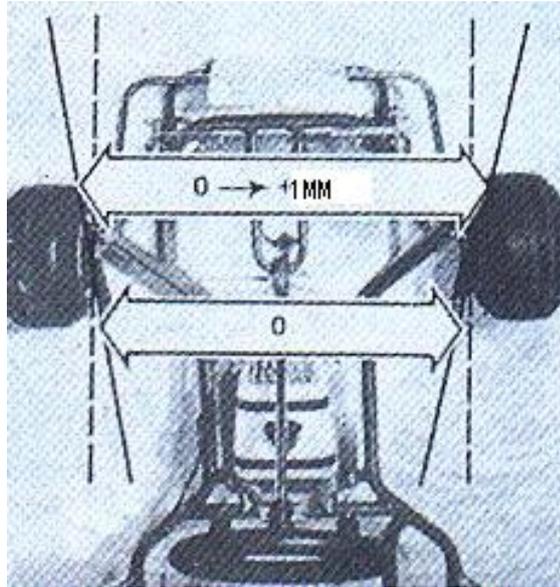


Figura 3.45: Divergencia del Go-Kart



Figura 3.46: Ajuste de la Dirección Go-Kart



Figura 3.47: Máquina Alineadora de rayo laser (nivelación)



Figura 3.48: Sujeción del volante de dirección para la alineación



Figura 3.49: Máquina de alineación encendida



Figura 3.50: Alineación del conjunto mediante el rayo de luz.



Figura 3.51: Sistema de dirección alineado según la calibración inicial

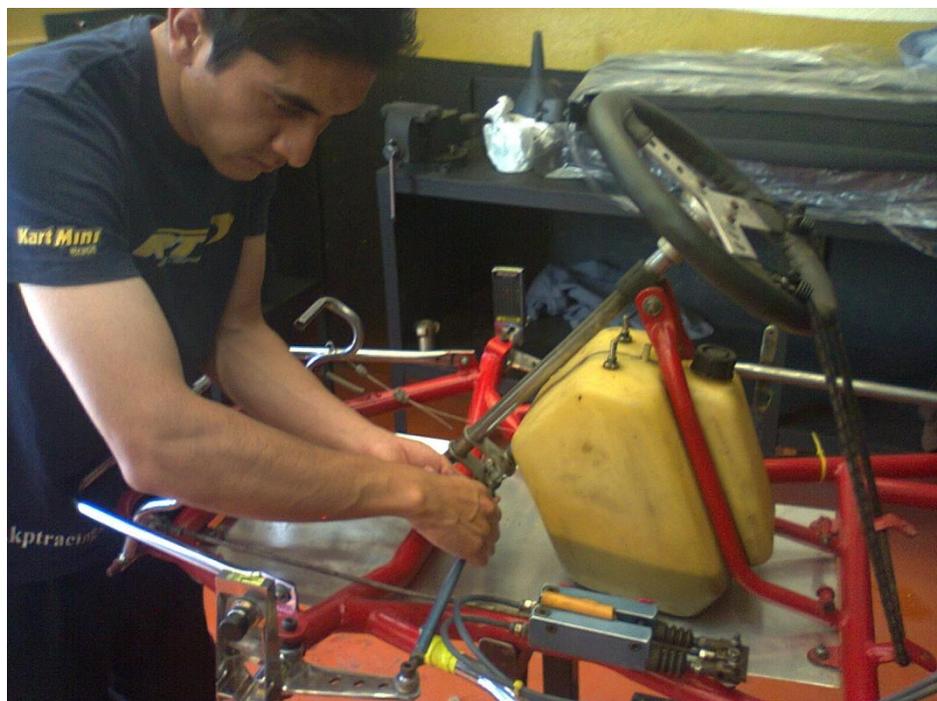


Figura 3.52: Ajuste de todo el Conjunto de Dirección

3.3.4. AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para calibrar el Sistema de transmisión se necesita en primer lugar actuar sobre el eje posterior, para ello se realiza lo siguiente:

- La distancia entre llanta y llanta posterior (TROCHA) debe ser máximo de 140cm.

- Hay que revisar que el eje esté alineado por completo.

- Luego de engrasados los rodamientos del eje se procede a colocarlo y se lo asegura en los soportes que tiene el Chasis, tomando en cuenta su horizontalidad.

- Se debe comprobar que esté paralelo al Chasis de forma que los diferentes puntos del mismo se coloquen a la misma distancia del suelo.

- Debe girar con facilidad sobre sus rodamientos.

- Debe estar perfectamente enclavado al Chasis y en los puntos de rodamiento, para que no sufra desplazamiento lateral en cualquier giro o golpe.



Figura 3.53: Lubricación y colocación del eje Posterior



Figura 3.54: Lubricación y Ajuste de los Soportes del Eje

Luego de realizado el ajuste del eje se centra la estrella de transmisión teniendo en cuenta lo siguiente:

Después de colocarla, el conjunto debe ser alineado con el piñón del motor, para que la cadena trabaje adecuadamente. Una estrella mal alineada ocasiona desgastes importantes en el piñón, corona y cadena pudiendo provocar la salida o rotura de la cadena.

Para alinearla en la manera correcta, primeramente hay que situar el motor en su lugar sobre el Chasis. Apoyar sobre la corona una regla o escuadra teniendo en cuenta que el extremo opuesto debe apoyarse en el borde externo del piñón. Si no está perfectamente alineada, soltando el tornillo del porta estrella se logra desplazar el conjunto sobre el eje, de forma que la alineación sea la correcta, a

continuación se gira el eje un tercio de vuelta y se vuelve a comprobar, logrando así dejar alineado todo el conjunto.



Figura 3.55: Alineación de la estrella de Transmisión

3.3.5. AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS

Para que el sistema de frenos funcione correctamente se debe realizar lo siguiente:

-Se debe conseguir una separación de alrededor de 1,5 mm, entre cada una de las pastillas y el disco de freno en situación de reposo.

-Comprobar, al girar el eje, que la separación sea consistente durante el giro entre las pastillas y el disco de freno.

-El disco de freno debe estar centrado entre las pastillas, para ello hay que aflojar el tornillo de sujeción del porta disco al eje y desplazar el disco de freno hasta su posición adecuada.

-Se debe comprobar el recorrido de las pastillas y la holgura del pedal al accionar el freno. La holgura o recorrido del pedal se ajusta por medio de la longitud y posición de la varilla de accionamiento de la bomba hidráulica.

-Es preciso comprobar que no existan burbujas de aire en los conductos del freno, para ello hay que purgar el circuito.

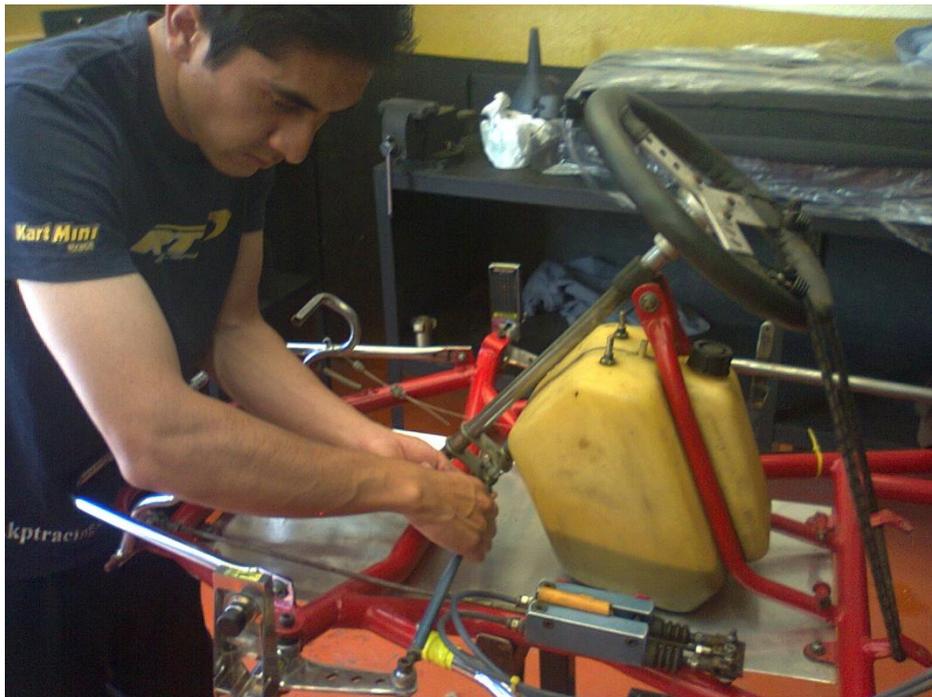


Figura 3.56: Ajuste y Calibración del Sistema de Frenos

3.3.6. AJUSTE Y AFINACIÓN DEL MOTOR

Para obtener un buen rendimiento del motor el sistema de alimentación (carburador) debe suministrar la cantidad correcta de mezcla en altas y bajas revoluciones para ello es necesario que no existan entradas de aire en el circuito de alimentación que todo esté hermético y que la aleta de aire de nuestro tipo de carburador esté diagonal al plano cuando se acelere a fondo.

La mezcla del combustible será con aceite para motores de dos tiempos exclusivo para éste tipo de motores, siendo la cantidad idónea en nuestro medio de la siguiente relación:

Por cada galón de combustible se mezclarán con 6onzas de lubricante.

Luego de haber instalado todos los conductos de paso de combustible, con la mezcla lista se coloca un poco de la misma en la culata del motor, retirando la bujía de ignición para que el mismo no tenga inconvenientes de falta de combustible en el arranque y el resto se vierte en el tanque de combustible.

Luego se hace girar el motor manualmente para que este encienda y se lo estabiliza al en el banco de trabajo. Para apagarlo se hala del pedal del freno con la mano de manera rápida.

La afinación se la consigue haciendo girar al Go-Kart en la pista, moviendo al mismo tiempo las agujas de aire y combustible notando que el motor trabaje en altas y bajas revoluciones de manera idónea. Al momento de mantener el acelerador y cuando se sale de una curva y se presiona el pedal del acelerador a fondo se debe notar que el motor adquiere revoluciones rápidamente y lo hace de una manera progresiva y sin fallar.



Figura 3.57: Colocación del condensador del aceite



Figura 3.58: Colocación del conducto de alimentación principal de la mezcla



Figura 3.59: Afinación de la mezcla del combustible y el lubricante



Figura 3.60: Colocación de mezcla al Motor

3.3.7. PRESIÓN DE INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS

Una vez realizado todo el proceso anteriormente descrito por último se comprueba la presión de aire de los neumáticos, los mismos que por tener diferente medida entre delanteros y posteriores, tienen diferente presión de inflado. Para éste circuito normalmente y con una temperatura ambiental de 22 grados centígrados la presión de inflado será:

Neumáticos Posteriores: 14lb/plg²

Neumáticos Delanteros: 12lb/plg²



Figura 3.61: Revisión de la Presión de Aire de los Neumáticos

3.3.8. COLOCACIÓN DE LOS GUARDACHOQUES DEL GO-KART

Se da por concluido el Proyecto en lo concerniente a su Construcción, Montaje, Ajustes y Calibración del Go-Kart, al colocar los guardachoques delantero, posterior y los dos guardachoques laterales, para luego realizar las pruebas respectivas de maniobrabilidad, aceleración y frenado a Máxima Velocidad.



Figura 3.62: Colocación de los protectores plásticos



Figura 3.63: Finalización del Proyecto de Construcción, Montaje, Ajustes y Calibración del Go-Kart

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. PRUEBAS DE CAMPO

Con la finalización de los procesos de fabricación del Chasis y el Montaje de todos los elementos que tiene el Go-Kart, se procedió a realizar las pruebas de campo correspondientes, con el fin de evaluar el desenvolvimiento del Chasis en condiciones reales de funcionamiento.

Las pruebas de campo se realizaron en la pista del QKC (Quito Karting Club), Circuito dos Hemisferios con el fin de probar el funcionamiento del Go-Kart, realizando las mismas en condiciones normales (calentamiento de neumáticos, revisión de radio de giro del vehículo, afinación de la carburación en pista y prueba del sistema de frenos), analizando de ésta manera su comportamiento para luego seguir con las pruebas más severas de manejo deportivo a altas velocidades, frenadas extremas, tomando con la mayor velocidad posible las curvas y comprobando su comportamiento en éste tipo de condiciones, obteniendo de ésta manera una conclusión final del performance del chasis.

Las primeras pruebas arrojaron los siguientes resultados:

Estabilidad

-Totalmente estable en rectas y curvas.

Maniobrabilidad

-Maniobrable a las exigencias de velocidad del circuito.

Suspensión

-Totalmente rígido, aplicable de manera excelente para éste tipo de vehículos.

Frenos

-El sistema de frenos cumple de manera óptima su función teniendo un frenado de respuesta de pedal apropiado.

Dirección

-El sistema de dirección funciona de manera aceptable, (hay que variar un poco la convergencia del vehículo) retomando la posición original del volante después de tomar una curva sin presentar vibraciones en el sistema de dirección

salvo las normales que se sienten por las irregularidades del asfalto y la suciedad de la pista.

Motor

-El motor tiene un inconveniente por las exigencias extremas a las que el Go-Kart fue sometido, rompiéndose por las altas revoluciones la falda de el pistón del motor, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 4.1: Falda del Pistón rota, producto de las altas revoluciones alcanzadas en la afinación del motor

Realizadas las pruebas concernientes para éste vehículo, se analizaron los resultados, y se dieron soluciones a los mismos dos inconvenientes suscitados, corrigiendo el problema de dirección y el más grave, el del motor.

De ésta manera se vuelve a realizar una segunda prueba de manejo y fiabilidad mecánica similar a la primera, exigiendo al máximo el Go-Kart obteniendo los siguientes resultados:

-El chasis se comportó de manera óptima en todas las situaciones de manejo.

-Los sistemas de dirección, frenos, transmisión y motor no presentaron ninguna novedad.

-Se realizaron 20 giros al circuito a máxima potencia y no hubo ningún inconveniente, demostrando que el diseño del Chasis del Vehículo así como todos sus elementos mecánicos seleccionados, montados y calibrados al mismo están perfectamente alineados y ajustados para éste tipo de modalidad de manejo que son las altas velocidades en rectas y curvas.

-El mejor tiempo que se promedio en esta prueba estuvo en 49.750 s demostrando de ésta manera que es un valor aceptable para éste circuito.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Es imprescindible tener muy en claro cual de los componentes esta soportando a los dispositivos mecánicos, el chasis es el componente que sujeta todos estos dispositivos; el motor, el sistema de transmisión, sistema de frenos, etc. La selección del tipo de material así como el proceso de fabricación del Chasis deben ser lo más adecuados para que el funcionamiento del Go-kart y su Seguridad estén garantizados.

Los componentes seleccionados para éste tipo de Chasis dan como resultado las siguientes conclusiones:

-El motor con su potencia se desempeña de manera óptima en éste tipo de Chasis, por ser un motor calificado por la CIK /FIA el mismo que con una calibración correcta entrega toda su potencia en altas y bajas revoluciones.

-El Sistema de Transmisión le permite con su relación para este tipo de circuito ser rápido en todas las curvas del mismo, además de no penalizar velocidad final en la recta principal, tomar en cuenta que en éste tipo de vehículos

la relación de transmisión cumple un papel fundamental en obtener buenos tiempos en la pista.

-El Sistema de Dirección demuestra que el Go-Kart es ágil y versátil en cualquier tipo de curva, obteniendo una respuesta inmediata a las del piloto, obteniendo un vehículo confiable al momento de tomar una curva del trazado.

-El Sistema de Frenos brinda total seguridad y respuesta inmediata al frenado permitiendo de ésta manera proteger la vida del ocupante ante una frenada de emergencia y cumpliendo de excelente manera su función para lograr reducir la velocidad cuando el Go-Kart lo amerita.

-El software SolidWorks es una herramienta computacional práctica para el análisis estructural de figuras y partes complejas de diseño como un chasis de Go-Kart, parte elemental de el proyecto, éste programa en conjunto nos facilita obtener y analizar resultados mediante diagramas de momentos, fuerzas, esfuerzos de corte, reacciones, eficiencias, etc y simulaciones de movimientos y deformaciones con el objetivo de optimizar el análisis de un determinado diseño y aumentar de manera mas versátil la productividad de un profesional o de una empresa de diseño mecánico.

-La pruebas de campo son la manera más concreta y real de comprobar la eficiencia del Chasis diseñado en cualquier tipo de software, los resultados que se obtienen al realizar éstas pruebas nos permiten de mejor manera evaluar y determinar los problemas que se podrían presentar cuando se logra cristalizar el diseño de los planos en algo real, en definitiva son el complemento del análisis de

cargas y esfuerzos al que el diseño fue sometido en el Software y de ésta manera queda comprobado totalmente el proyecto en cuestión.

5.2. RECOMENDACIONES

-Al Realizar un proyecto de éste tipo se debe tomar en cuenta todas las medidas necesarias para que el resultado final sea el esperado, todos los análisis de cargas, esfuerzos y simulaciones deben estar ajustados a lo que el proyecto requiera.

-Recomiendo para realizar este tipo de proyectos tener el conocimiento científico necesario para poder interpretar los resultados que el Software nos arroje y de ésta manera poder aplicarlos de manera correcta en la construcción de éste proyecto.

-Se recomienda la utilización del Software SolidWorks, CosmosWorks y CosmosMotion en las empresas que fabrican este tipo de estructuras como son: rollbar, buggy's de competencia, Go-Karts, barras antivuelco, barras de tiro, etc, como es el caso de la Mecánica **DISCOMEC** donde se realizó la construcción del chasis, siendo ésta una empresa reconocida en éste tipo de diseños es necesario utilizar éste tipo de Software para obtener trabajos de mas alta calidad, fiabilidad y seguridad.

-Se recomienda tener conocimientos básicos acerca del funcionamiento de los diferentes elementos que van a ser acoplados al chasis, su posicionamiento y su calibración para de ésta manera conseguir seguridad, fiabilidad, y vida útil de los mismos.

-Se recomienda de manera especial utilizar un proceso de soldadura adecuado, el mismo que garantice al máximo la resistencia de todo el conjunto del diseño, y obtener la asesoría de una persona calificada para realizar estos procesos.

-Las pruebas de campo deben realizarse de manera cauta y segura para evitar cualquier tipo de accidentes, se deben realizar con mas exigencia pero de manera progresiva, ya que la fabricación de este tipo de estructuras deben someterse a todo tipo de pruebas de conducción tomando en cuenta primero la estabilidad, maniobrabilidad, frenos, suspensión, etc y luego la conducción deportiva en si para evitar cualquier desgracia que lamentar.

BIBLIOGRAFÍA

- CROUSE, William. “Chasis y Carrocerías del automóvil”**
- Manual de SolidWorks.**
- SHIGLEY, Joseph Edward. “Diseño de Ingeniería Mecánica”**
- MOTT, Robert. “Diseño de Elementos de Máquinas”. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. Segunda Edición 1992.**

Páginas de Internet Consultadas

- <http://www.globalkart.es>**
- <http://www.cikfia.com>**
- <http://www.kartbuilding.net>**
- <http://www.hasse.com>**
- <http://www.tonykart.com>**
- <http://www.monografias.com>**