



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

# “INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN BASTIDOR CONSTRUIDO EN ALUMINIO EN UN PROTOTIPO FÓRMULA STUDENT”

### **Autores:**

Carlos Cepeda  
Liseth Quishpe

### **Director:**

Ing. Euro Mena



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Elevado peso de la estructura

Adquisición del material en el país

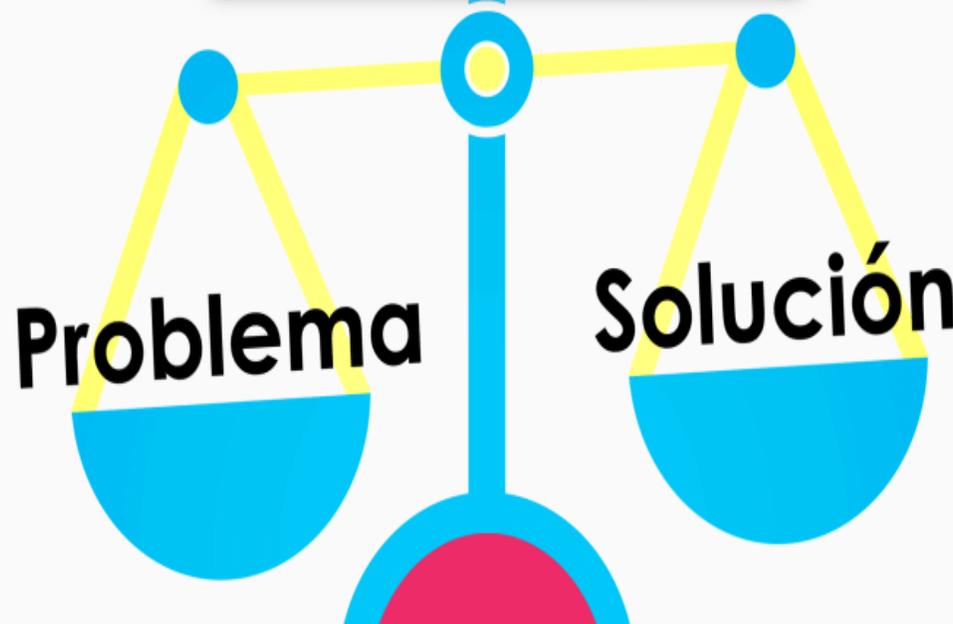
Deficiencia en la optimización en el diseño estructural.



Uso de materiales de baja densidad como el aluminio

Correcta elección del material y aplicación

Optimización del diseño estructural por software



# OBJETIVO GENERAL

- Investigar el comportamiento de un bastidor construido en aluminio para un prototipo Fórmula Student mediante ensayos no destructivos en la soldadura.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las cargas aplicadas en los bastidores de un vehículo Fórmula SAE mediante revisión documental bibliográfica para determinar los procesos de construcción.
- Diseñar el bastidor aplicando software de simulación para determinar la factibilidad de construcción en aluminio.
- Construir el bastidor del vehículo tipo Fórmula Student mediante la aplicación de procesos de corte y soldadura cumpliendo con el Reglamento SAE.
- Realizar las pruebas de soldadura mediante ensayos no destructivos para validar el diseño de la estructura.

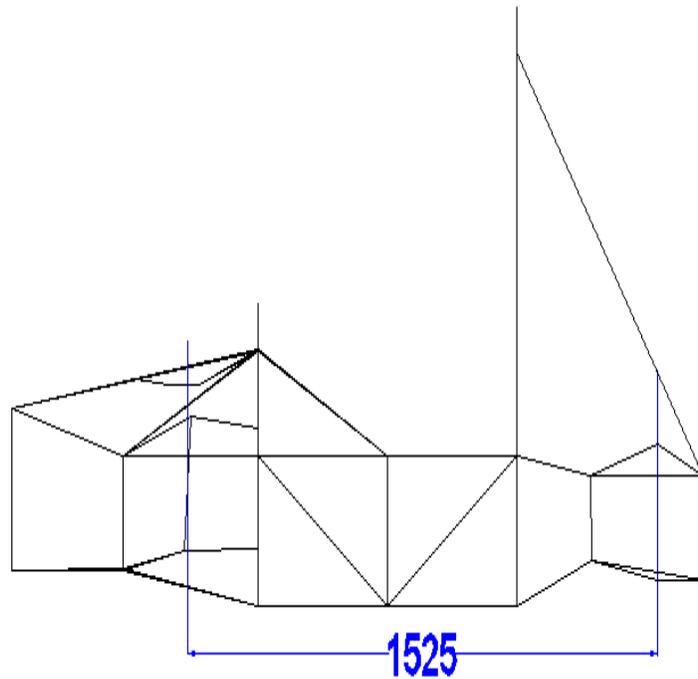


# DISEÑO DEL BASTIDOR

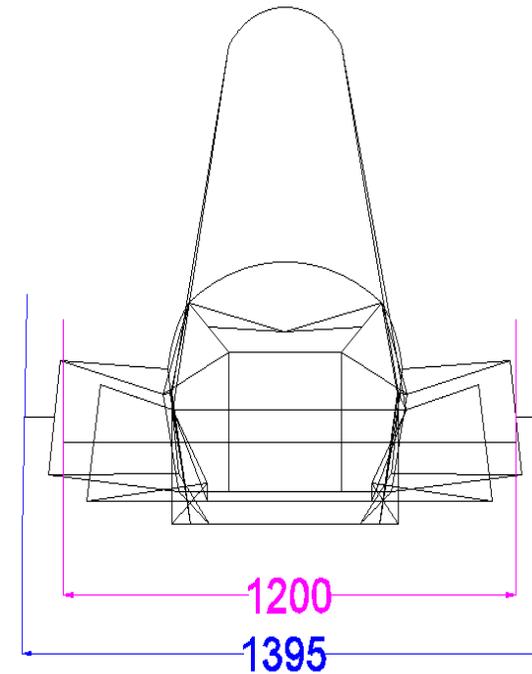


# REGLAMENTO FÓRMULA SAE

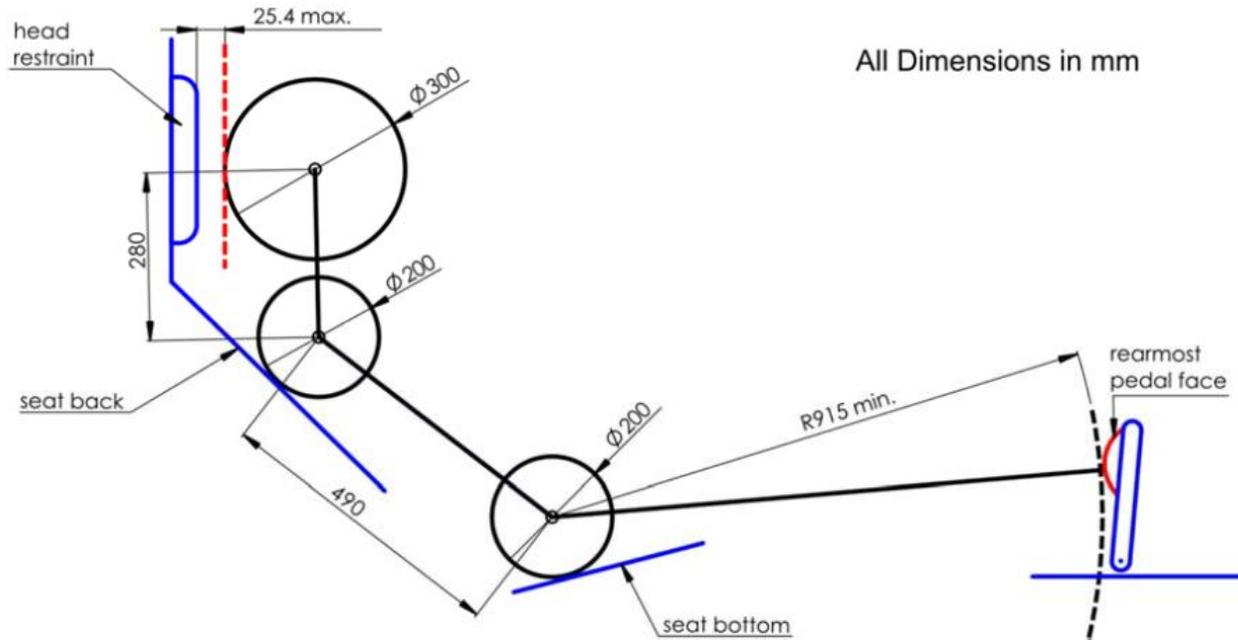
La distancia entre ejes



Ancho de vía



# Piloto



All Dimensions in mm

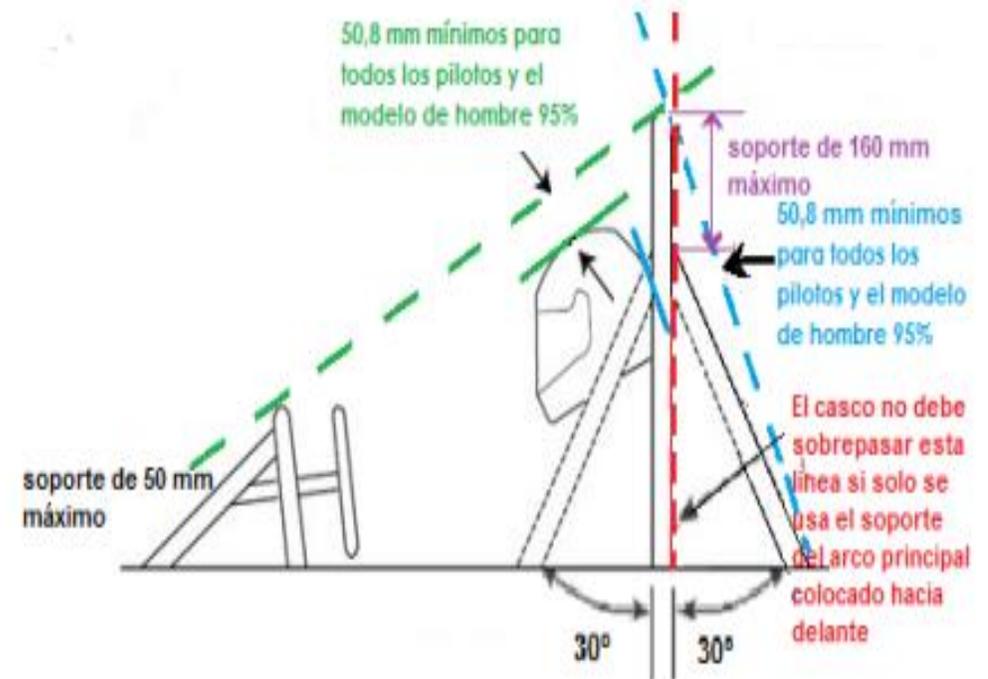
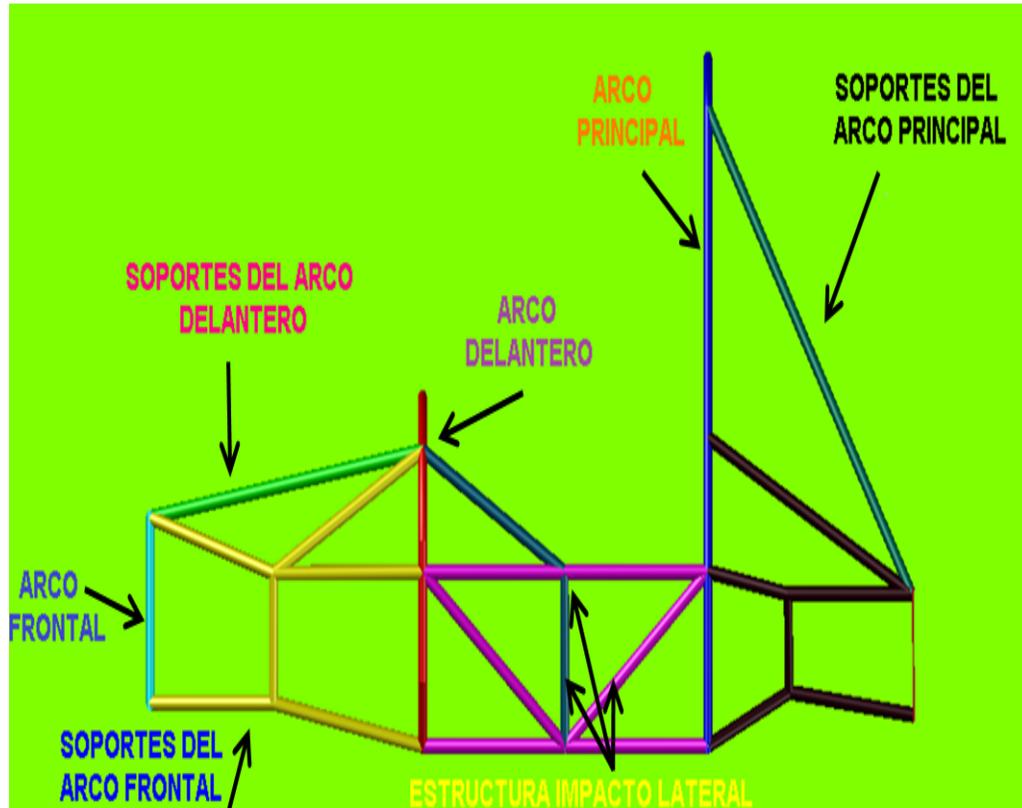


# Exigencias del Material

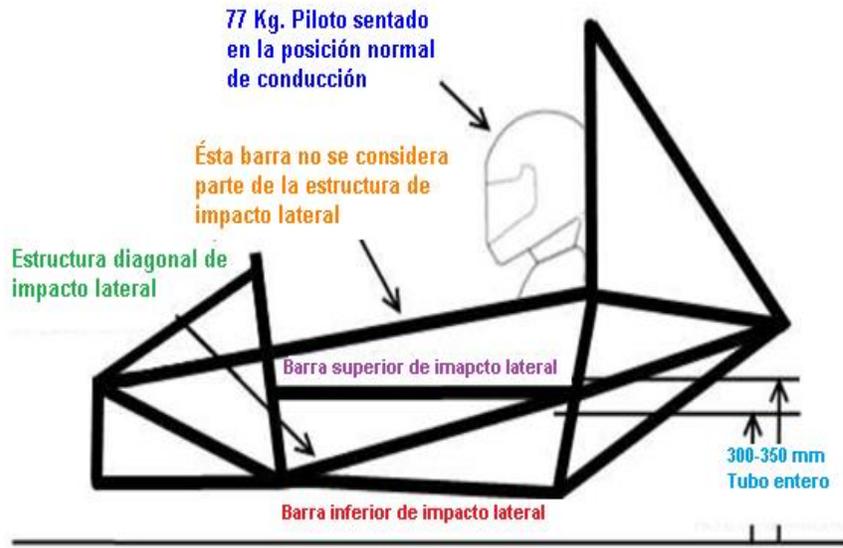
MATERIAL- APLICACIÓN	ESPEJOR MÍNIMO DE LA PARED
Tubo de acero para arco principal y frontal, barra donde se monta el arnés de los hombros	2,00 mm
Tubos de aluminio	3,00 mm



# REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

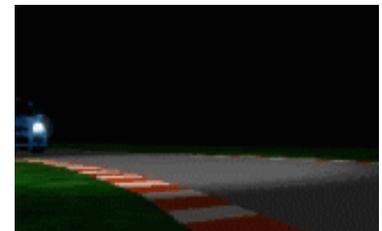
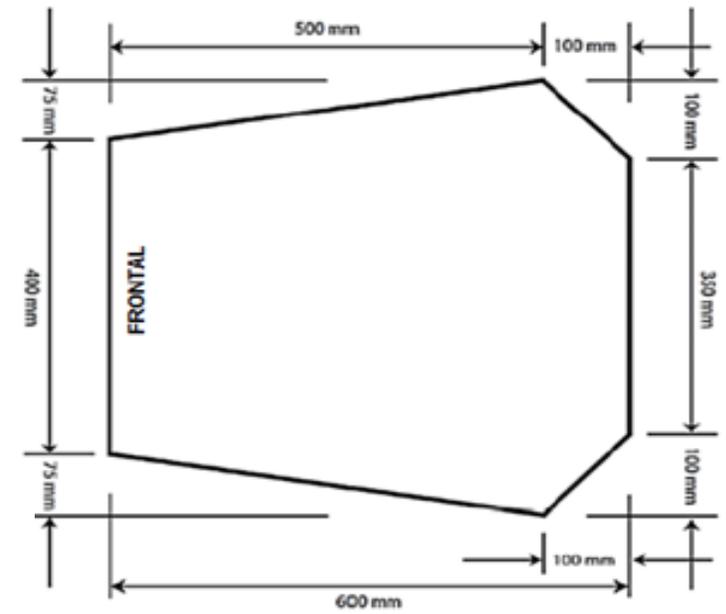
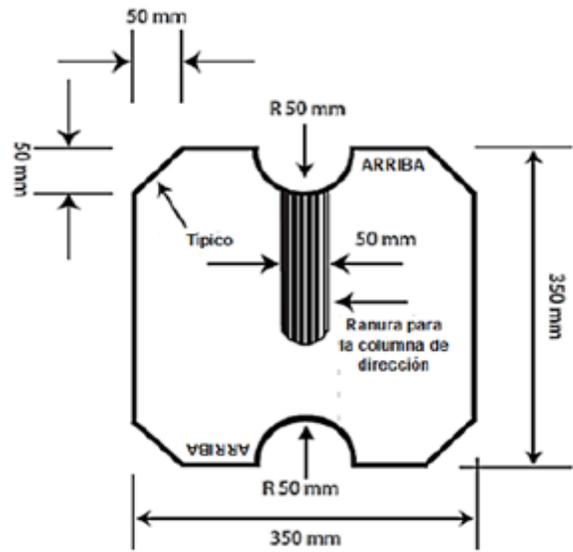


# Requerimientos estructurales

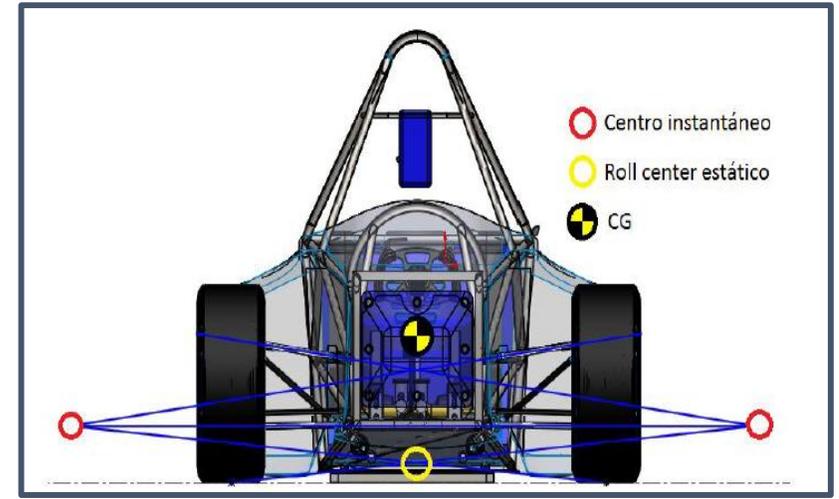
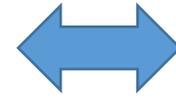
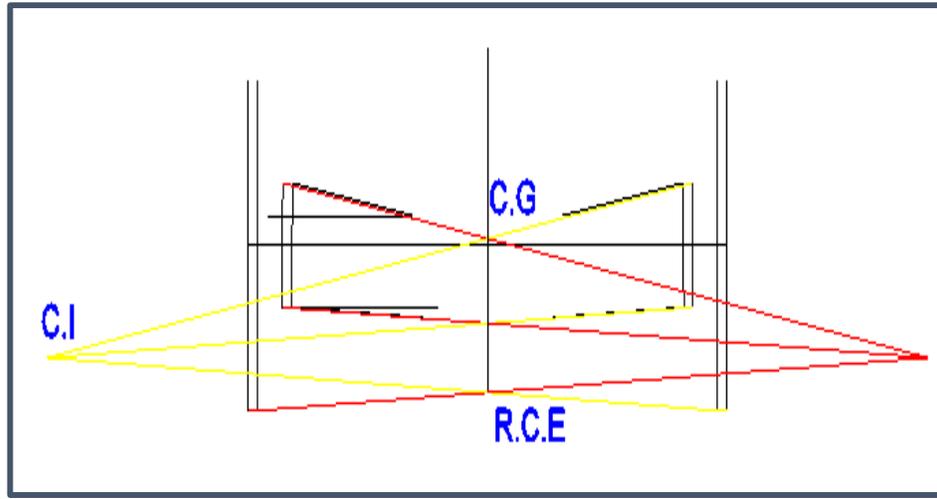


ZONA DE IMPACTO LATERAL

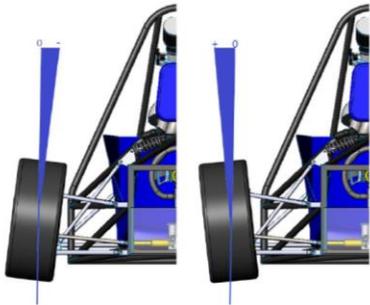
## PLANTILLAS HABITÁCULO



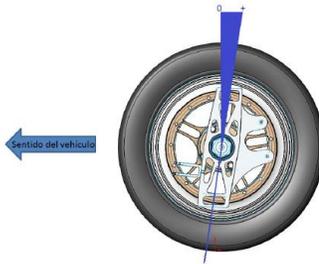
# GEOMETRÍA DE LA SUSPENSIÓN



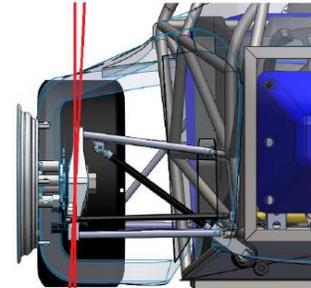
**Camber**



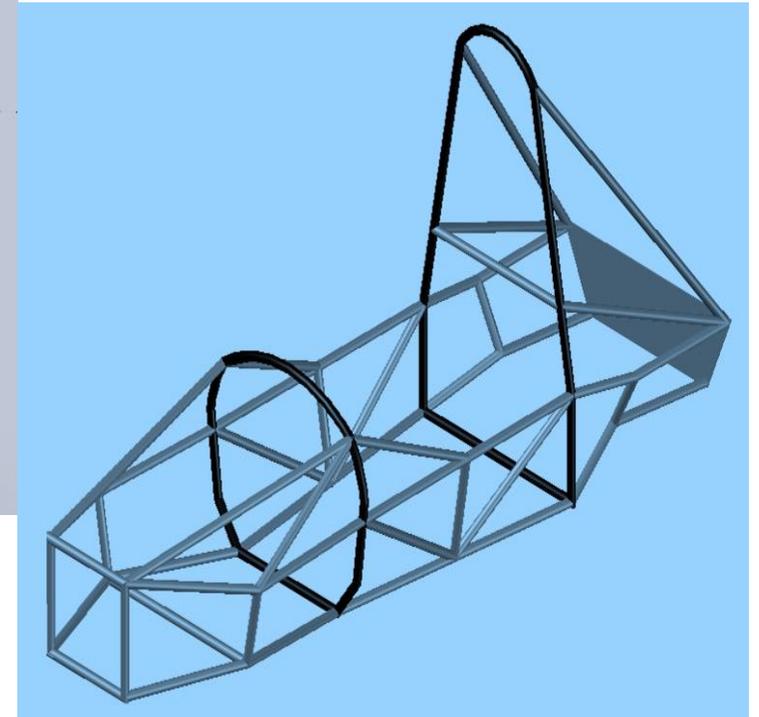
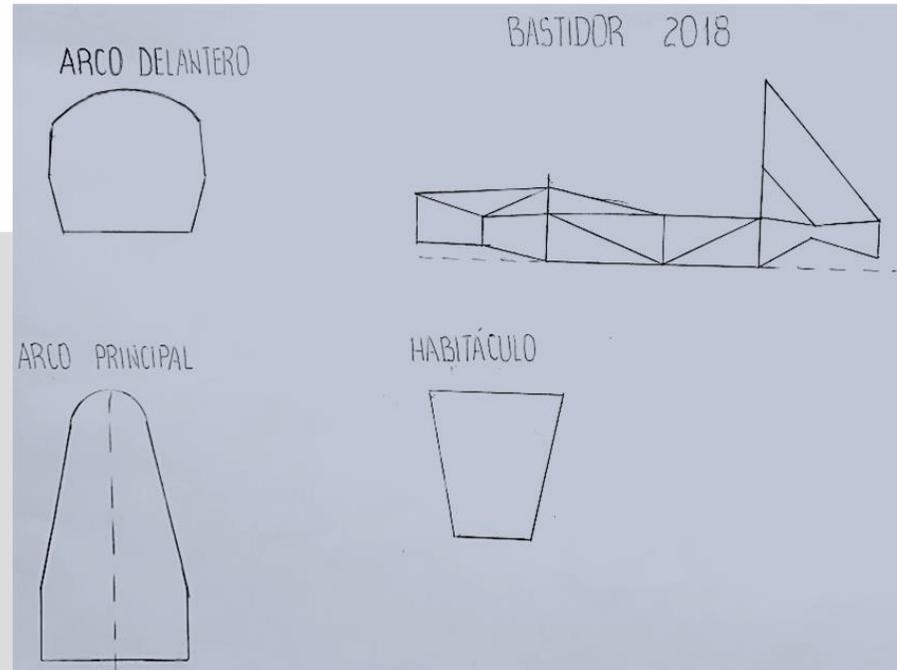
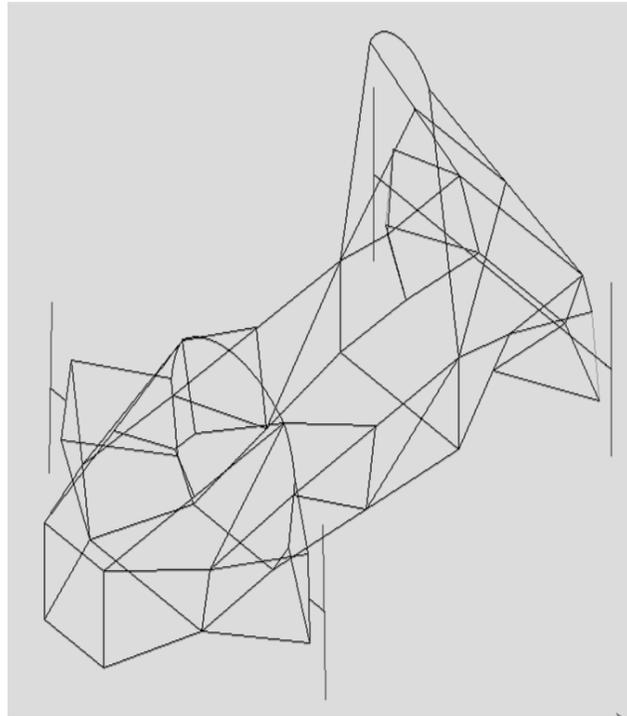
**Cáster**



**Kingpin**



# BOSQUEJO DEL BASTIDOR

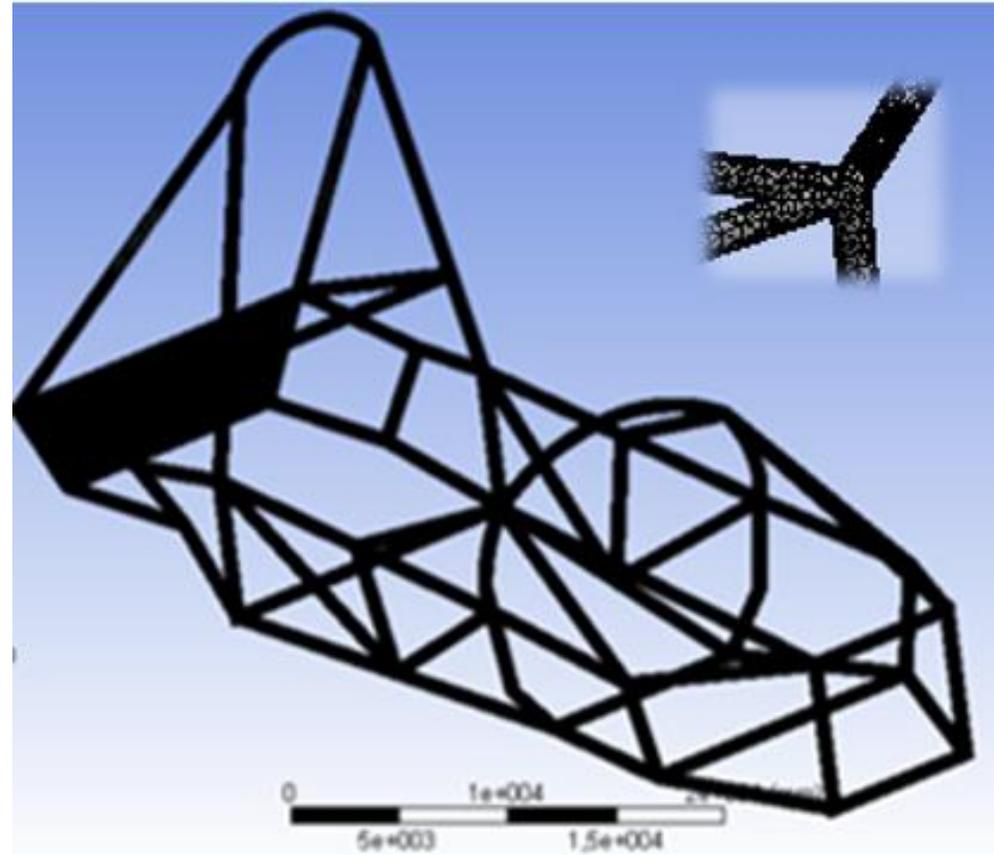


# SELECCIÓN DEL MATERIAL

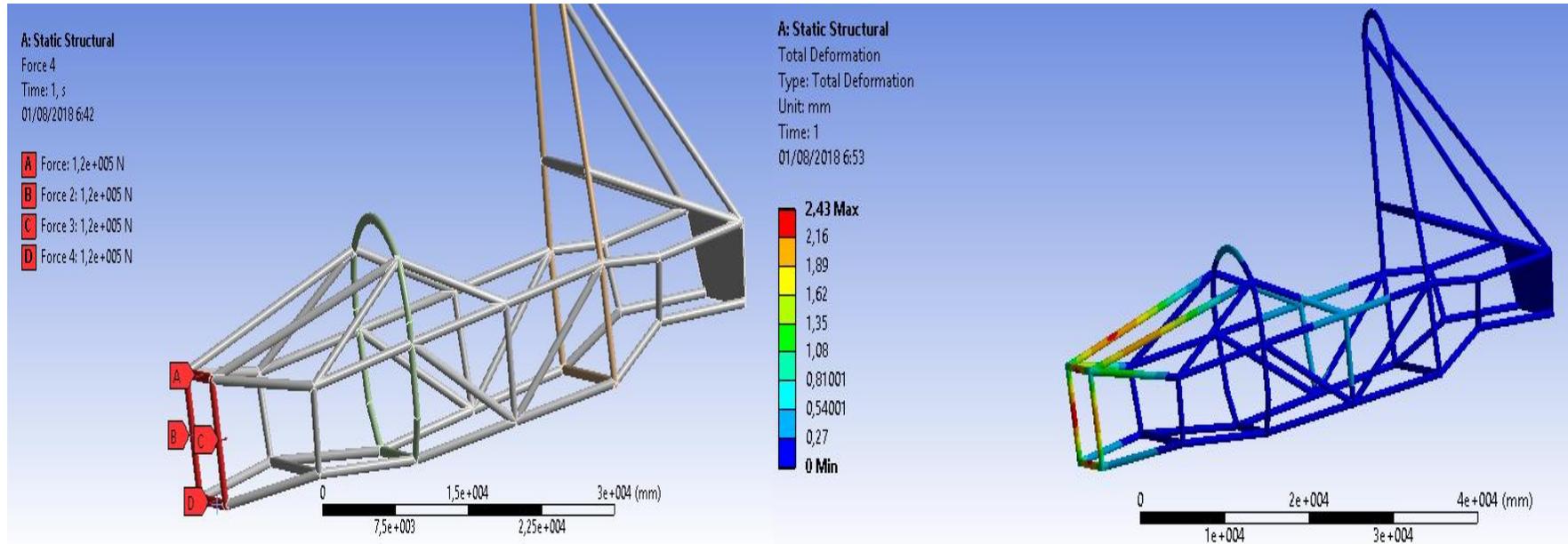
Material	Límite de fluencia (MPa)
T6-6061	310
ASTM A 500 GRADO C	317



# SIMULACIÓN



# ZONA DE IMPACTO FRONTAL

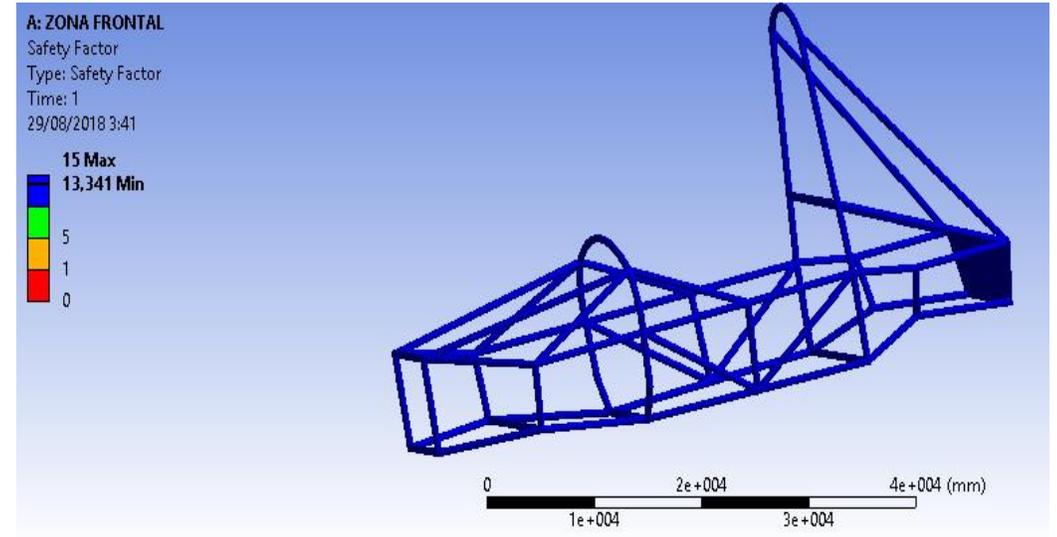
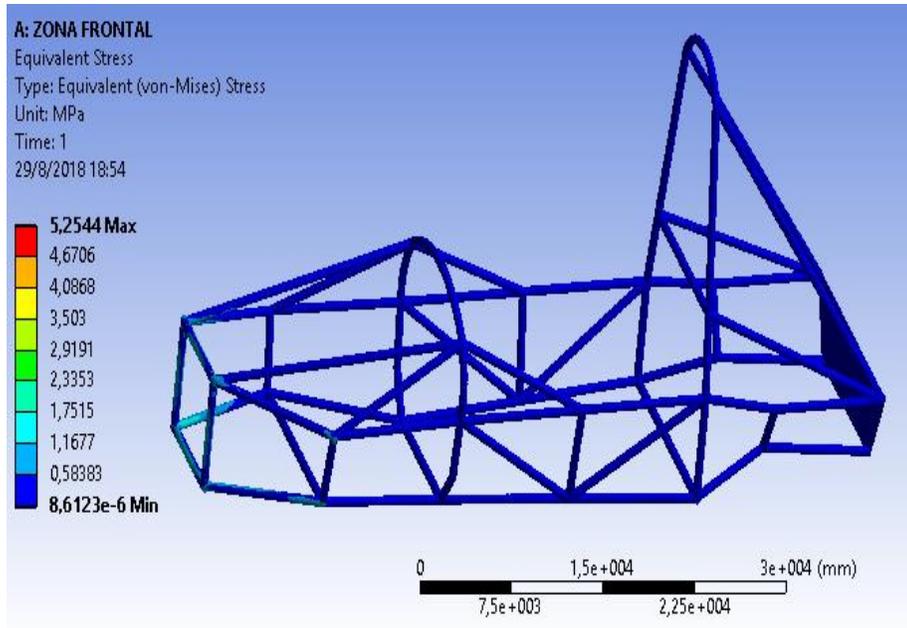


PARÁMETRO	VALOR
<b>Fuerza aplicada</b>	$F_x = 150 \text{ KN}$ $F_y = 0 \text{ KN}$ $F_z = 0 \text{ KN}$
<b>Deformación permitida</b>	25 mm
<b>Deformación obtenida</b>	2,41 mm



# VON MISES

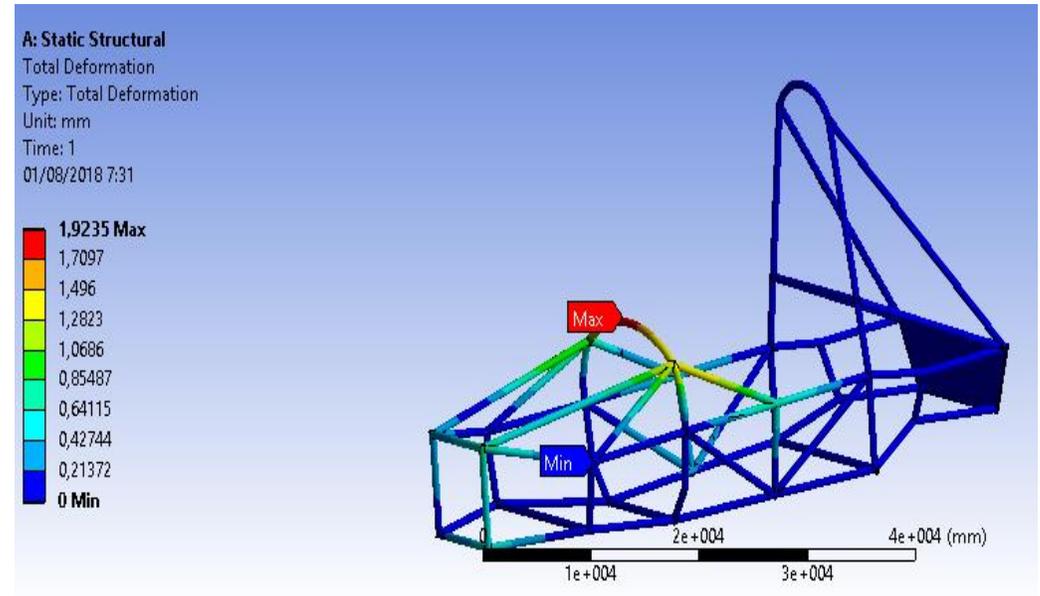
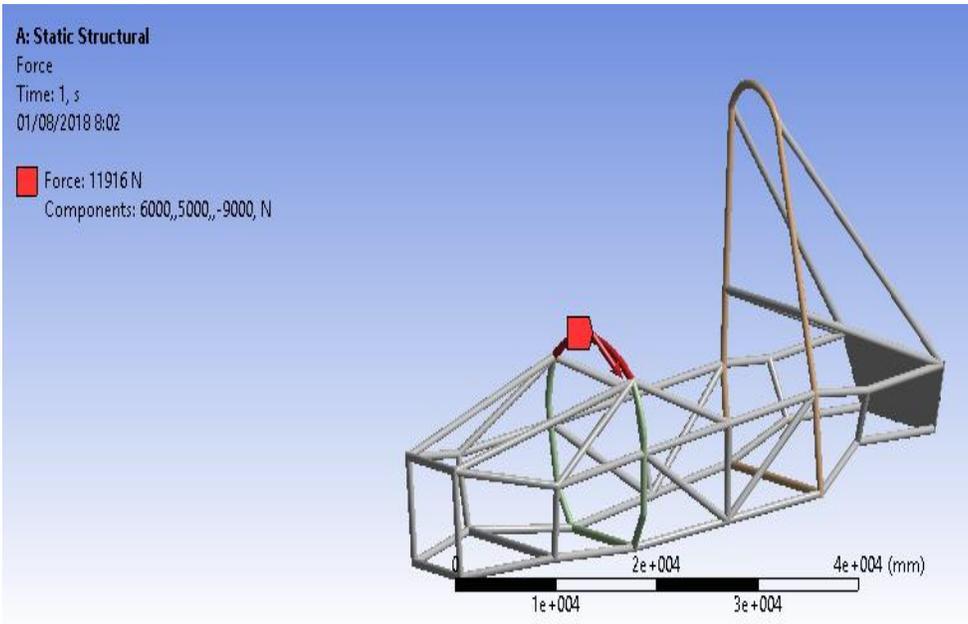
# COEFICIENTE DE SEGURIDAD



PARÁMETRO	VALOR
Von Mises	5,25 MPa
Factor de seguridad	13,34



# ARCO DELANTERO

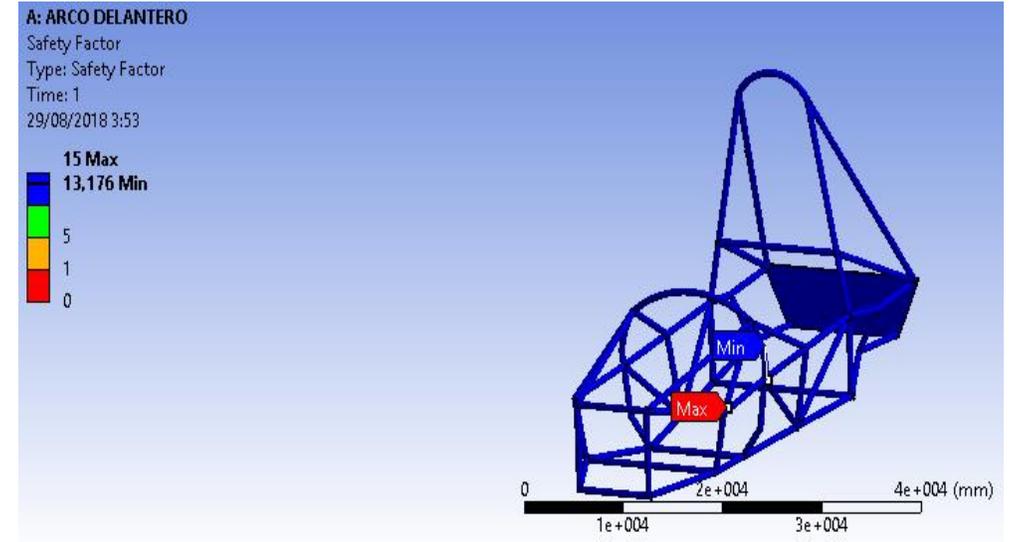
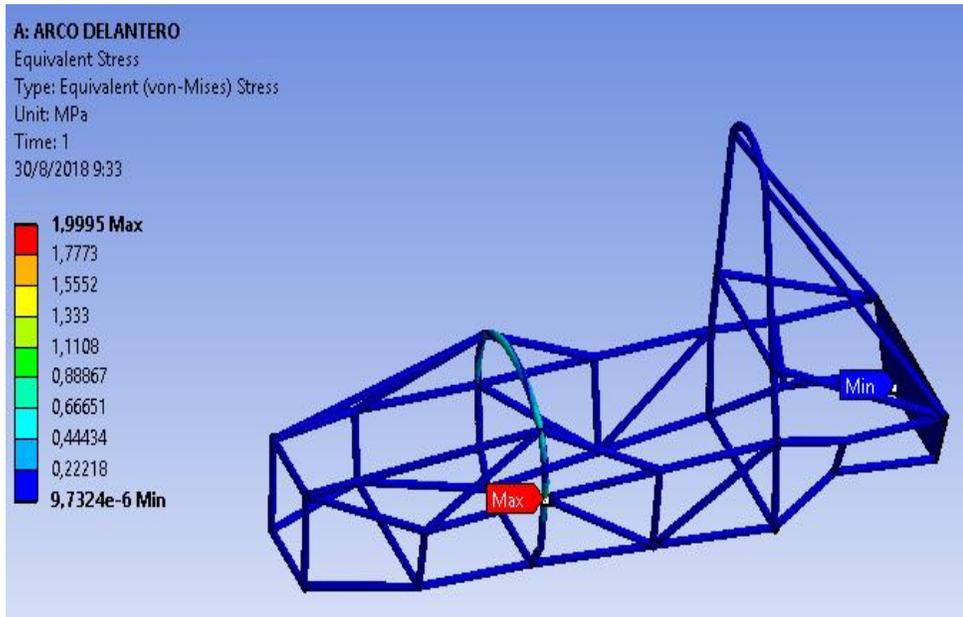


PARÁMETRO	VALOR
Fuerza aplicada	$F_x = 6 \text{ KN}$
	$F_y = 5 \text{ KN}$
	$F_z = -9 \text{ KN}$
Deformación permitida	25 mm
Deformación obtenida	1,92 mm



# VON MISES

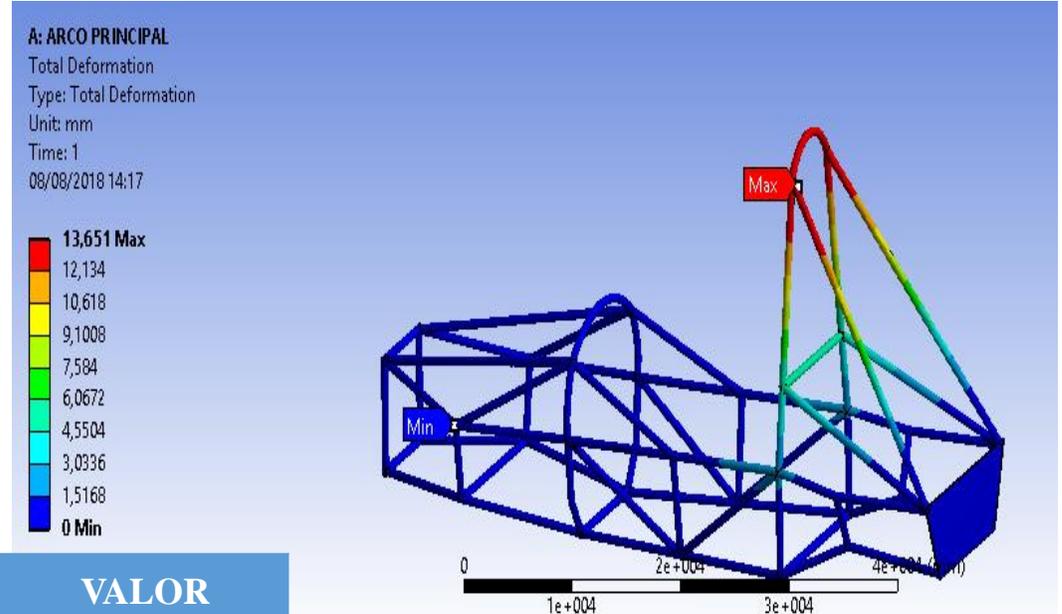
# COEFICIENTE DE SEGURIDAD



PARÁMETRO	VALOR
Von Mises	1,99 MPa
Factor de seguridad	13,17



# ARCO PRINCIPAL

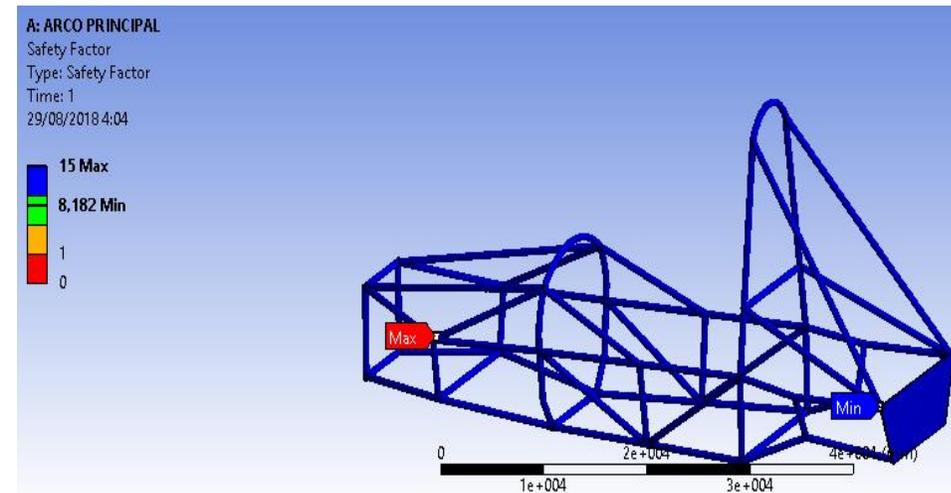
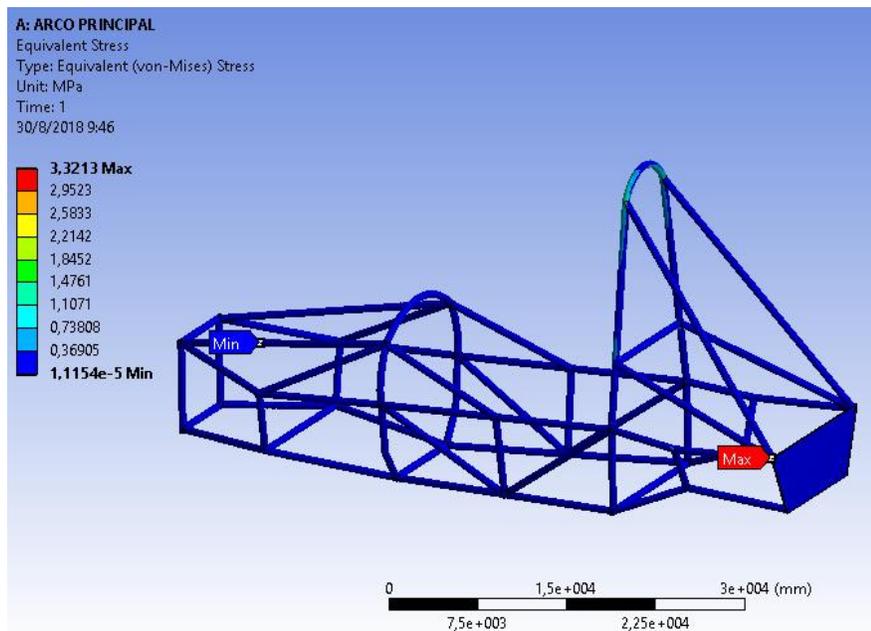


PARÁMETRO	VALOR
Fuerza aplicada	$F_x = 6 \text{ KN}$
	$F_y = 5 \text{ KN}$
	$F_z = -9 \text{ KN}$
Deformación permitida	25 mm
Deformación obtenida	13,65 mm



# VON MISES

# COEFICIENTE DE SEGURIDAD



PARÁMETRO	VALOR
Von Mises	3,32 MPa
Factor de seguridad	8,18



# ZONA DE IMPACTO LATERAL

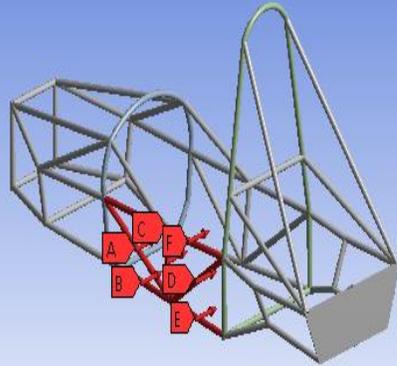
Á: ZONA DE IMPACTO LATERAL

Force 9

Time: 1, s

08/08/2018 14:05

- A** Force 3: 7000, N
- B** Force 4: 7000, N
- C** Force 5: 7000, N
- D** Force 6: 7000, N
- E** Force 8: 7000, N
- F** Force 9: 7000, N



Á: ZONA DE IMPACTO LATERAL

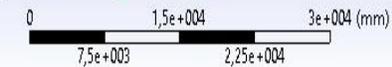
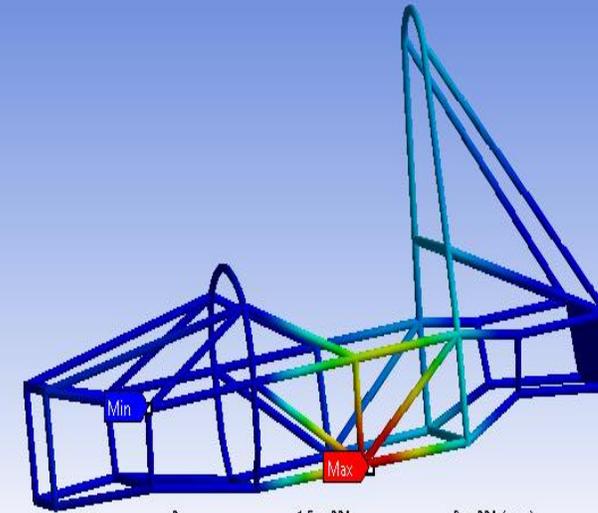
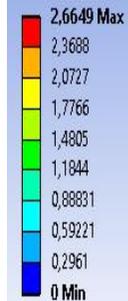
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1

08/08/2018 14:02

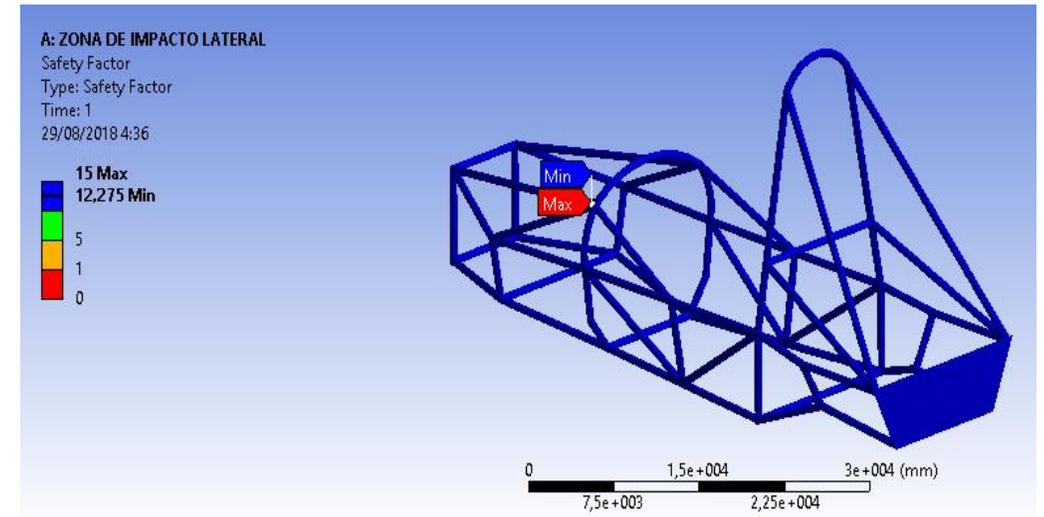
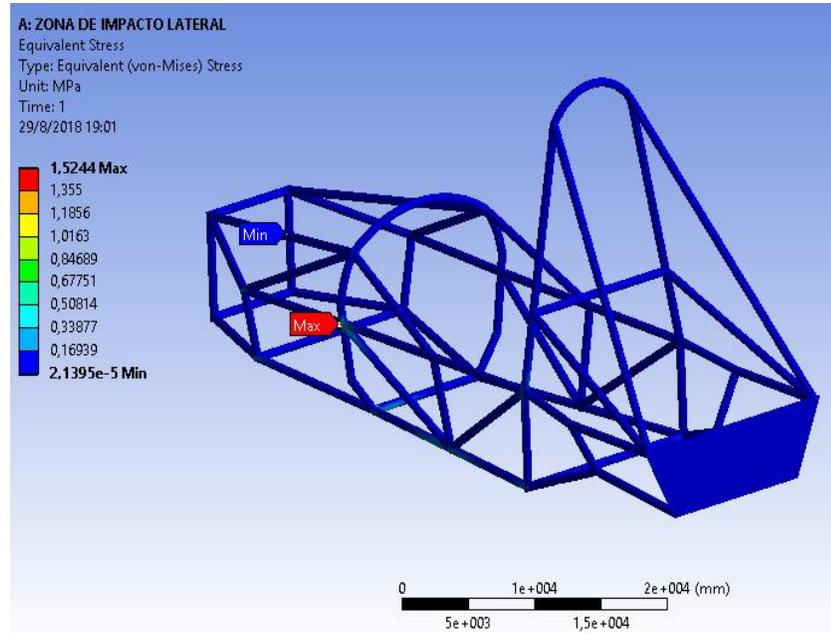


PARÁMETRO	VALOR
<b>Fuerza aplicada</b>	$F_x = 0 \text{ KN}$
	$F_y = 7 \text{ KN}$
	$F_z = 0 \text{ KN}$
<b>Deformación permitida</b>	25 mm
<b>Deformación obtenida</b>	2,66 mm



# VON MISES

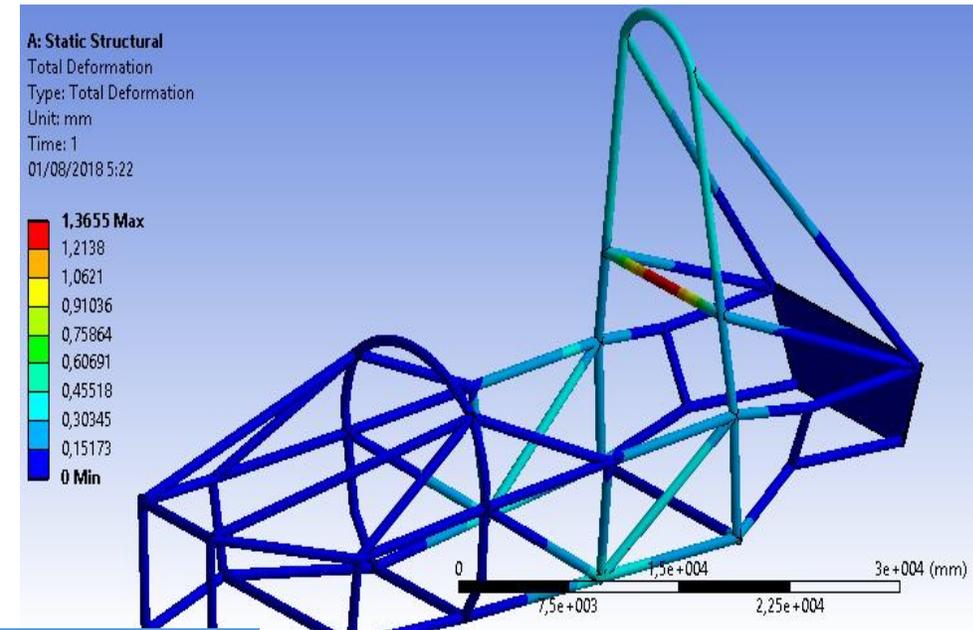
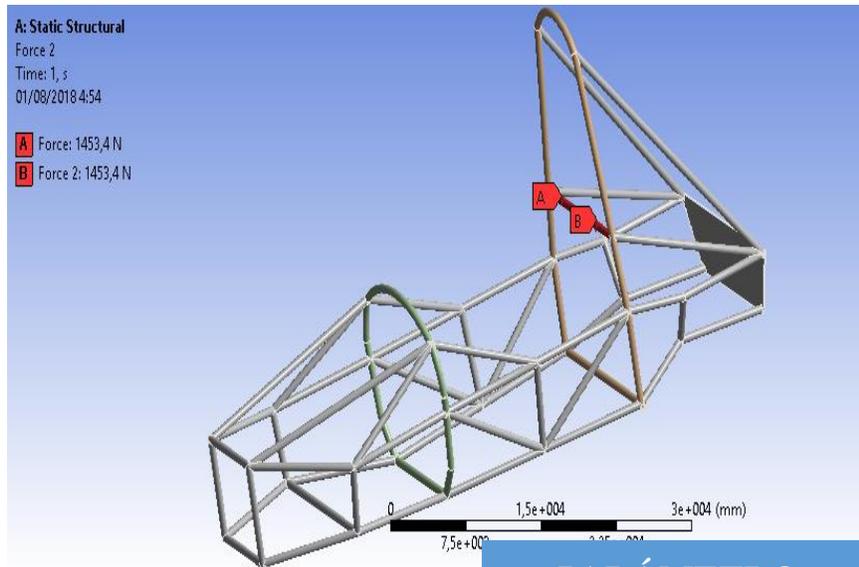
# COEFICIENTE DE SEGURIDAD



PARÁMETRO	VALOR
Von Mises	1,52 MPa
Factor de seguridad	12,27



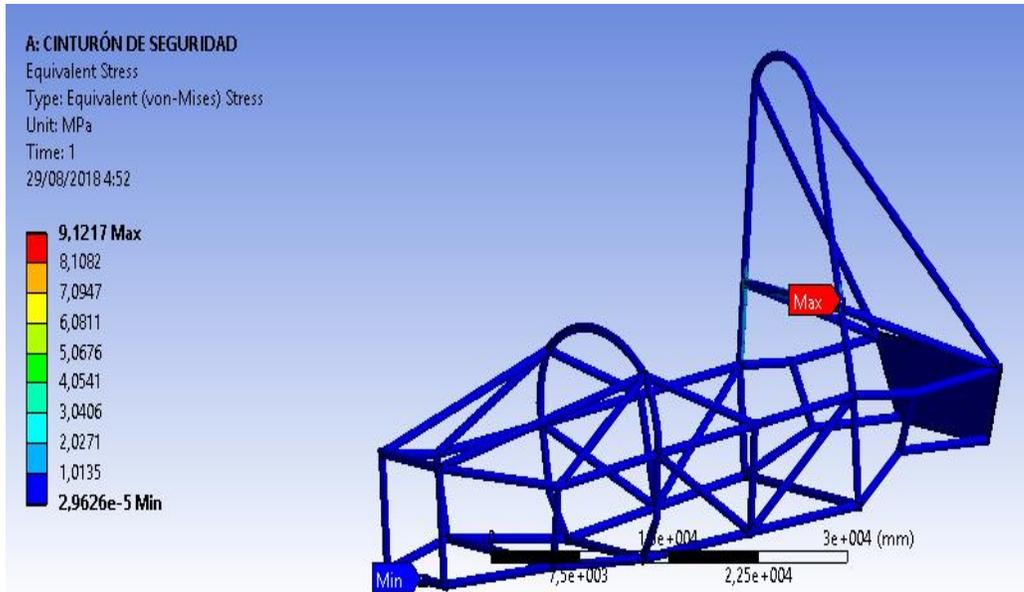
# BARRA DE SUJECCIÓN CINTURÓN DE SEGURIDAD



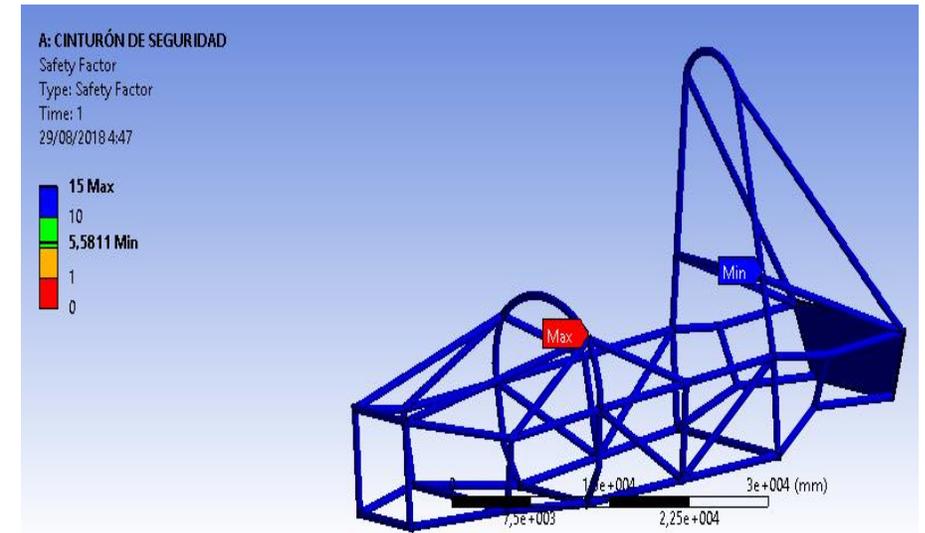
PARÁMETRO	VALOR
Fuerza aplicada	$F_x = 0 \text{ KN}$
	$F_y = 7 \text{ KN}$
	$F_z = 0 \text{ KN}$
Deformación permitida	25 mm
Deformación obtenida	1,36 mm



# VON MISES



# COEFICIENTE DE SEGURIDAD



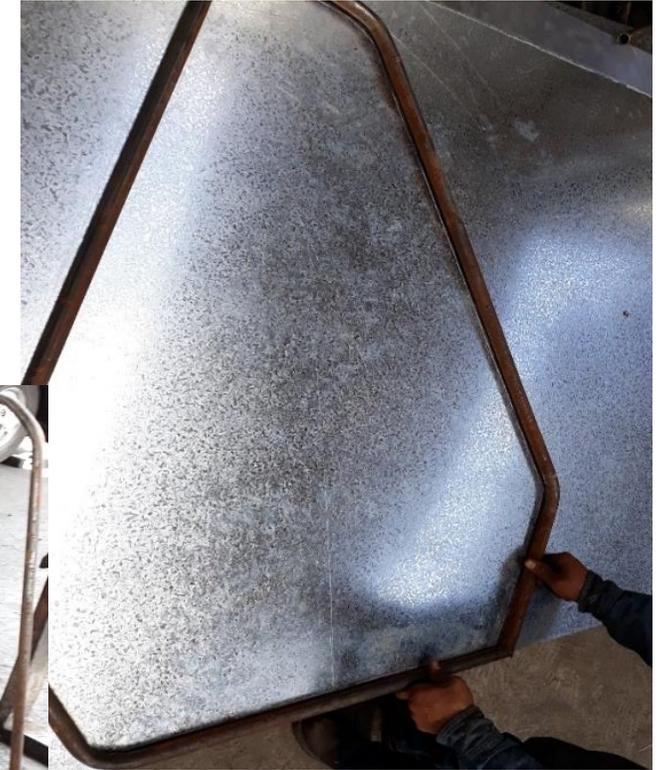
PARÁMETRO	VALOR
Von Mises	9,12 MPa
Factor de seguridad	5,58



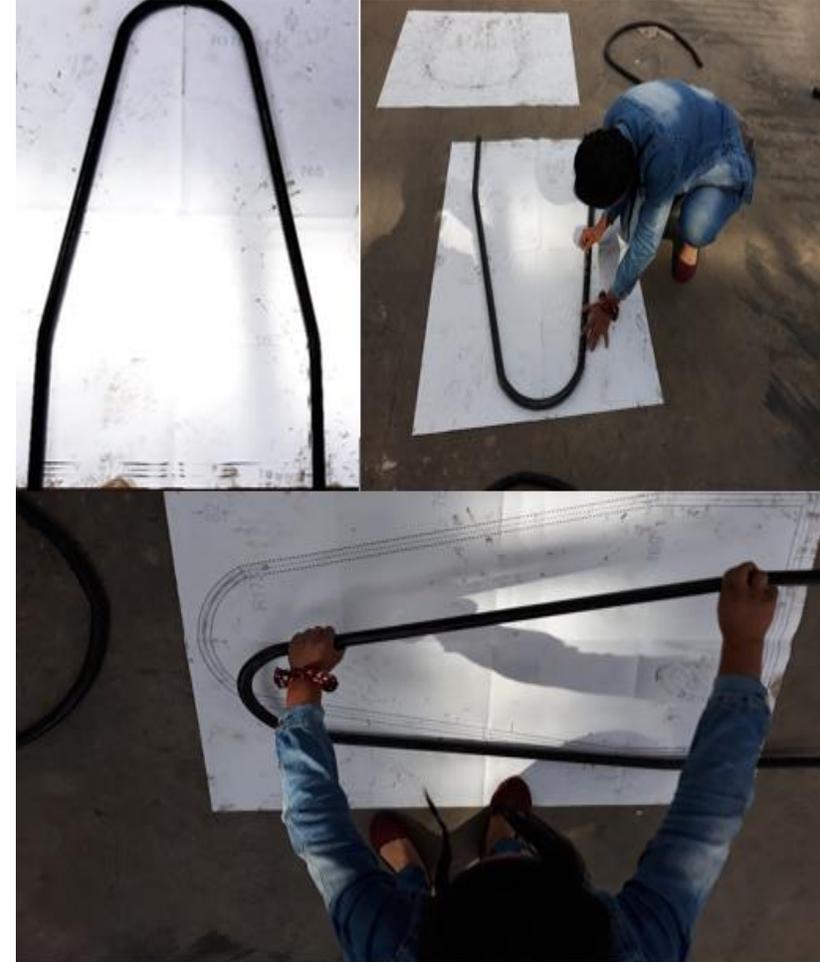
# CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR



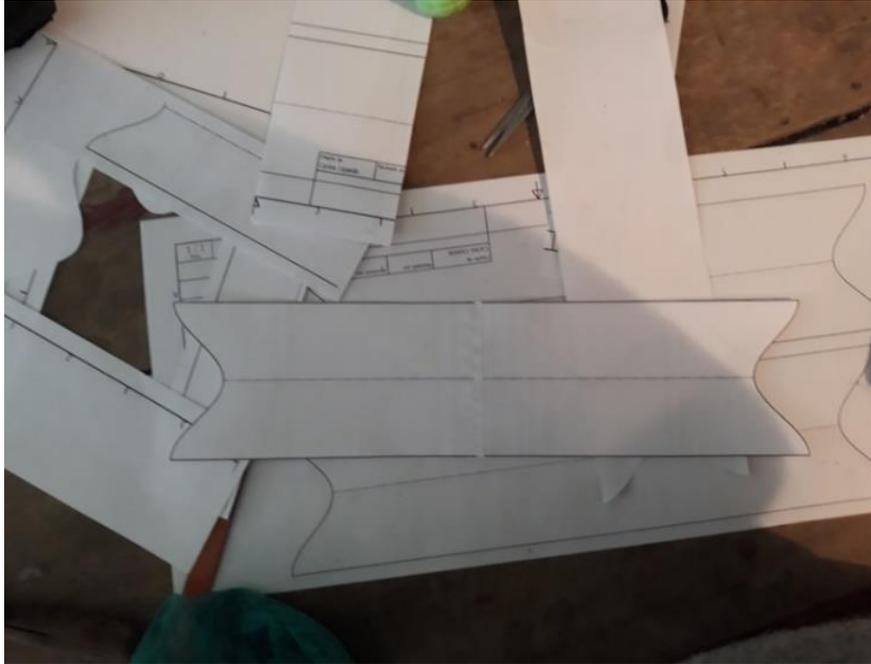
# CONSTRUCCIÓN PREVIA DEL BASTIDOR



# DOBLADO DE LOS ARCOS DE SEGURIDAD



# PROCESO DE CORTE



# PROCESO DE ENSAMBLE



# PROCESO DE SOLDADURA

Miller Syncrowave 250 Dx

Parámetros	Valor
Amperaje	88 A
Voltaje	12.1 V
Material de aporte LINCOLN	
	5356 AlMg5Cr



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

# BASTIDOR



# PRUEBAS DE SOLDADURA POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS



# ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Inspección  
Visual



Líquidos Penetrantes



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

# Radiografía Industrial



# CONCLUSIONES



- El diseño del bastidor para un vehículo Tipo Formula SAE se desarrolló durante toda esta investigación de acuerdo a los requerimientos y restricciones del Reglamento Oficial 2017-2018, obteniendo resultados favorables en las distintas simulaciones, ninguno de los resultados presentó una deformación mayor a los 25 mm, y el factor de seguridad de 8,7 en el análisis de impacto lateral, lo que indica que la estructura es resistente.
- De acuerdo al análisis de resultados de deformación, se evidencia que el bastidor 2013 FESPE posee valores menores en los cuatro parámetros con relación al bastidor en aluminio T6-6061 2018, mientras que en comparación con el bastidor FESPE 2014 el bastidor de Aluminio T6 6061 posee una menor deformación en cuatro de estos parámetros, siendo la deformación mayor de 13,61 mm en el arco principal, estos valores varían de acuerdo al tipo de material y diseño de la estructura.
- En la construcción, al utilizar el aluminio T6- 6061 se pudo lograr una reducción de peso, obteniendo como resultado 26,5 Kg lo que representa el 70% con relación al bastidor FESPE construido en el 2014 con material de acero cuyo peso es de 60 Kg aproximadamente.



- Basado en el análisis de ensayos no destructivos realizados por la empresa ITQM (Servicios de Inspección y Gestión de Calidad) se determinó la calidad de la soldadura mediante el proceso de tintas penetrantes la misma que con este proceso se validó y liberó la estructura del bastidor mediante la normativa (AWS D1.2/D1.2M:2014). Para el ensayo de radiografía industrial se utilizó la normativa (AWS D1.1), la que determinó que en un 75% es óptima.
- Mediante la construcción de la matriz evitamos que en la estructura del bastidor se produzca algún tipo de deformación o deslizamiento de los elementos.
- En el proceso de soldadura TIG el material de aporte para la soldadura en aluminio es 5356 (AlMg5Cr), el aluminio T6-6061 posee un 80% de magnesio evidenciándose en la soldadura por el destello amarillo verdoso que emite.



# RECOMENDACIONES



- Realizar los cortes de la tubería mediante láser, agua u otro método que permita precisión al momento de ensamblar la estructura.
- Realizar una preparación del material a soldar, para obtener una mejor fusión entre el material de aporte y material base.



**GRACIAS**



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