



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y CARROCERÍA DE UN VEHÍCULO PROTOTIPO
BIPLAZA TIPO ROADSTER**

AUTORES: ANTONIO ISRAEL LEÓN ALVEAR

**CRISTIAN GEOVANNY SILVA
CALVOPÍÑA**

**DIRECTOR: ING. EURO MENA
CODIRECTOR: ING. MAURICIO CRUZ**

► PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Construir vehículos
de alta gama de
fabricación nacional



Busca cumplir con
la nueva matriz
productiva



Convertirnos en
productores de
vehículos de
combustión interna

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir el bastidor y carrocería de un vehículo prototipo biplaza tipo roadster para la promoción del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Analizar los parámetros para el diseño y construcción del bastidor y carrocería de un vehículo prototipo biplaza tipo roadster con materiales no convencionales.

Analizar que no existan puntos críticos de fatiga y ruptura que pueden presentarse en el bastidor del prototipo.

Diseño y construcción del bastidor y carrocería del prototipo

METAS

Establecer dimensiones,
normativas y materiales

Realizar el respectivo
diseño y análisis

Elaborar el bastidor y
carrocería

Desarrollar las pruebas
del comportamiento

HIPÓTESIS

Es viable diseñar y construir el bastidor y carrocería de un vehículo prototipo biplaza tipo roadster

```
graph TD; A[VARIABLES] --- B[DEPENDIENTE]; A --- C[INDEPENDIENTE]
```

VARIABLES

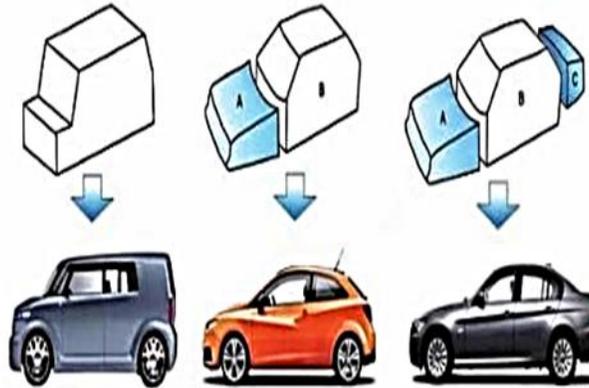
DEPENDIENTE

INDEPENDIENTE

FACTORES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y CARROCERÍA

Dimensiones del Bastidor y Carrocería

Según la
distribución de
espacios



Según su forma



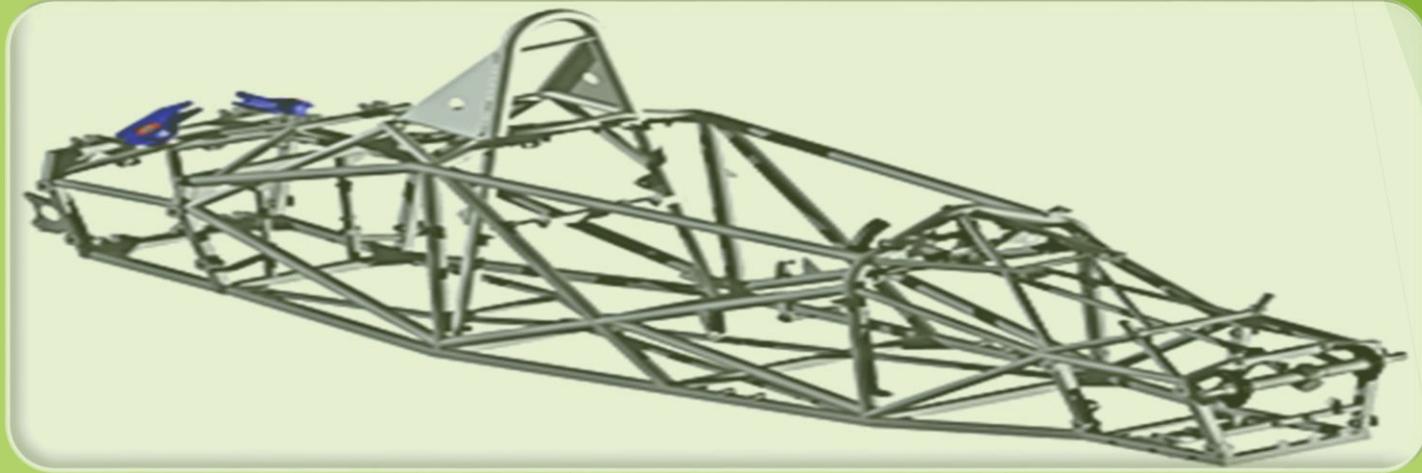
Vehículo Industrial.

Vehículo Especial.



Vehículo de Turismo.

BASTIDOR



**Bastidor
tubular
biplaza**

Ancho: 1373.7 mm

Longitud: 2987 mm

Altura: 933.7 mm

Distancia al piso:
100 mm

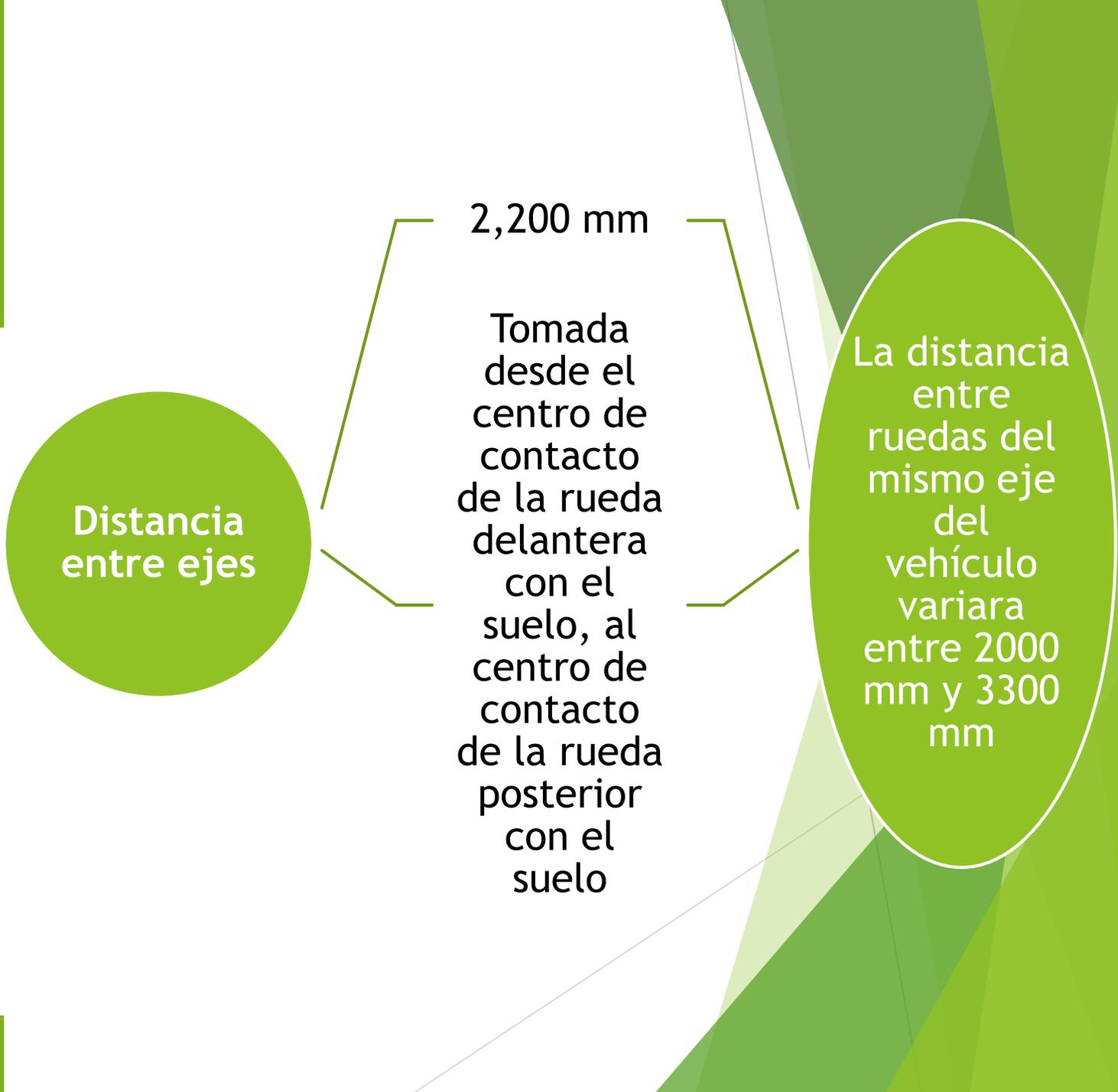
Ligereza

Costos

Rigidez

ESPACIO

<p>La facilidad de acceso a las partes mecánicas</p>	<p>El espacio destinado a los ocupantes del vehículo</p>	<p>La línea de visión del piloto</p>
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	--------------------------------------



Carrocería y Estilo

Nuestro diseño está proyectado como una carrocería del tipo Vehículo de Turismo Urbano 2 Volúmenes

Se tomó consideraciones acordes a las leyes de tránsito actuales en el país, ya que los automóviles no pueden exceder la velocidad máxima de 50 Km/h en la zona urbana y 100 Km/h en carreteras



el vehículo a parte de poseer ruedas descubiertas, la carrocería a diseñar y construir cumple las siguientes características

Volumen mínimo.
Fácil conducción.

Espacio interior ergonómico.
Bajo consumo energético.



Aerodinámica

Estudia el comportamiento de los fluidos, su importancia radica en la necesidad de predecir su comportamiento cuando hay cuerpos inmersos en ellos

Está presente en automóviles modernos, camiones y vehículos de competición, porque contribuyen a todas las cargas generadas, afectando al manejo y consumo de combustible del vehículo

Líneas de Corriente

Flujo unido: Las líneas de corriente siguen la forma del cuerpo cuando estas pasan cerca de la superficie sólida.

Flujo separado: El flujo de aire no sigue la superficie del cuerpo, por lo que en la parte posterior sería inestable.



Distribución de Presión en el Vehículo

Los flujos de aire actúan de acuerdo a la forma del cuerpo del vehículo, en la parte frontal buscando que este recorra el capot o en los costados en la región de baja presión en la zona posterior, combinándose con el flujo del techo con lo cual formara vértices detrás del vehículo

La superficie idónea de la carrocería será aquella que conserve un flujo laminar de aire en toda la superficie, evitando de esta forma algún tipo de turbulencia.



Fuerzas Aerodinámicas

Las fuerzas que actúan sobre el vehículo son la presión sobre la superficie del vehículo y la fricción que actúa paralela a la superficie del vehículo.

la fuerza lateral es indispensable en caso de vientos fuertes cruzados

Ergonomía de los ocupantes del vehículo

La inclinación de los asientos deberá estar dentro de un rango de 20 a 30 grados

El ángulo deberá ser mayor a 90 grados en relación al plano horizontal de la parte baja del vehículo, logrando con esto que la presión sobre la columna vertical disminuya



Representación del 95 percentil

El 95 % de los hombres es de tamaño menor que este modelo de vehículo y que solo un 5% tiene mayor tamaño el 95 % de los hombres es de tamaño menor que este modelo de vehículo y que solo un 5% tiene mayor tamaño

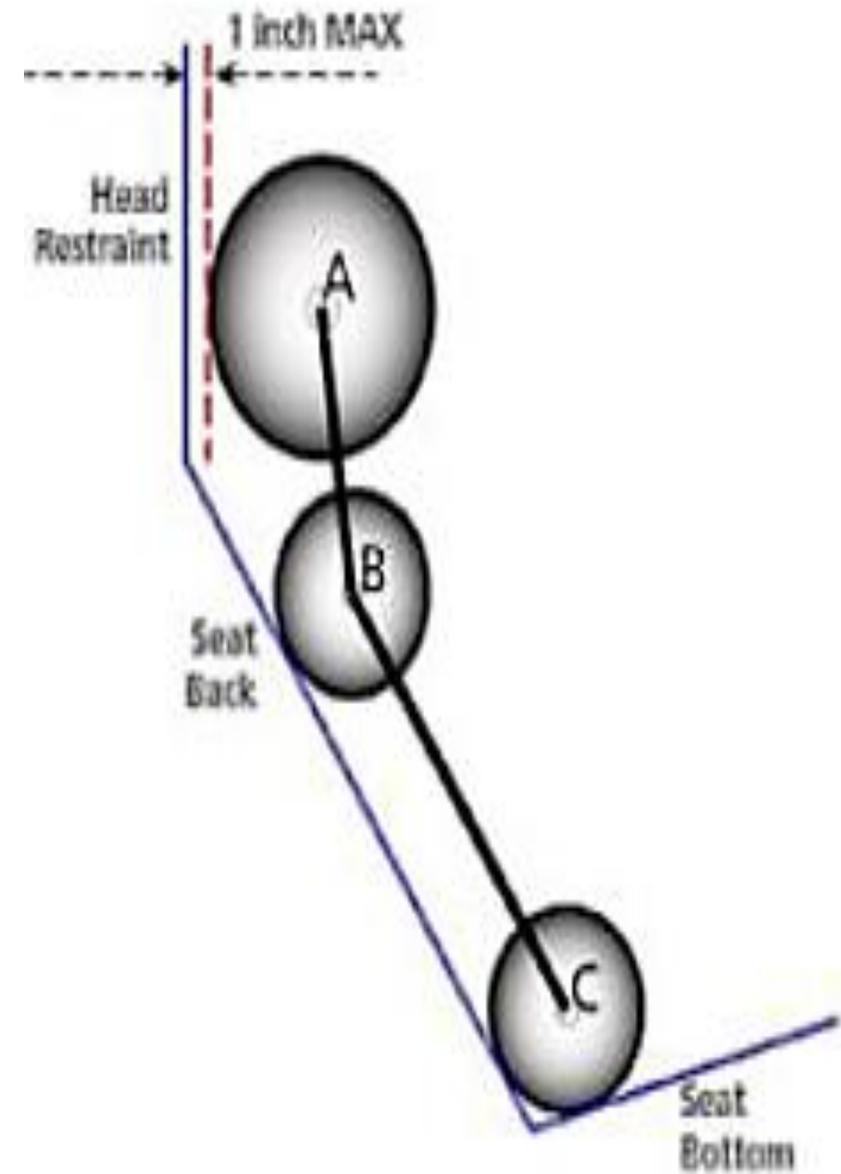
Círculo A = Cabeza - 300 mm de diámetro

Círculo B = Hombros - 200 mm de diámetro

Círculo C = Cintura y Glúteos - 200 mm de diámetro

Línea A-B = 280 mm de centro a centro

Línea B-C = 490 mm de centro a centro



Análisis estático del bastidor y carrocería

Análisis en la mampara delantera

Análisis en el arco frontal

Análisis en los arcos principales

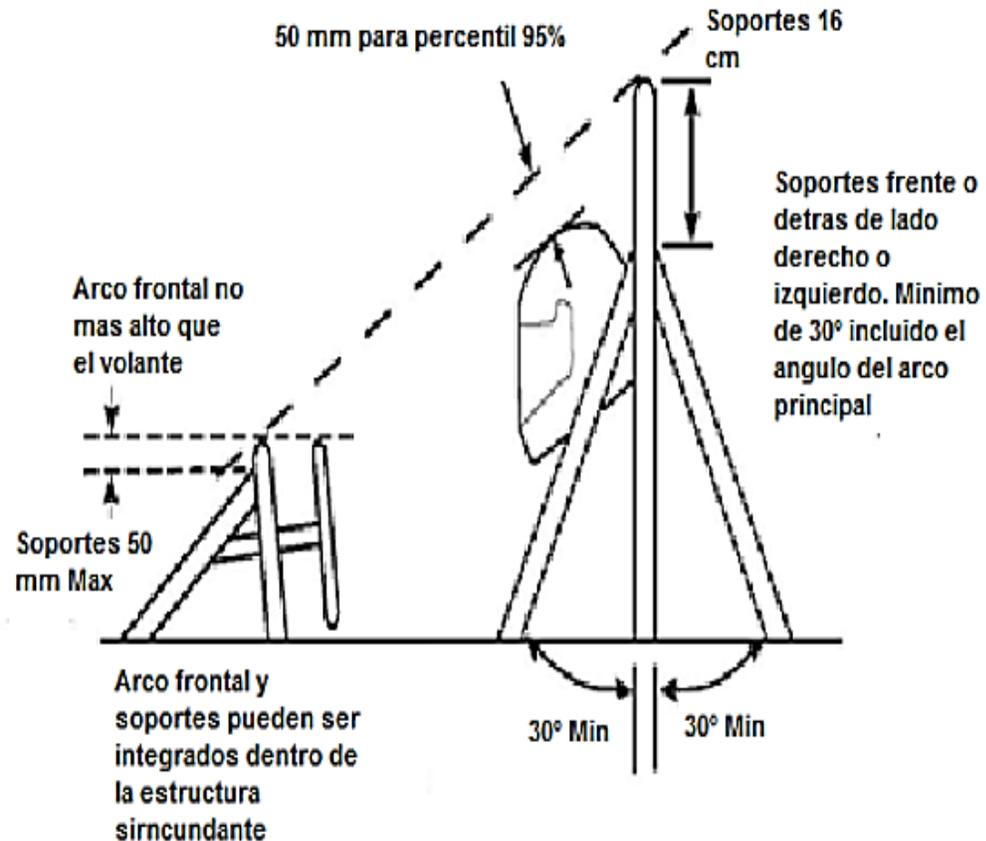
Análisis en la protección lateral

Análisis de deformación vertical del bastidor

Análisis de la seguridad activa y pasiva

Debe incluir arcos de seguridad que son una protección superior y un atenuador de impacto, y estructuras contra impacto laterales

1. Barra antivuelco



a. Arco principal

Debe ser construido con un segmento de tubo de una sola pieza, sin cortes y soldaduras como los indicados en los requerimientos mínimos de materiales

b. Arco frontal

Debe ser construido por una sección de tubo cerrado como los indicados en los requerimientos mínimos de materiales

Soportes de los arcos

Del arco principal.

Será soportado por dos elementos por lado, el soporte frontal se extiende desde la parte más alta del arco principal hacia el arco frontal, podrá tener máximo una curva para dar más espacio al conductor. El soporte posterior se extiende desde la parte más alta del arco principal hacia el bastidor.

Arco frontal

Protegen a las piernas de los ocupantes del vehículo, a su vez estos llegaran hasta la estructura que protege los pies de los mismos.

Estructura de impacto frontal

Protecciones laterales

DISEÑO DEL BASTIDOR Y CARROCERÍA

Tomamos los lineamientos principales como son el ancho, largo y alto del vehículo, y demás medidas, estableciendo así los parámetros idóneos de construcción del bastidor



motor

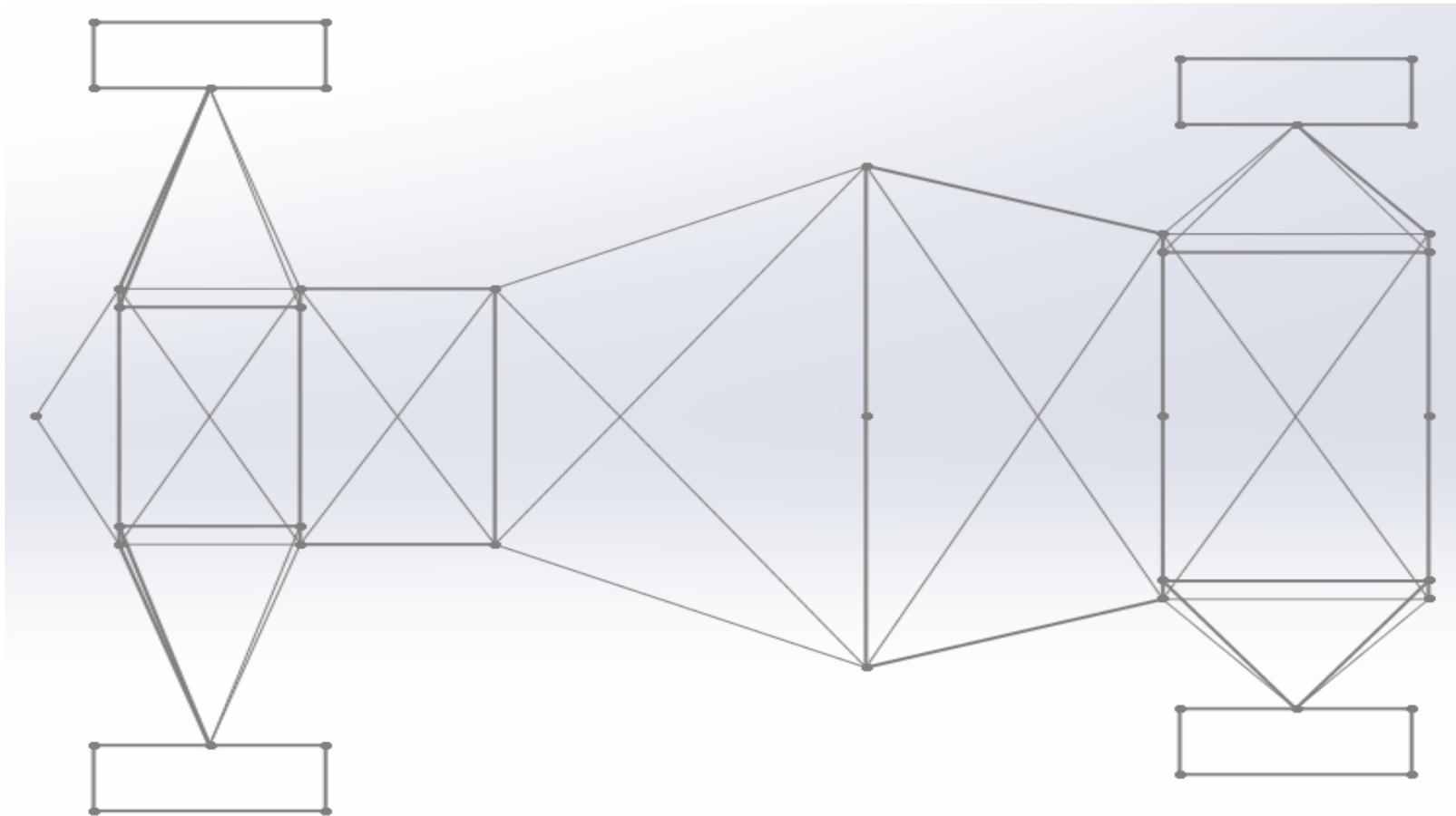
dirección

frenos

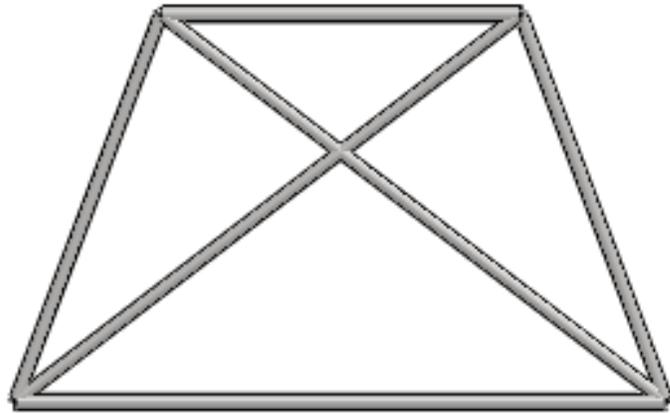
suspensión

tren de potencia

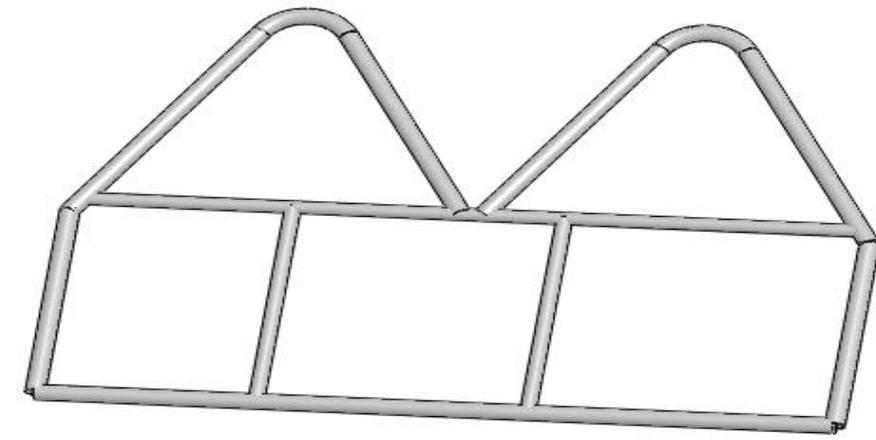
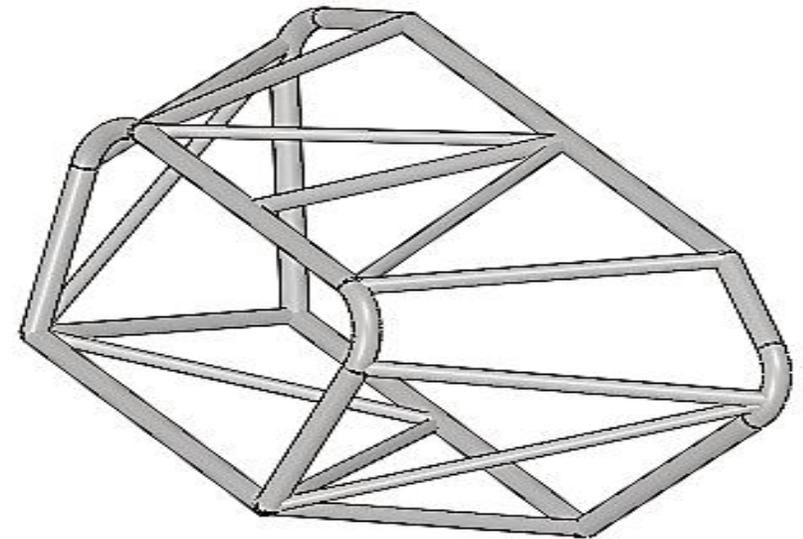
Bosquejo del vehículo prototipo



Iniciamos el modelado del bastidor del vehículo en el software de diseño (Solidworks 2015, versión estudiantil), trazando así la base principal del bastidor con las dimensiones idóneas para la cabina de los ocupantes del vehículo

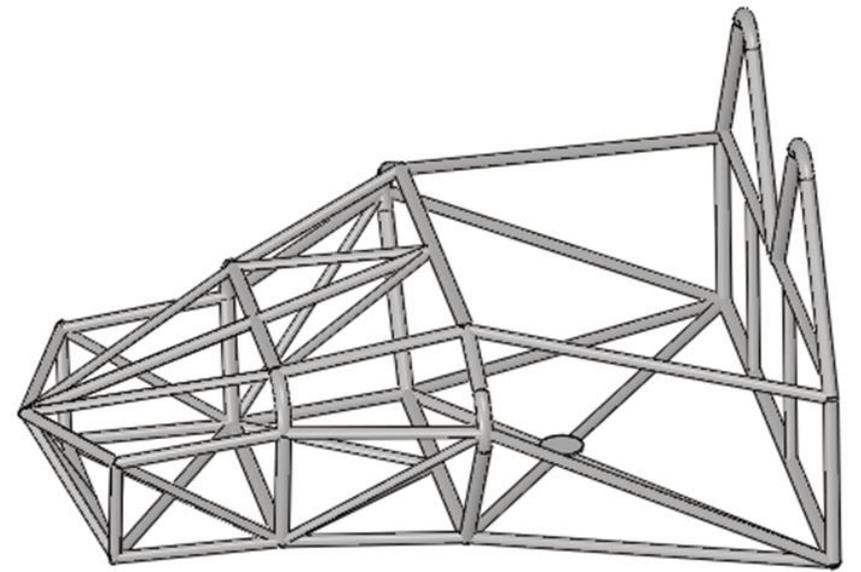
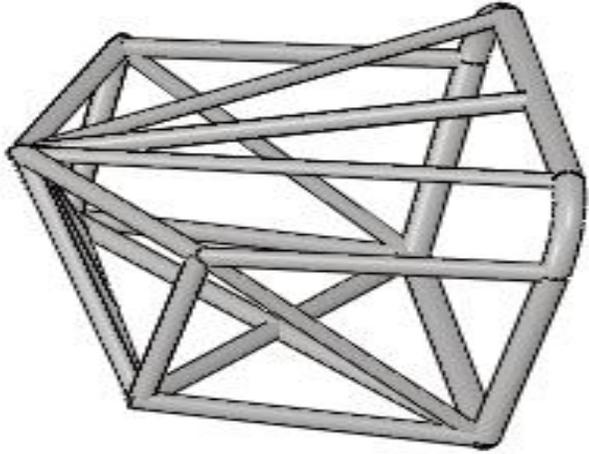


Modelamos el arco frontal y el arco de seguridad con sus respectivas bases y refuerzos



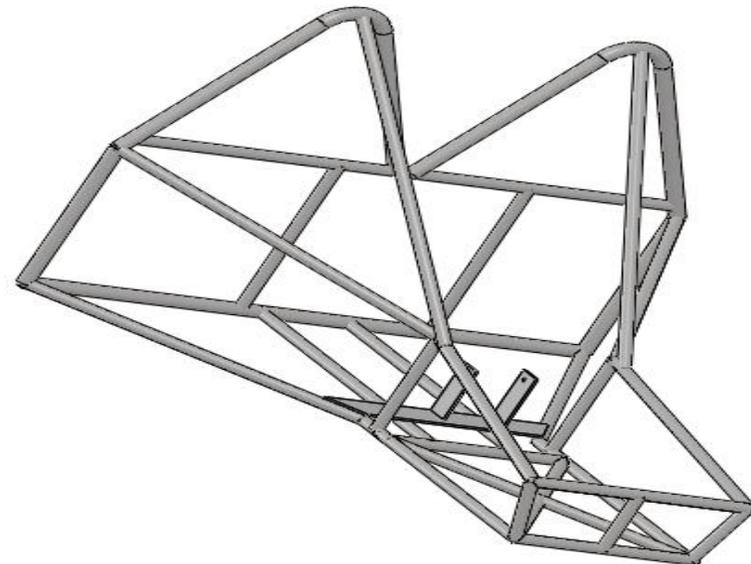
Luego se modeló los arcos principales con sus respectivos refuerzos

Modelamos la mampara delantera del bastidor con su respectiva base al igual que sus refuerzos

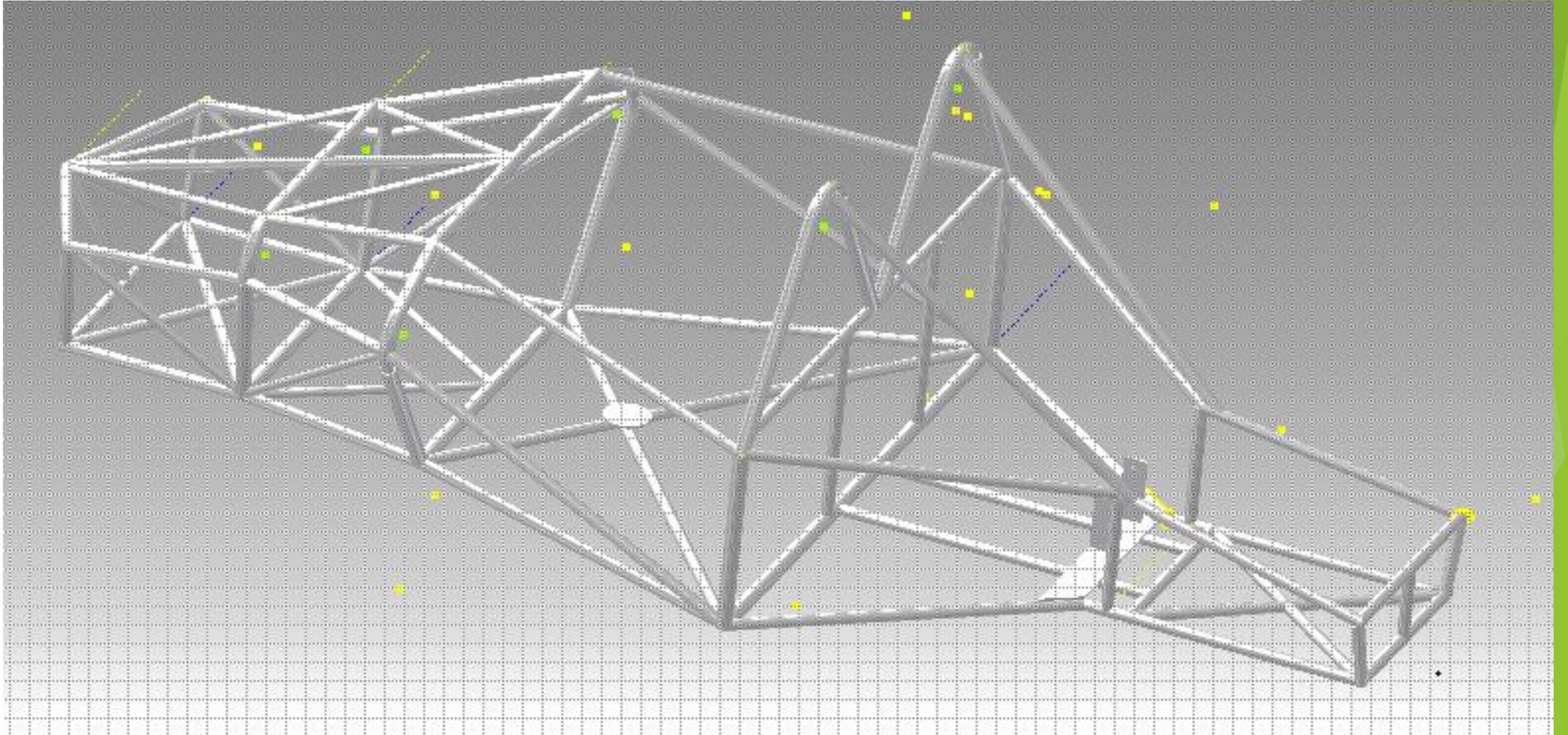


Se modeló el habitáculo de los ocupantes del vehículo

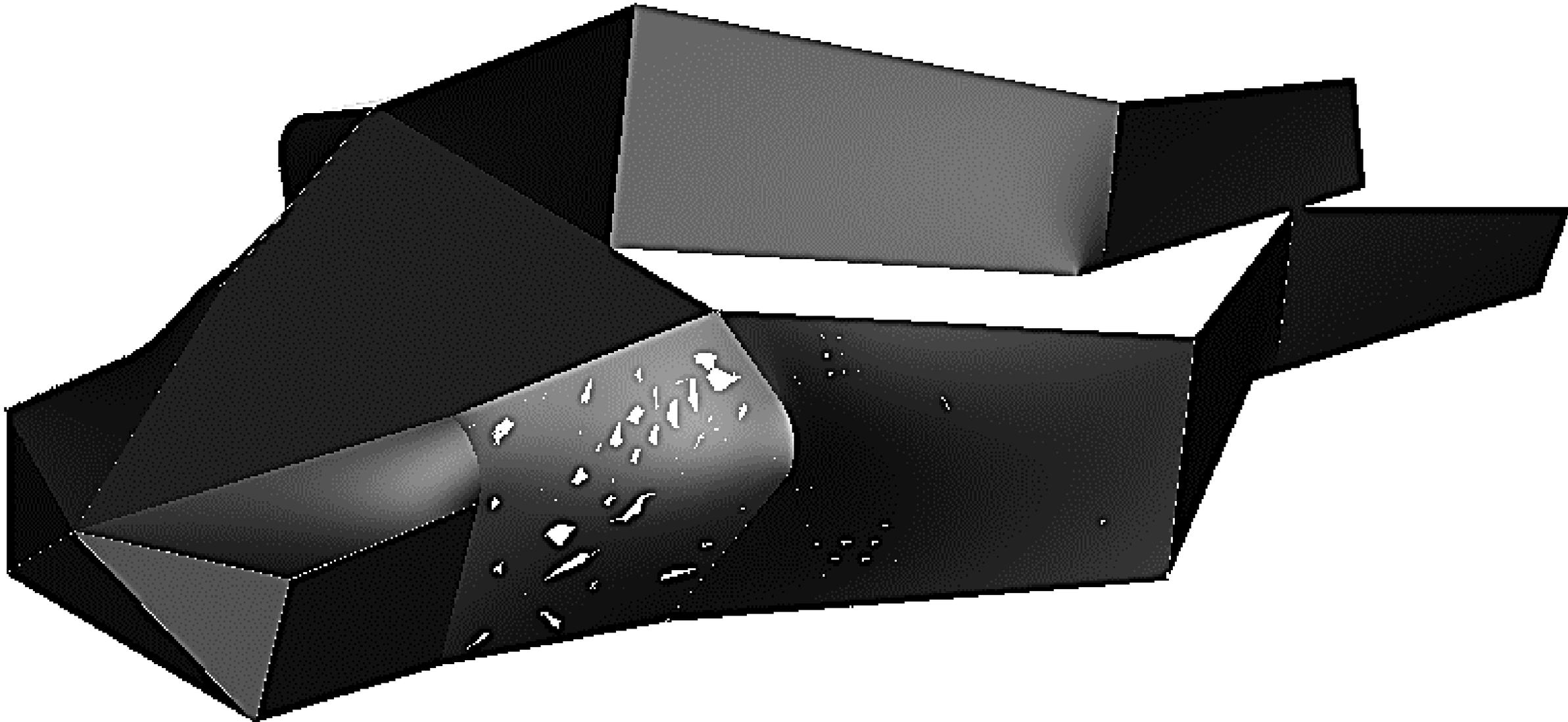
Del mismo modo se elaboró el modelo de la parte posterior del bastidor con las respectivas bases



Finalmente se obtuvo el modelo completo del bastidor del vehículo en el software de diseño (Solidworks 2015, versión estudiantil) con sus respectivos refuerzos y en base al diseño previsto.



Se obtuvo el modelo completo de la carrocería del vehículo prototipo en el software de diseño (Solidworks 2015, versión estudiantil) en base al diseño previsto.



Análisis Estático del bastidor

Reglamento de Formula SAE 2014

Nos da una referencia fiable de las cargas primordiales que actúan sobre cada elemento principal de nuestro bastidor

Estudio y simulación en la mampara delantera

Con el bastidor modelado en el software se procede a ejecutar el estudio y simulación en un software CAE

Se debe efectuar el mallado, en esta fase el software hace un reconocimiento meticuloso de la estructura para conocer errores en el diseño, que puedan dañar la simulación

Se procede a ubicar los puntos de apoyo fijos, estos se sitúan en las bases de las mesas de suspensión delantera como posterior

Se coloca las cargas en la mampara delantera, en el punto que recomienda el reglamento de la Formula SAE:



Se procede a concluir la simulación, y obtenemos valores máximos y mínimos de presión en el bastidor.

B: Mampara Fx: 0N Fy: -150KN Fz: 0N

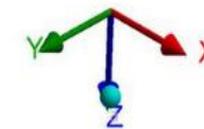
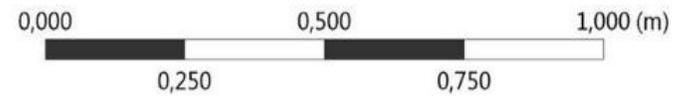
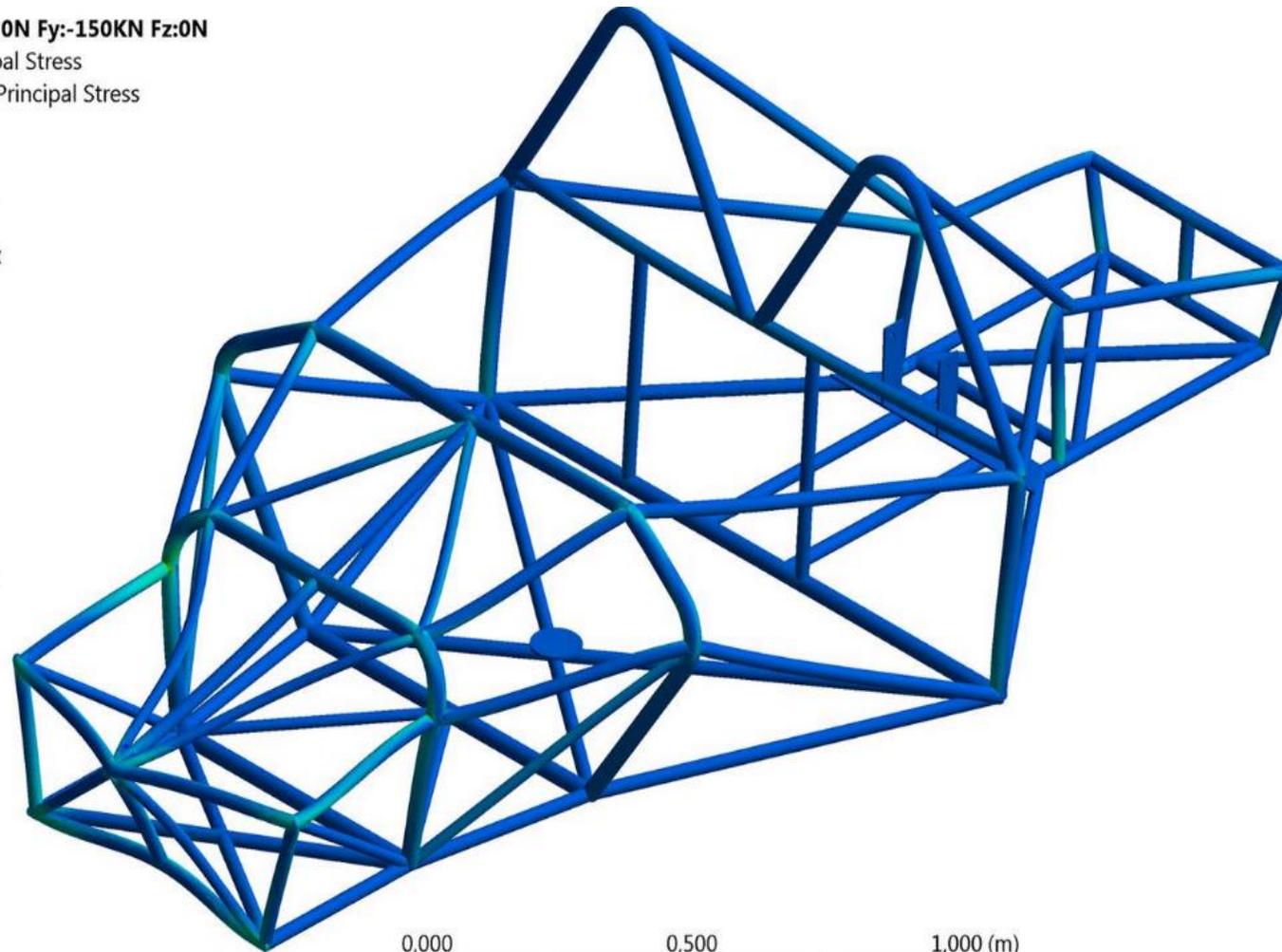
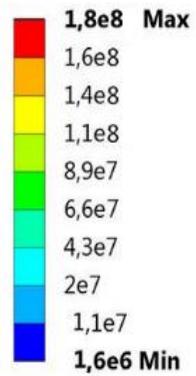
Maximum Principal Stress

Type: Maximum Principal Stress

Unit: Pa

Time: 7,e-004

15/01/2016 0:06



El esfuerzo máximo obtenido se compara con el límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II

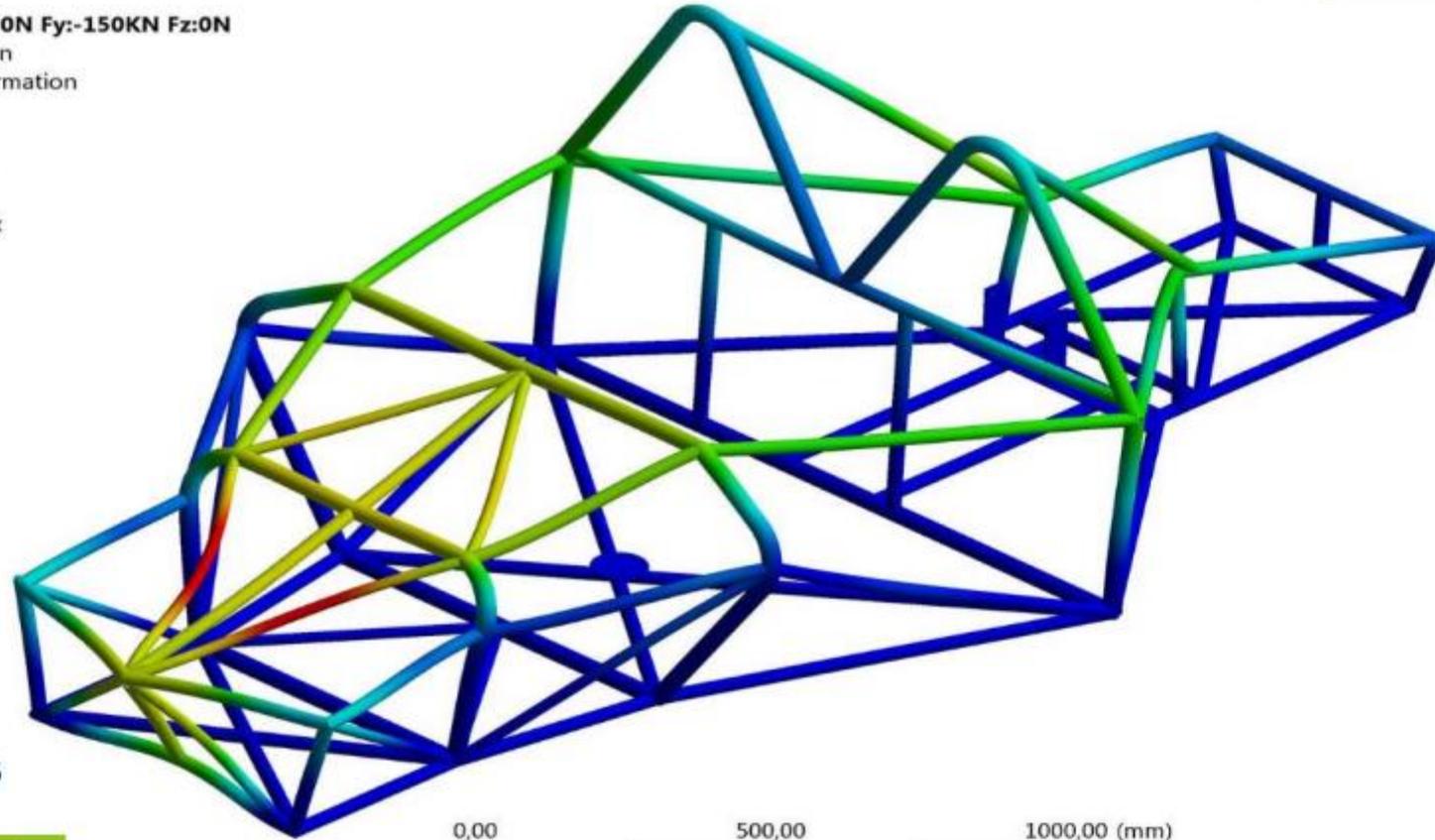
Comparación de valores de esfuerzo del material

Límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II	195 MPa
Esfuerzo máximo obtenido en la simulación	180 MPa

B: Mampara Fx: 0N Fy:-150KN Fz:0N
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 7,e-004
15/01/2016 0:04

Deformación máxima

7,317 Max
7,17
7,024
6,878
5,732
4,585
3,439
3,293
2,1463
0 Min



Comparación de deformaciones

Deformación máxima permitida	25 mm
Deformación obtenida en simulación	7,32 mm

Estudio y simulación en el primer arco frontal

Carga utilizada:

$F_x = 6,0 \text{ KN}$

$F_y = 5,0 \text{ KN}$

$F_z = -9,0 \text{ KN}$

C: PRIMER ARCO $F_x=5 \text{ kN}$ $F_y=-6 \text{ kN}$ $F_z=-9 \text{ kN}$

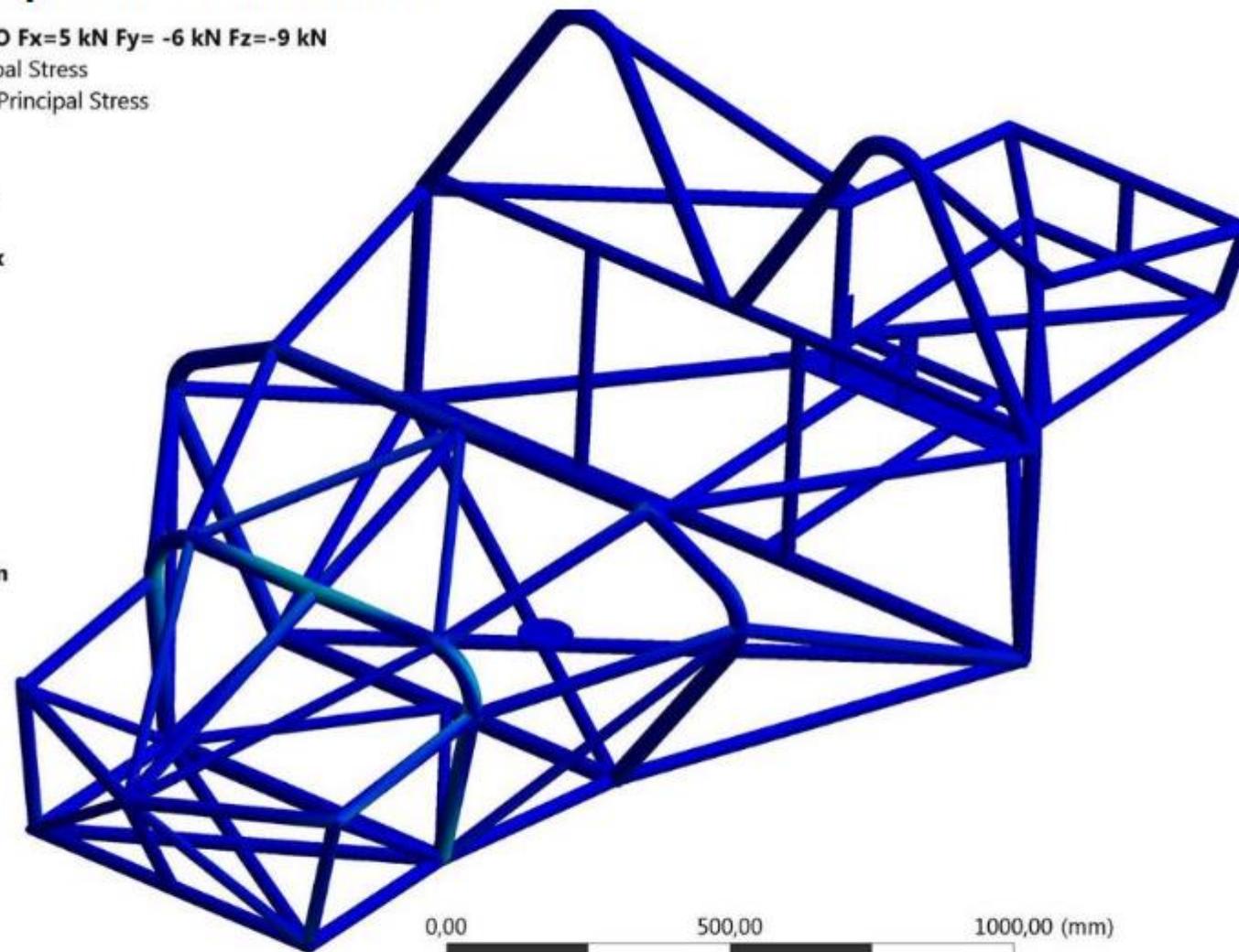
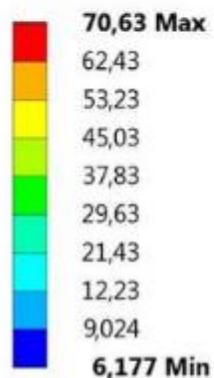
Maximum Principal Stress

Type: Maximum Principal Stress

Unit: MPa

Time: 7,e-004

15/01/2016 1:15



Comparación de valores de esfuerzo del material

Límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II	195 MPa
Esfuerzo máximo obtenido en la simulación	70,63 MPa

C: PRIMER ARCO $F_x=5$ kN $F_y=-6$ kN $F_z=-9$ kN

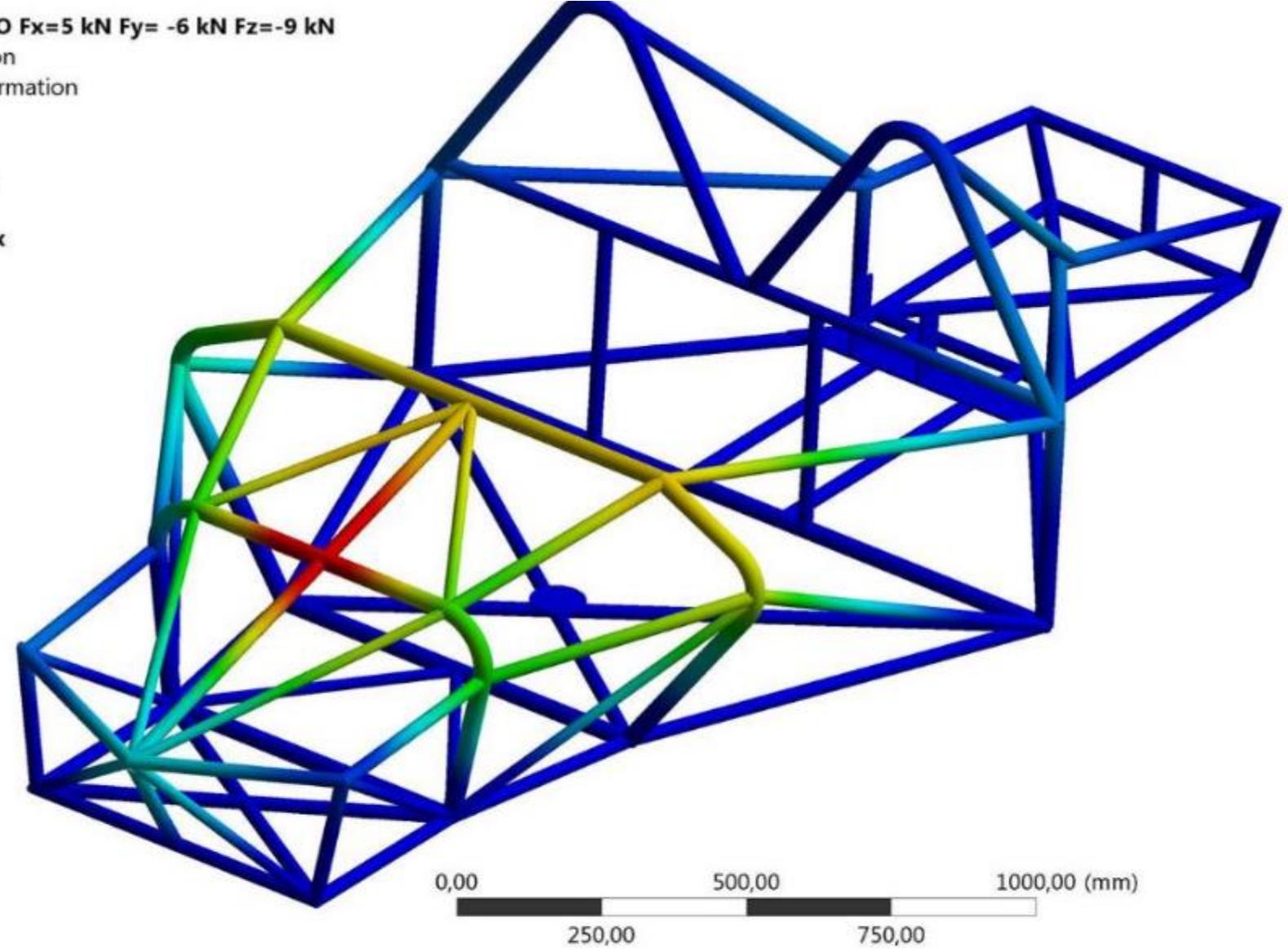
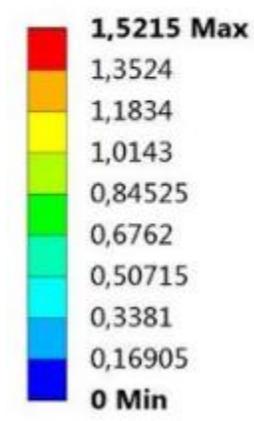
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 7,e-004

15/01/2016 1:14



Comparación de deformaciones

Deformación máxima permitida	25 mm
Deformación obtenida en simulación	1,52 mm

Estudio y simulación en el segundo arco frontal.

Carga utilizada:

$F_x = 6,0 \text{ KN}$

$F_y = 5,0 \text{ KN}$

$F_z = -9,0 \text{ KN}$

F: Segundo Arco $F_x=5 \text{ kN}$ $F_y= -6 \text{ kN}$ $F_z=-9 \text{ kN}$

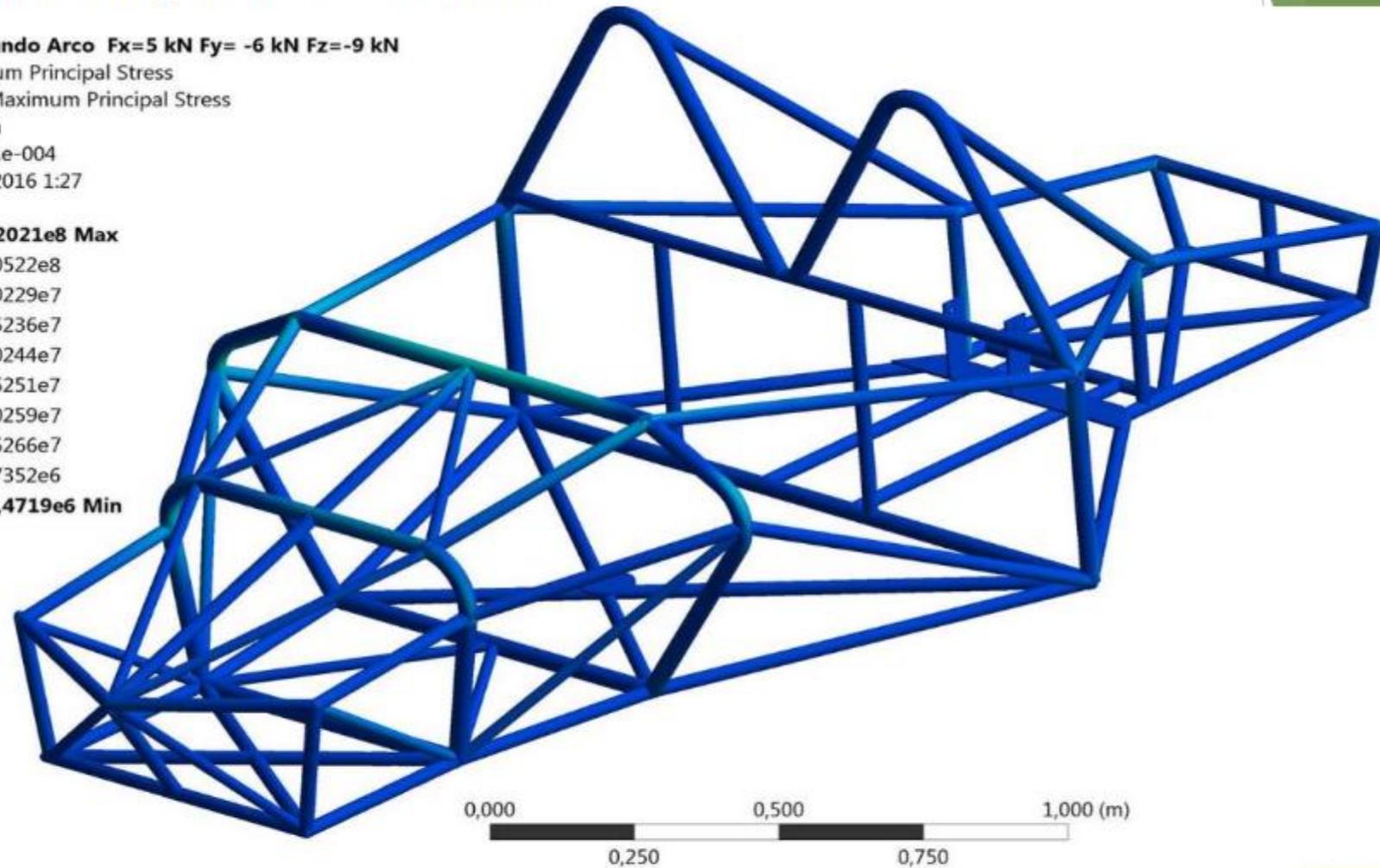
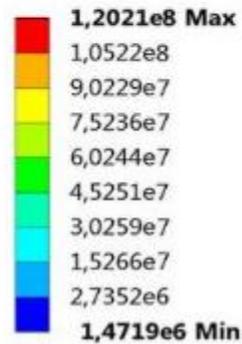
Maximum Principal Stress

Type: Maximum Principal Stress

Unit: Pa

Time: 7,e-004

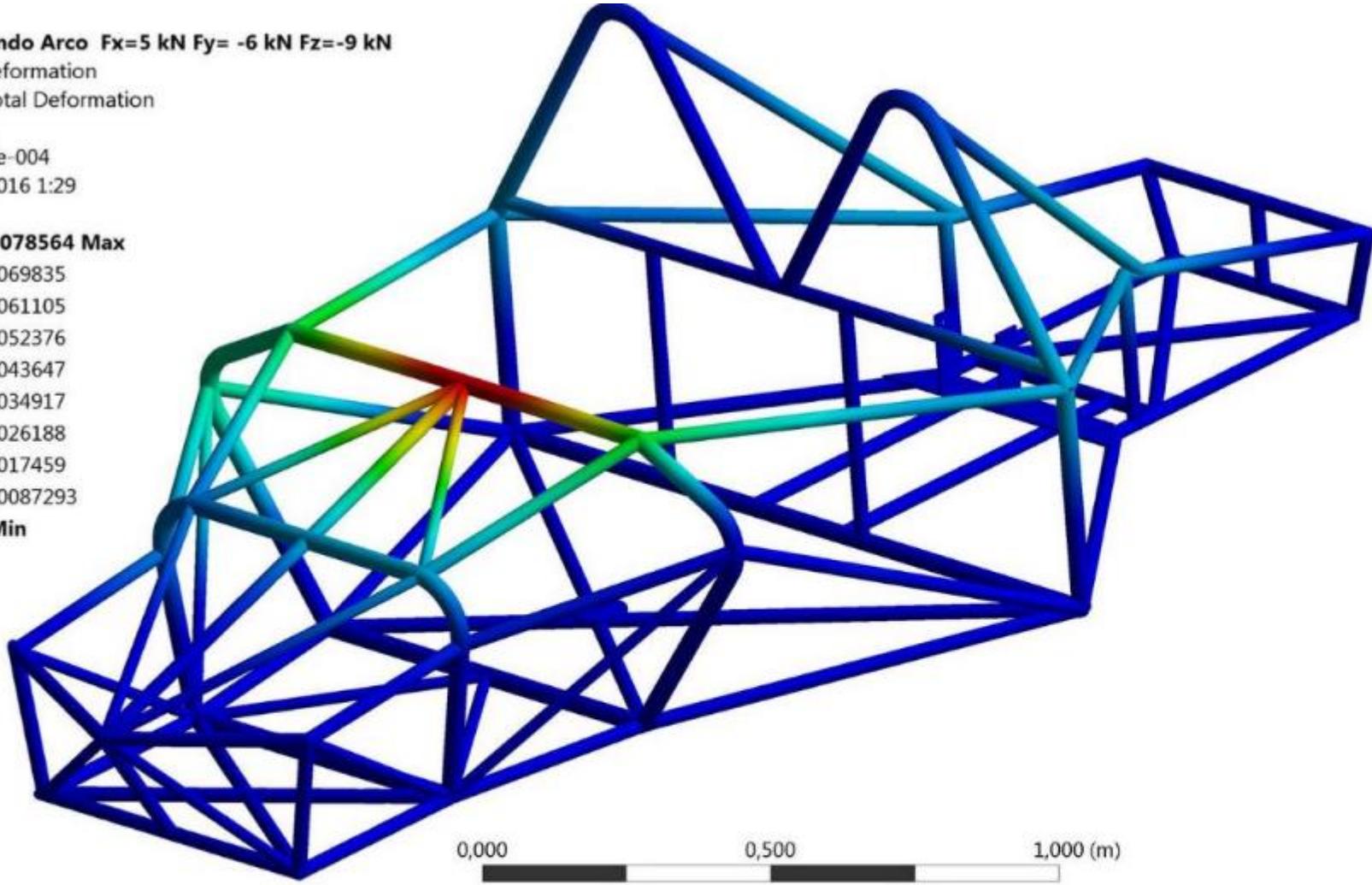
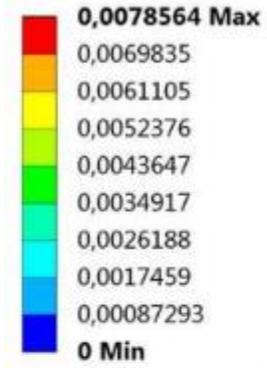
15/01/2016 1:27



Comparación de valores de esfuerzo del material

Límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II	195 MPa
Esfuerzo máximo obtenido en la simulación	120,21 MPa

F: Segundo Arco Fx=5 kN Fy= -6 kN Fz=-9 kN
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 7,e-004
15/01/2016 1:29



Resultado sobre la deformación máxima

Comparación de deformaciones

Deformación máxima permitida	25 mm
Deformación obtenida en simulación	7,85 mm

Estudio y simulación en el arco principal

Carga utilizada:

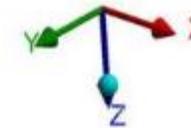
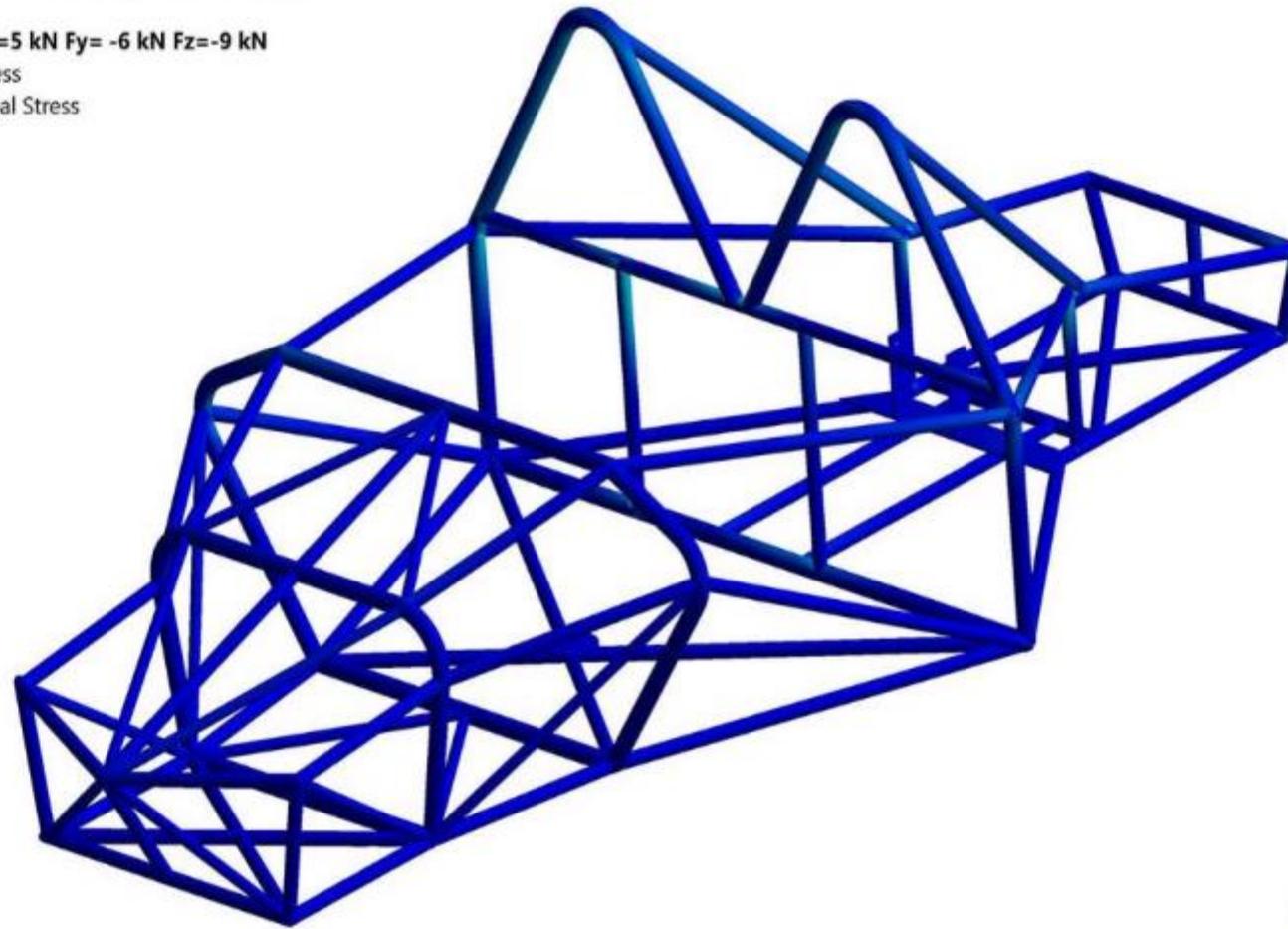
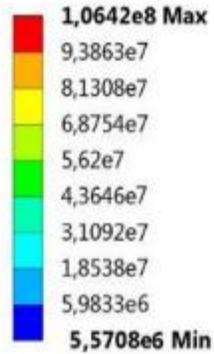
$F_x = 6,0 \text{ kN}$

$F_y = 5,0 \text{ kN}$

$F_z = -9,0 \text{ kN}$

D: ARCO CENTRAL $F_x=5 \text{ kN}$ $F_y= -6 \text{ kN}$ $F_z=-9 \text{ kN}$

Maximum Principal Stress
Type: Maximum Principal Stress
Unit: Pa
Time: 7,e-004
15/01/2016 1:25

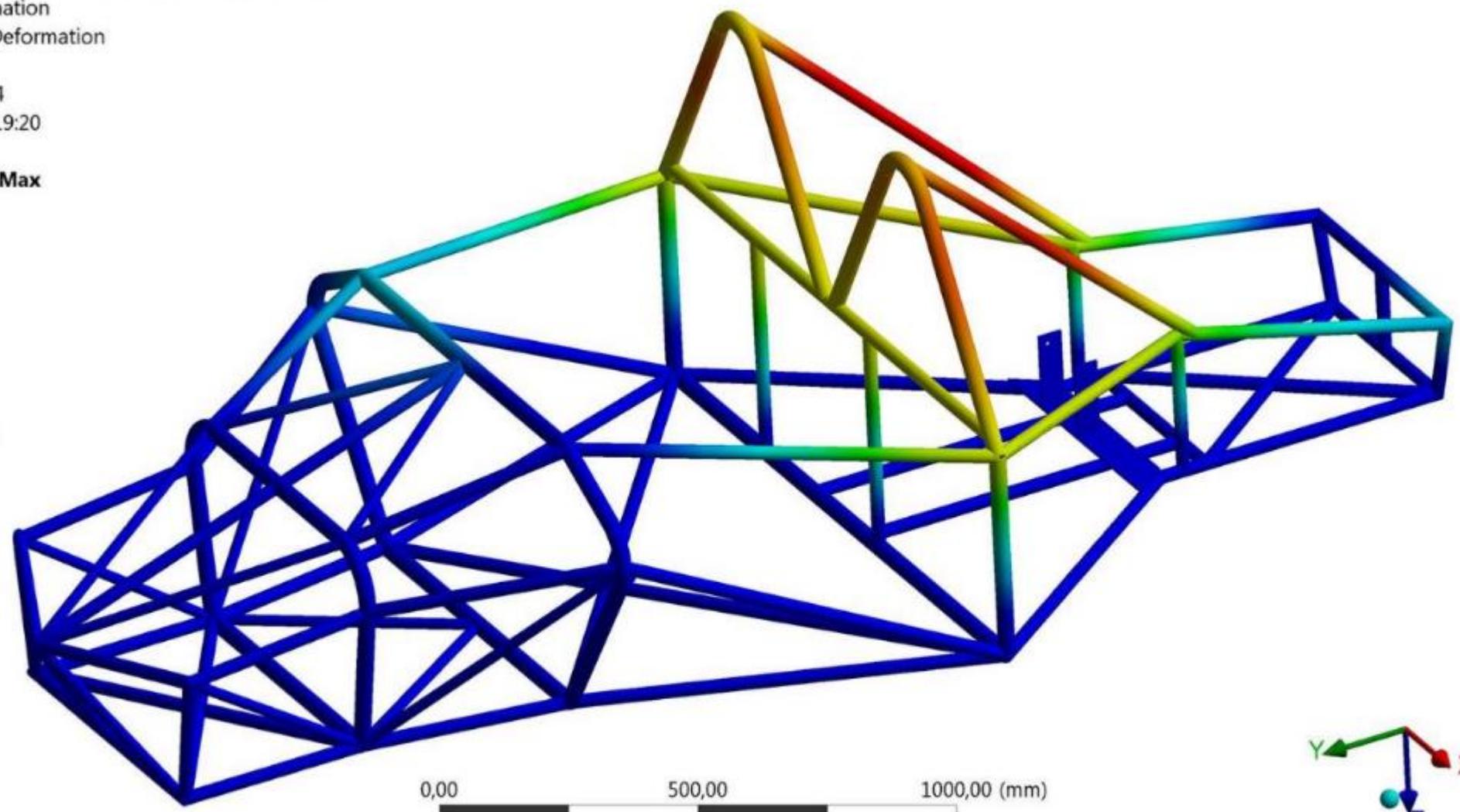
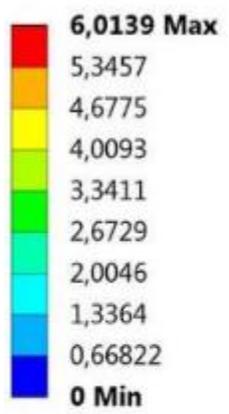


Comparación de valores de esfuerzo del material

Límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II	195 MPa
Esfuerzo máximo obtenido en la simulación	106,42 MPa

D: ARCO CENTRAL $F_x=5\text{ kN}$ $F_y=-6\text{ kN}$ $F_z=-9\text{ kN}$

Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 7,e-004
20/01/2016 19:20



Comparación de deformaciones

Deformación máxima permitida	25 mm
Deformación obtenida en simulación	5,18 mm

Estudio y simulación en la protección lateral

Carga utilizada:

$F_x = 0 \text{ KN}$

$F_y = 7 \text{ KN}$

$F_z = 0 \text{ KN}$.

E: Lateral $F_x = -7 \text{ kN}$, $F_y = 0 \text{ kN}$, $F_z = 0 \text{ N}$

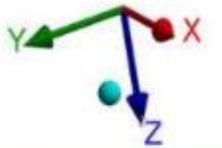
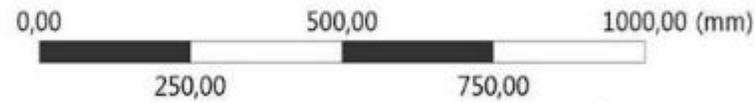
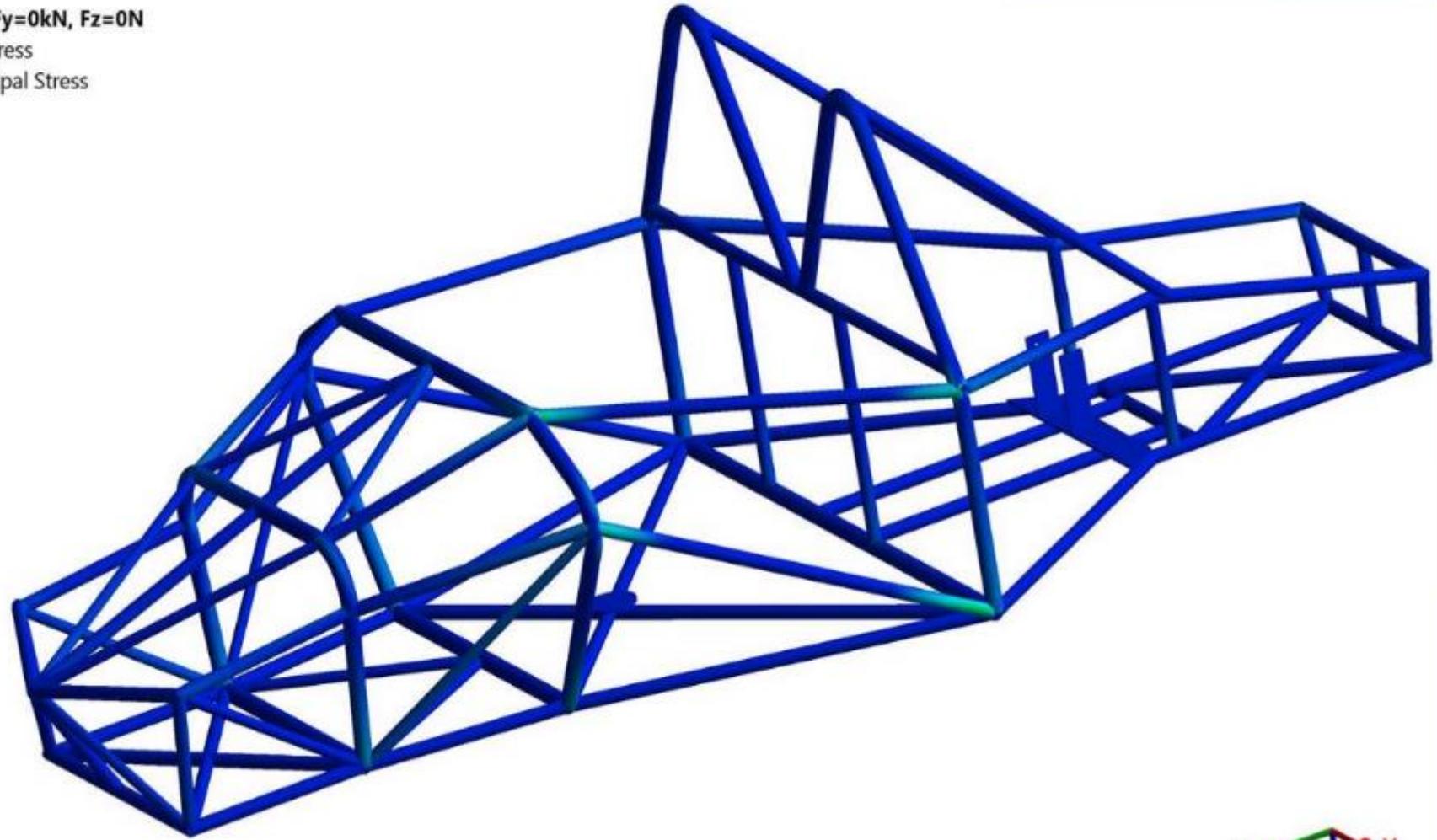
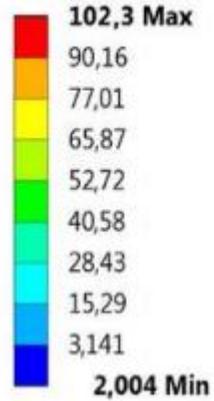
Maximum Principal Stress

Type: Maximum Principal Stress

Unit: MPa

Time: 7,e-004

15/01/2016 1:34



Límite de fluencia del acero negro ISO 65 Serie liviana II	195 MPa
Esfuerzo máximo obtenido en la simulación	102,3 MPa

Comparación de valores de esfuerzo del material

E: Lateral $F_x = -7\text{KN}$, $F_y = 0\text{kN}$, $F_z = 0\text{N}$

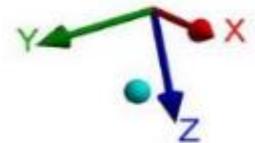
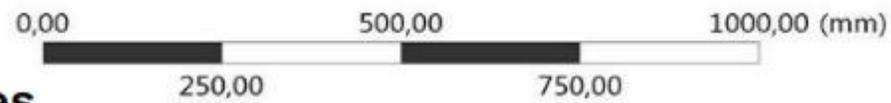
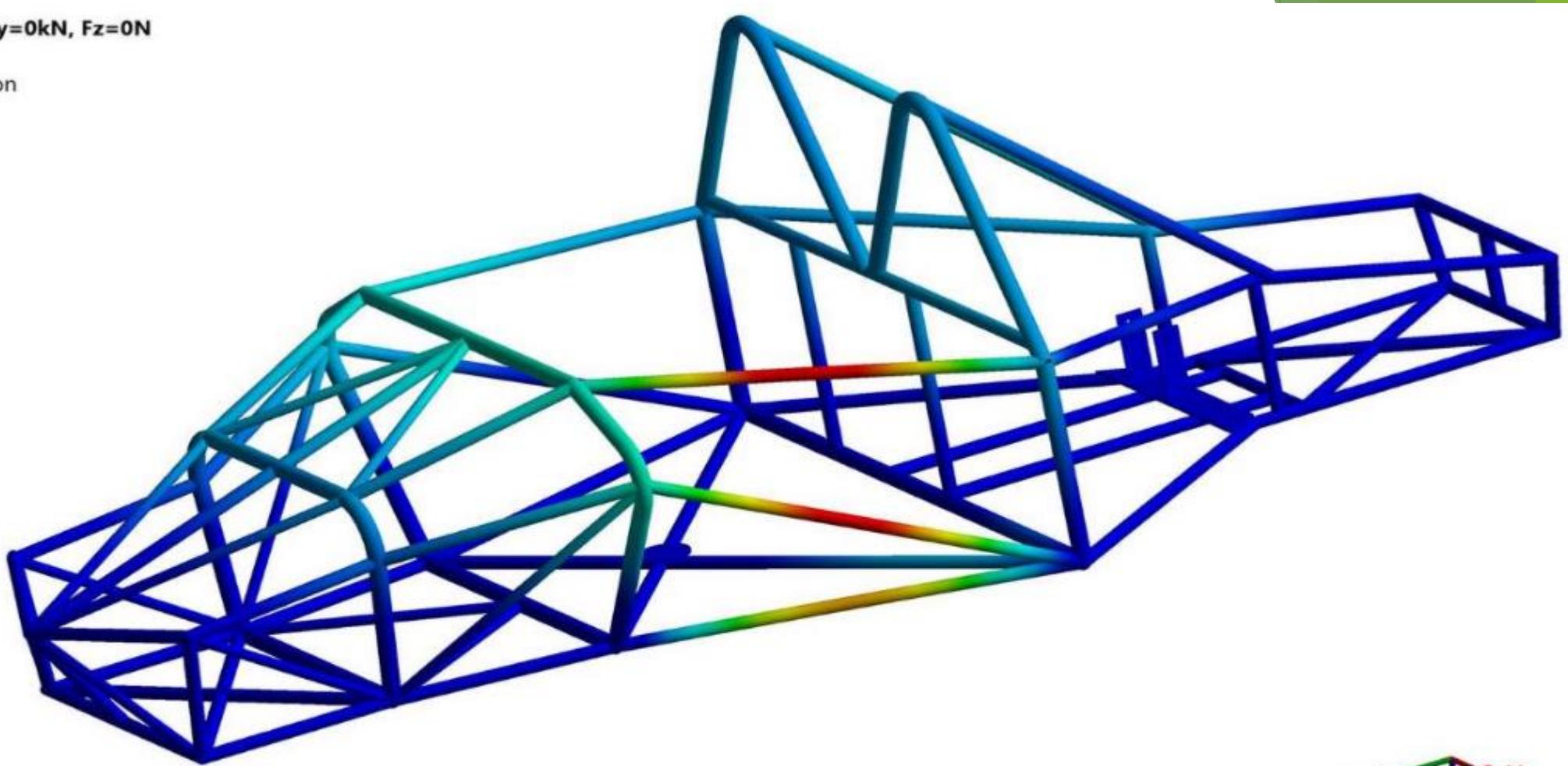
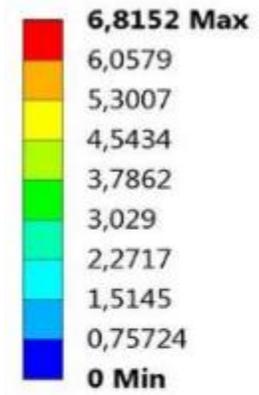
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: $7, \cdot 10^{-4}$

20/01/2016 23:24



Comparación de deformaciones

Deformación máxima permitida	25 mm
Deformación obtenida en simulación	6,54 mm

Análisis Dinámico del Bastidor

El estudio dinámico para determinar la deformación máxima que soporta el bastidor del vehículo en caso de una colisión frontal se lo realizó mediante el software tipo CAE.

A: Impacto Bastidor

Directional Deformation

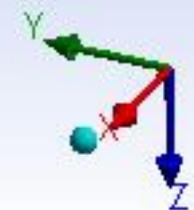
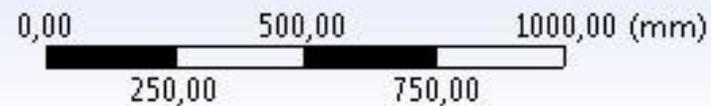
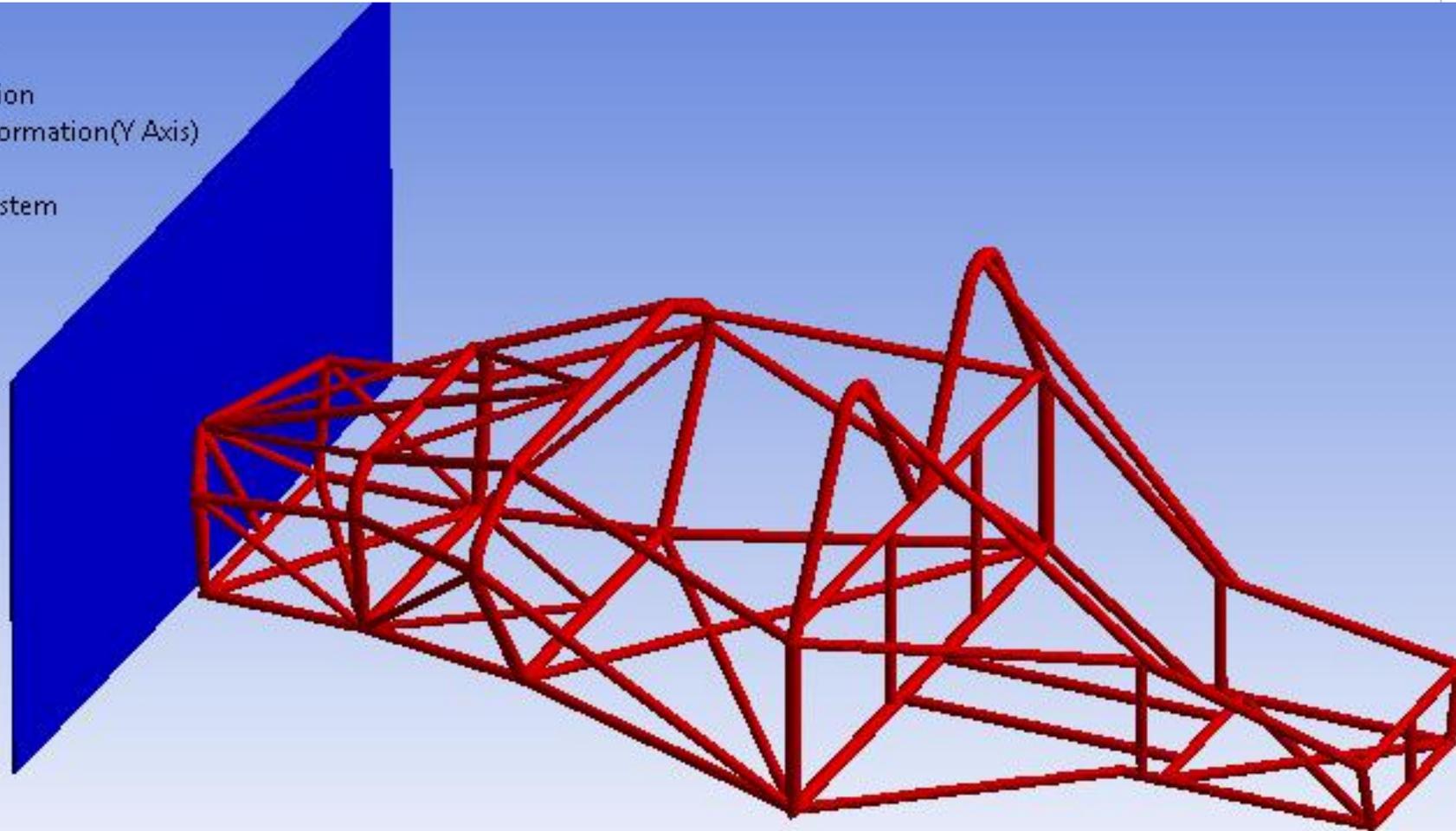
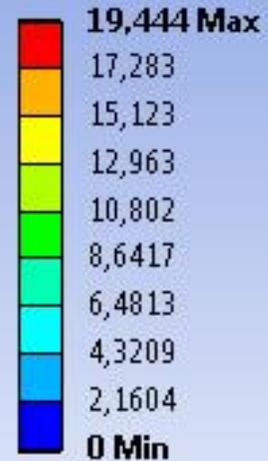
Type: Directional Deformation(Y Axis)

Unit: mm

Global Coordinate System

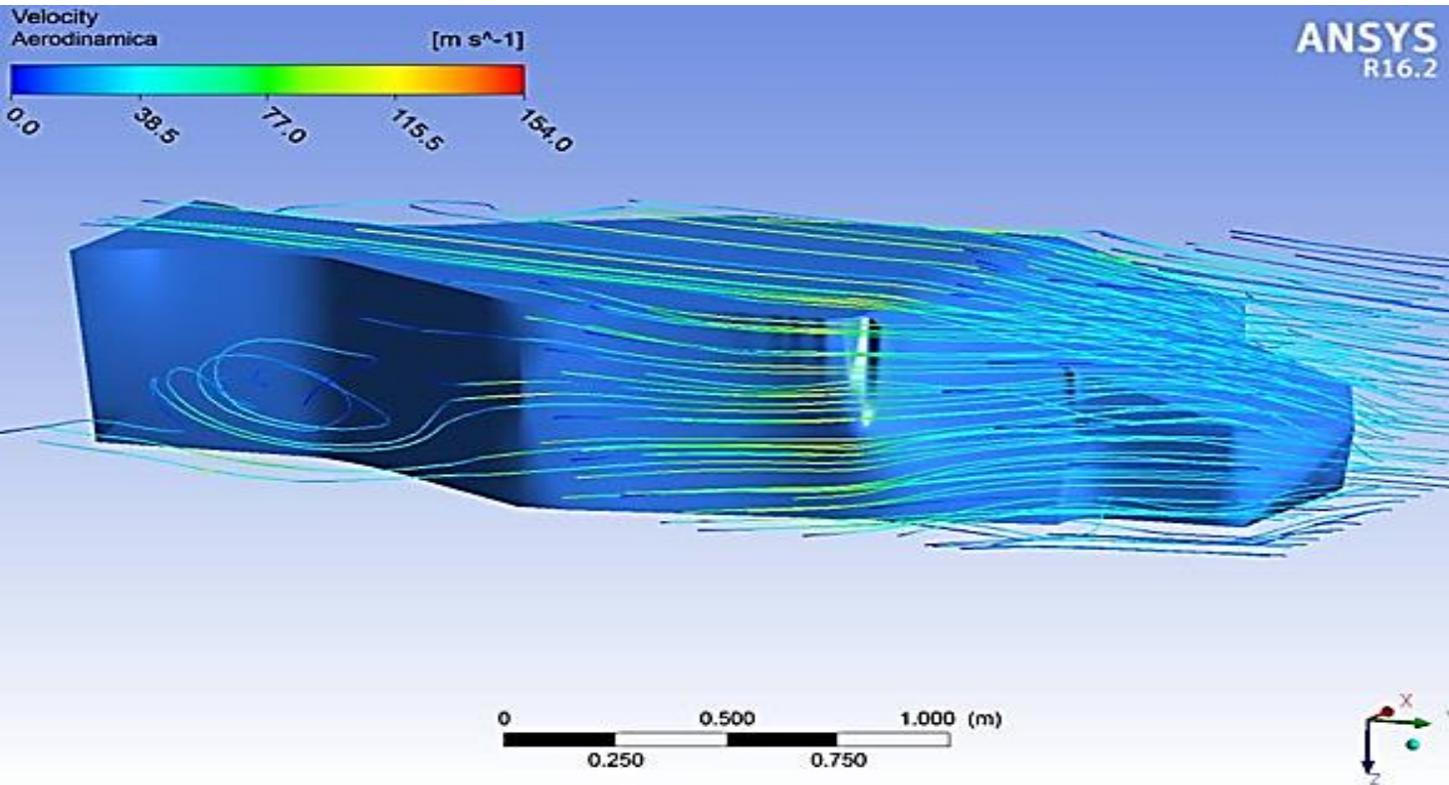
Time: 7,e-004

08/12/2015 17:07



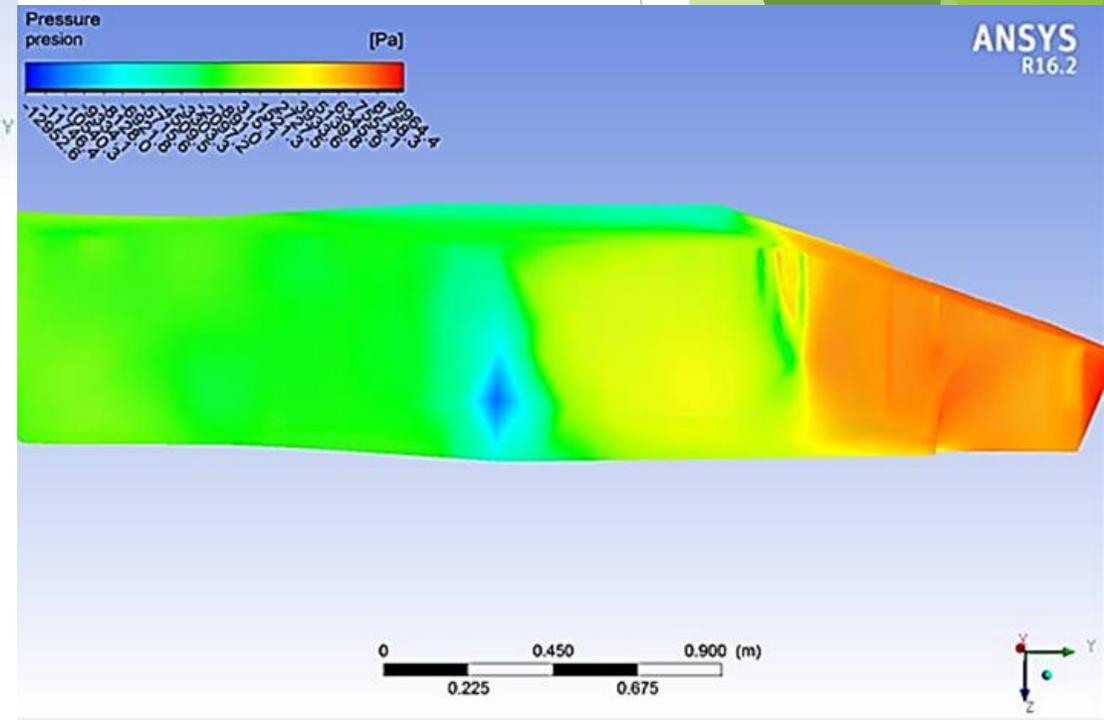
ANSYS
R16.2

Análisis Aerodinámico de la Carrocería

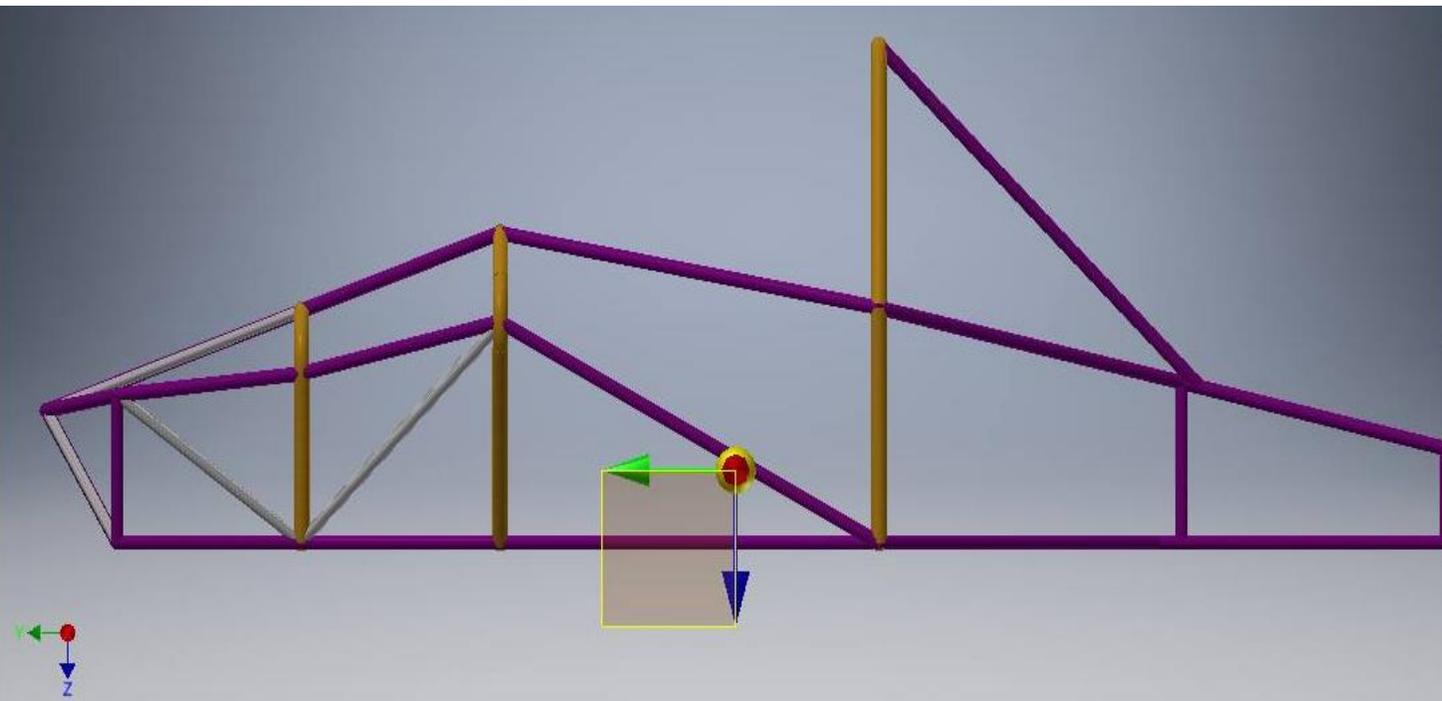


La presión máxima generada a 100 km/h por el aire sobre la carrocería es de 9964 Pascales, la misma que no afecta debido a la forma que posee la carrocería para disipar adecuadamente el aire

Presión Generada en la carrocería

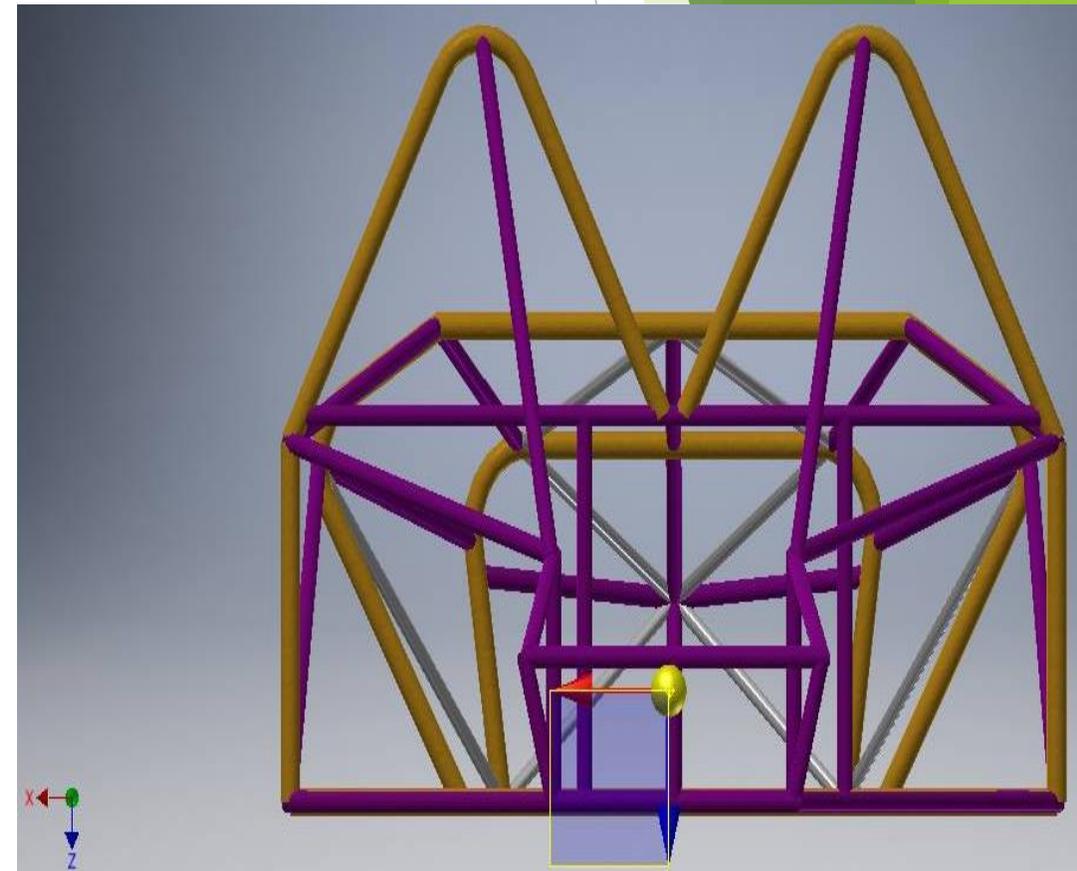


Ubicación del Centro de Gravedad



Centro de gravedad

Centro de Gravedad Vista Frontal



Material

[Empty dropdown menu]

Actualizar

Densidad

5,532 g/cm³

Precisión solicitada

Muy alta

Portapapeles

Propiedades generales

Induir soldaduras ficticias

Induir anulaciones de CTDAD

Centro de gravedad*

Masa 368,107 kg (Error r



X 88,862 mm (Error r

Área 13217291,504 mm²



Y -518,624 mm (Error

Volumen 66543383,892 mm³



Z 300,725 mm (Error

Propiedades de inercia*

Principal

Global

Centro de gravedad

Momentos principales

I1 187116507,233

I2 44968151,518

I3 210970064,242

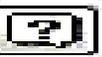
Rotación a principal

Rx 0,12 gr (Error r

Ry -0,65 gr (Error i

Rz -0,51 gr (Error i

*Los valores no reflejan las anulaciones de CTDAD



Cerrar

Cancelar

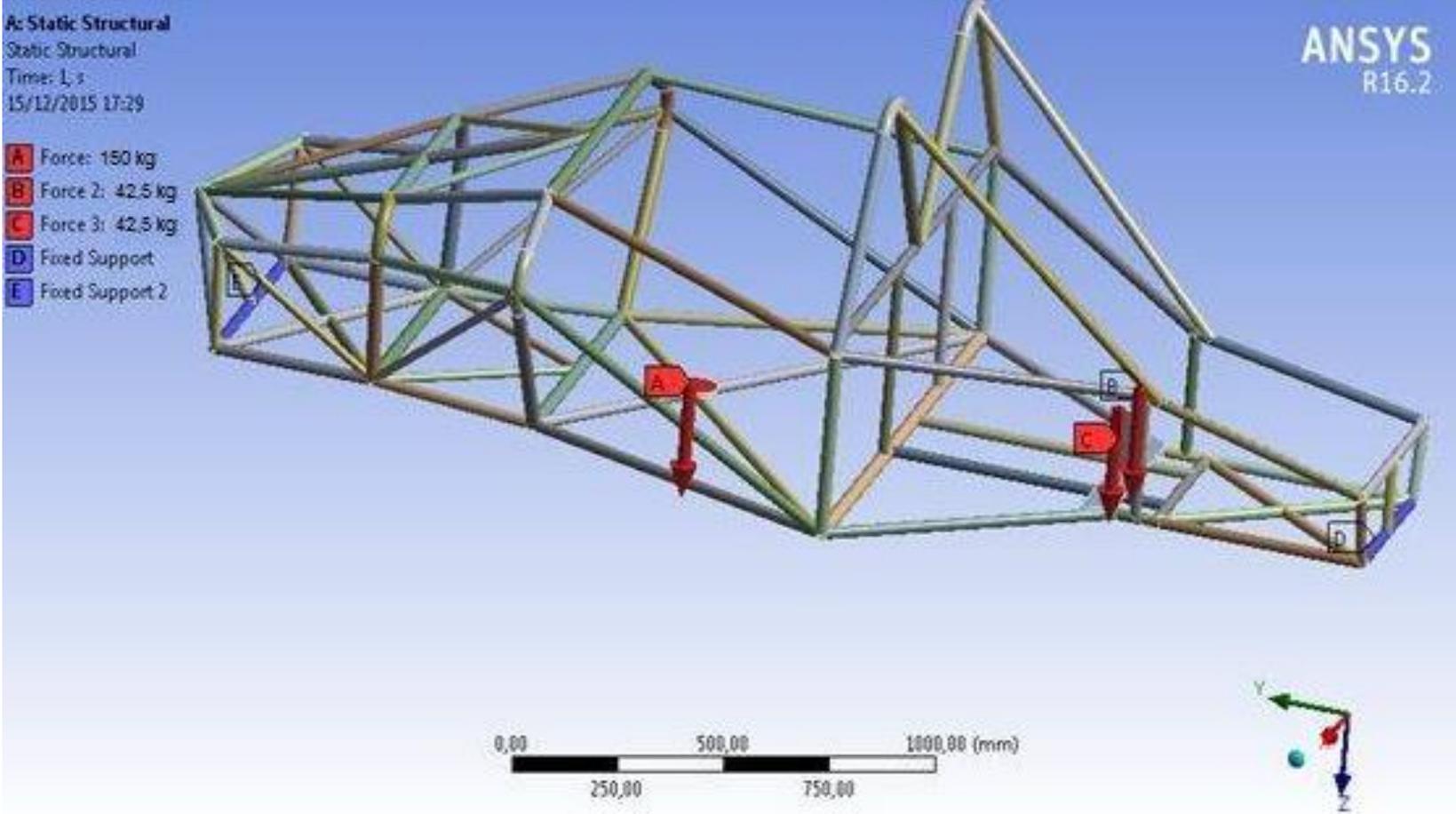
Aplicar

Distribución de Masas en el Bastidor

a. Masas Principales

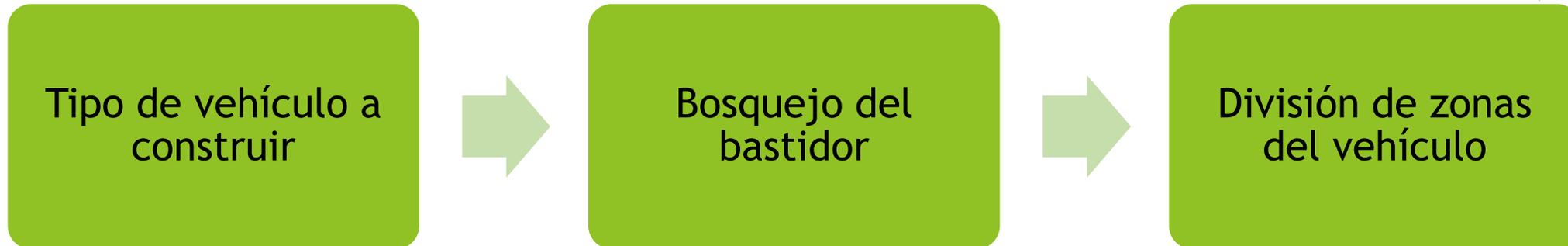
Estas varían de acuerdo a cada tipo de vehículo. Las masas y posiciones de los ocupantes son los que afectan en la distribución de masas en el eje delantero y posterior al igual que el centro de gravedad del vehículo.

ELEMENTO	MASA (kg)
Ocupantes	150
Motor	85
Batería	10
Asientos	16



Construcción del bastidor y carrocería

Proceso de fabricación del bastidor



Selección del Material

Una vez realizada la geometría del vehículo elegimos el material a utilizar para la construcción del bastidor del mismo

Tubo de Acero Negro ISO 65 Serie liviana II

Bajo contenido de
carbono

Torsión

Tensión

Compresión

Proceso de Corte y Soldadura

Marcado del tubo

Corte del material

Preparación de los tubos para ser soldados

Curvado de tubos



Ensamblado del bastidor



Ensamblado de la Carrocería

Distribución de masas

Distribución de las masas principales en un porcentaje del 50 - 50 mediante la regulación de las barras de empuje o push-bar



Resultado obtenido fue una masa equivalente a 238 libras en cada rueda, logrando con esto una distribución equitativa en las cuatro ruedas.

Pruebas del vehículo

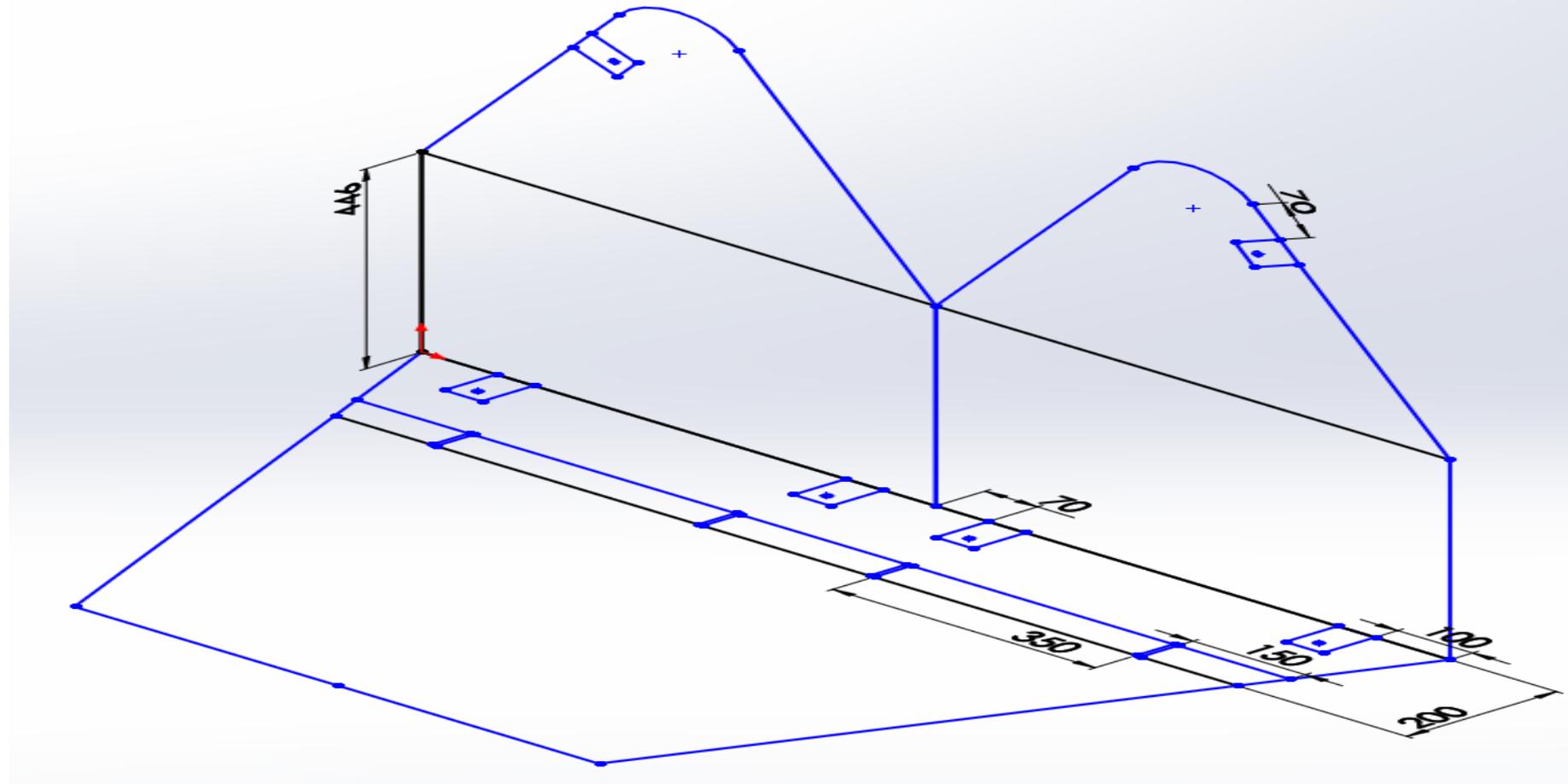
► Pruebas estáticas

Carga lateral que resiste el vehículo inclinado a 60° con respecto a la línea horizontal



Pruebas de seguridad

Los cinturones de seguridad constan de 3 puntos de sujeción los mismos que se encuentran en el arco principal del bastidor, y los puntos de anclaje de los asientos están perpendiculares a una platina que sirve de base, esta base se encuentra en el piso del bastidor en la parte de la cabina.



► Pruebas de maniobrabilidad del vehículo

Pruebas de comportamiento y maniobrabilidad dentro del tráfico de la ciudad, vías asfaltadas, y carreteras de segundo orden (lastre tierra).





Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- ▶ La construcción del bastidor y carrocería la realizamos de acuerdo a las medidas establecidas dentro del diseño de los mismos, logrando con esto un resultado final satisfactorio.
- ▶ Se elaboró las respectivas pruebas de maniobrabilidad y seguridad del vehículo logrando con estos resultados satisfactorios del mismo.

Recomendaciones

- ▶ Diseñar y construir palieres y diferencial, para este tipo de vehículos, evitando con esto la adecuación o modificación de existentes en el mercado nacional para su adaptación.
- ▶ La Universidad debe impulsar proyectos que motiven la creación de prototipos de vehículos, y el desarrollo de la matriz productiva.

GRACIAS

The image features the word "GRACIAS" in a bold, dark grey, serif font, centered horizontally. The background is white, with decorative green geometric shapes on the right side. These shapes consist of overlapping triangles and polygons in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. The shapes are positioned on the right edge, creating a modern, abstract design.