



Real Federación Española
de Automovilismo

REGLAMENTO DE HOMOLOGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD ANTE LA R.F.E de A.



1. GENERAL

El presente reglamento está destinado a la homologación de estructuras de seguridad ante la Real Federación Española de Automovilismo (de ahora en adelante R.F.E. de A.) para vehículos admitidos en grupos nacionales exclusivamente y según el siguiente cuadro explicativo:

Grupo	Especialidades	Tipo de Estructura/Homologación admitida			Observaciones
		Según Anexo J (Artesanal)	Homologada ADN	Homologada FIA	
Prototipo E1 Nacional Prototipo E2 Nacional	Rallyes Tierra - Montaña - Autocross	Art. 253-8	RH RFEdA	No	Si el chasis es multitubular solo será admitida una estructura homologada
Buggies Nacionales TT	Rallyes TT	No	RH RFEdA	No	Se admiten estructuras homologadas por otras ADN's para estos vehículos
CM Promoción CM+	Montaña	No	RH RFEdA	No	
Car Cross Car Cross Junior	Autocross	No	RH RFEdA	No	

RH RFEdA = Reglamento de Homologación RFEdA para Estructuras de Seguridad

Tabla 1 - Estructuras homologables según el presente reglamento

Las estructuras de seguridad especialmente homologadas ante una ADN no se deben modificar en ningún aspecto.

Antes de fabricar la primera unidad de una estructura, el fabricante debe recibir la aceptación inicial por parte de la R.F.E. de A. mediante el envío de un dibujo de la estructura completa. En caso contrario, la R.F.E. de A. podrá rechazar la aceptación de la homologación.

La R.F.E. de A. se reserva el derecho de rechazar la homologación o certificación de una estructura de seguridad por incumplimiento de las prescripciones de diseño, dimensiones, materiales y/o criterios de aceptación establecidos en el presente reglamento, así como por el incumplimiento de cualquier punto de la "Normativa de Homologación de Estructuras de Seguridad ante la R.F.E. de A.".

2. DISEÑO Y DIMENSIONES

El diseño de la estructura de seguridad presentada a la R.F.E. de A. para su aprobación y posterior homologación, así como las dimensiones de los tubos utilizados, deberá ser conforme a los siguientes artículos según el grupo al que pertenezca el vehículo:

- 2.1. Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional
- 2.2. Buggies Nacionales TT
- 2.3. CM Promoción y CM+
- 2.4. Car Cross y Junior Car Cross

Para cualquier grupo, el conjunto de la estructura de seguridad (diseño + dimensiones) deberá cumplir con los requisitos de aceptación del estudio de resistencia de materiales por elementos finitos obligatorio y descrito en este reglamento.



2.1. Prototipos E1 Nacional y E2 Nacional

La estructura de seguridad debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el Art. 253-8.3 del Anexo J al CDI.

Las dimensiones del diámetro exterior del tubo utilizado podrán ser menores que las descritas en el Art. 253-8.3.3 salvo en los siguientes elementos:

- Estructura básica según Dibujos 253-1, 253-2 y 253-3.
- Barras de las puertas.

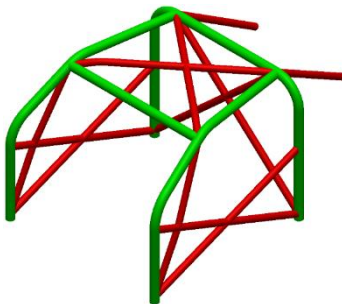
En los elementos donde se puedan disminuir las dimensiones, el espesor de pared será de mínimo 1,5 mm.

2.2. Buggies Nacionales TT

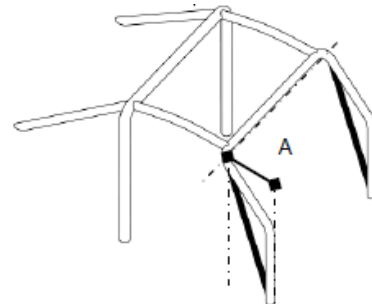
La estructura de seguridad debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el Dibujo 1.

No obstante, este diseño mínimo podrá tener una disposición distinta a la mostrada en el Dibujo 1 previa aceptación del mismo por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A.

Si la distancia (A), medida en horizontal, entre el punto de anclaje al chasis del arco delantero y el miembro transversal delantero fuera superior a 200 mm, será obligatorio instalar una barra de refuerzo que una estos dos puntos (refuerzo del parabrisas).



Dibujo 1 - Diseño mínimo Buggie Especial TT



Dibujo 2 – Dimensión A para refuerzo del parabrisas

Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad, Dibujo 1, deberán ser, como mínimo, las reflejadas en la tabla 2.

	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø50 x 1,5 o Ø40 x 2
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

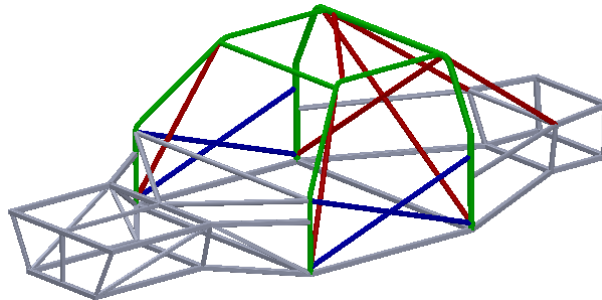
Tabla 2 - Dimensiones de tubo mínimas Buggies

No obstante, si el vehículo Buggie Nacional quiere ser diseñado para cumplir con los requerimientos FIA del Grupo T3, se deberá tener en cuenta que se deben cumplir los artículos 283 y 286 del Anexo J al CDI, en aquello referente a la estructura de seguridad.



2.3. CM Promoción y CM+

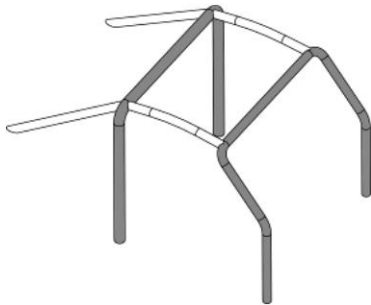
La estructura de seguridad (barras resaltadas en colores verde, azul y rojo) debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el dibujo 5.



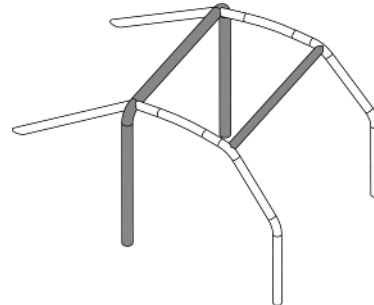
Dibujos 3 - Diseño mínimo CM

La distribución de la estructura básica deberá ser:

- Arco delantero con tirantes de unión al arco principal, tal y como se muestra en el dibujo 3.
- Semiarcos laterales con tirante transversal delantero, tal y como se muestra en el dibujo 4.

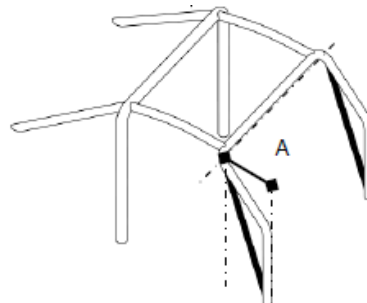


Dibujos 4 - Configuración de arco principal + arco delantero



Dibujos 5 - Configuración de arco principal + semiarcos laterales

Si la distancia (A), medida en horizontal, entre el punto de anclaje al chasis del arco delantero y el miembro transversal delantero fuera superior a 200 mm, será obligatorio instalar una barra de refuerzo que una estos dos puntos (ver Dibujo 2).



Dibujos 6 – Dimensión A para refuerzo del parabrisas

Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad deberán ser, como mínimo, las reflejadas en la tabla 3.



	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø50 x 1,5 o Ø40 x 2
Tubo Azul	Ø40 x 1,5
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

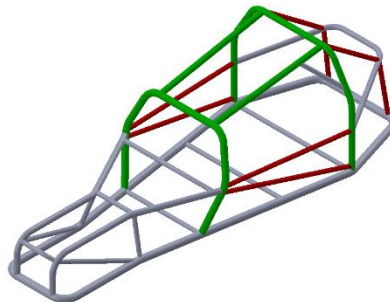
Tabla 3 - Dimensiones de tubo mínimas CM

No obstante, si el vehículo CM quiere ser diseñado para cumplir con los requerimientos FIA del Grupo E2-SC o CN, se deberá tener en cuenta que se deben cumplir los artículos 277 y 259 del Anexo J al CDI respectivamente. En el caso del Art. 277 del Anexo J, las estructuras de seguridad de los vehículos E2-SC fabricados posteriormente al 01.01.2010 deberán cumplir con el Art. 259-16.4 del Anexo J, que indica lo siguiente:

- Dimensiones mínimas de tubo 45x2.5 mm (Art. 259-16.4.1).
- Disposición de tubos de acuerdo a los Art. 259-16.4.2 y Art. 259-16.4.3.

2.4. Car Cross y Junior Car Cross

La estructura de seguridad (barras resaltadas en colores verde y rojo) debe cumplir con el diseño mínimo reflejado en el dibujo 6.



Dibujo 6 - Diseño mínimo Car Cross y Junior Car Cross

No obstante, este diseño mínimo podrá tener una disposición distinta a la mostrada en el dibujo 6 previa aceptación del mismo por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A.

Las dimensiones de los tubos que conforman la estructura de seguridad deberán ser como mínimo las reflejadas en la tabla 4.

	Dimensiones mínimas [mm]
Tubo Verde	Ø40 x 2
Tubo Rojo	Ø35 x 1,5
Resto Tubos	Ø35 x 1,5

Tabla 4 - Dimensiones de tubo mínimas Car Cross y Junior Car Cross

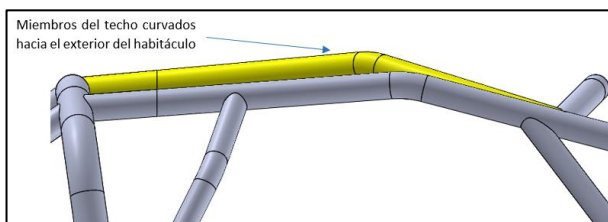
3. PRESCRIPCIONES APLICABLES A TODOS LOS GRUPOS

Barra para los arneses de seguridad:

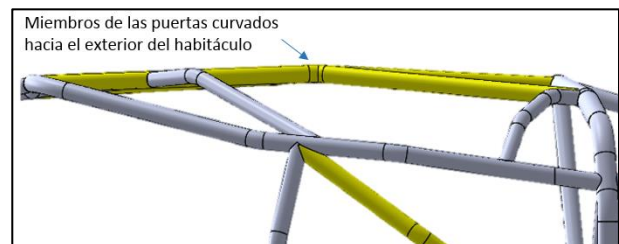
En caso de que se proyecte una barra en la estructura para anclar las bandas de los hombros de los arneses de seguridad, estas deberán cumplir con las dimensiones indicadas en el Art. 253-6.2 del Anexo J.

Curvatura de barras:

Es muy recomendable que, tanto las barras laterales de puertas, Dibujo 7 como las del techo, Dibujo 8, se diseñen y fabriquen con una curvatura orientada hacia el exterior del habitáculo.



Dibujo 7 - Vista lateral de la estructura



Dibujo 8 - Vista en planta de la estructura

Diseños alternativos a lo expuesto anteriormente:

Como alternativa a los diseños expuestos en los apartados 2.2, 2.3 y 2.4, se podrán presentar, previa aceptación por parte del Departamento Técnico de la R. F. E. de A., propuestas con disposiciones de tubos alternativas.

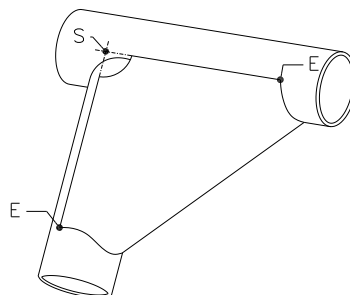
Cartelas de refuerzo (Obligatorio para todos los grupos y recomendable para Car Cross y Junior Car Cross):

En el caso de existir uniones (formando una cruz o similar) entre:

- los miembros diagonales del arco principal
- los refuerzos del techo
- los tirantes de las puertas
- los tirantes de las puertas y los pilares de refuerzo del parabrisas (si los tirantes de las puertas y el pilar de refuerzo del parabrisas no están situados en el mismo plano, el refuerzo debe estar fabricado en chapa de acero)

Estos miembros deberán estar reforzados por un mínimo de dos cartelas de acuerdo con el siguiente criterio:

- Refuerzo para un ángulo o unión hecho de chapa doblada en forma de U (dibujo 9) de espesor no inferior a 1,0 mm.
- Los extremos de dicha cartela (punto E) deben estar situados a una distancia del punto superior del ángulo (punto S) de 2 a 4 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.
- Se permite un corte en la parte superior del ángulo (R) pero su radio no debe ser mayor de 1,5 veces el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.
- El lado plano de la cartela puede tener un agujero cuyo diámetro no debe ser más grande que el diámetro exterior del tubo mayor de los unidos.



Dibujo 9 - Cartela de refuerzo



Las cartelas deberán estar soldadas en todo el perímetro de contacto con los tubos. La soldadura podrá ser discontinua.

En cualquier caso, se recomienda soldar las cartelas en los ángulos más agudos formados por las barras a reforzar.

4. MATERIAL

En cualquier tipo de estructura presentada según el artículo anterior, se podrán usar los siguientes tipos de aceros:

- Aceros aleados de alta resistencia y destinados a la fabricación mecánica, como por ejemplo 25CrMo4 o 15CDV6.
- Acero al carbono no aleado con un contenido máximo de carbono del 0.3%. Se considera que un acero al carbono no aleado puede contener, como máximo, los siguientes porcentajes de componentes en su composición:

Elemento	Contenido	Elemento	Contenido	Elemento	Contenido
Aluminio	0,1	Novio	0,05	Manganeso	1,6
Bismuto	0,1	Níquel	0,3	Molibdeno	0,08
Boro	0,0008	Plomo	0,4	Wolframio	0,1
Cobalto	0,1	Silicio	0,6	Lantánidos	0,05
Cobre	0,4	Titanio	0,05	Otros (Excepto P, C, N y O)	0,05
Cromo	0,3	Vanadio	0,1		

Tabla 5 - Contenido máximo de elementos de aleación en un acero considerado no aleado

En ambos casos, este acero deberá ser conformado mediante estirado en frío y carecer de soldadura.

La resistencia a tracción de los materiales no podrá ser inferior a 355 MPa. No obstante, se recomienda encarecidamente usar un acero al carbono con un grado equivalente o superior al ST52/E355, dadas sus propiedades mecánicas, para cualquiera de las estructuras expuestas en el presente reglamento.

El cualquier caso, se deberá disponer del certificado de colada de los materiales. En estos debe figurar:

- Dimensiones del tubo.
- Composición química.
- Límite elástico.
- Resistencia a tracción.
- Alargamiento hasta rotura.

5. ESTUDIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES POR ELEMENTOS FINITOS

El estudio de resistencia de materiales tendrá que ser llevado a cabo y visado por un ingeniero cualificado para dicho propósito con un programa de simulación adecuado, que habrá que declarar en el Proyecto Técnico definido en la "Normativa de Homologación de Estructuras de Seguridad ante la R. F. E. de A."

El tipo de elemento usado para la discretización del modelo deberá ser bi-dimensional (tipo superficie) o tri-dimensional (tipo sólido)

Se podrán proponer otros modos de aplicación de las cargas, previa solicitud al Departamento Técnico de la R.F.E. de A., siempre que las características de la estructura y las hipótesis de los ensayos lo hagan factible.

5.1. Solicitaciones de carga

Los valores de las fuerzas se calculan con la masa del vehículo, en condiciones de carrera, más 80 o 160 kg según el grupo al que pertenezca el vehículo. Posteriormente, esta masa total, denominada 'P', se debe multiplicar por un coeficiente en función del ensayo que se lleve a cabo.

A continuación, se detalla cómo se deben aplicar las cargas y a que grupos afectan. Las indicaciones se acompañan de unos dibujos orientativos donde se resaltan con colores las barras sobre las cuales se deben aplicar las cargas.

5.2.1 Carga Vertical



Aplicable para todos los grupos

Carga uniformemente repartida, en sentido descendente, y de valor $7,5 \times P$ [daN] sobre toda la parte superior del arco principal, hasta un máximo de 75 mm con respecto al punto de unión de los semiarcos laterales y/o los tirantes traseros. Se muestra el siguiente dibujo como ejemplo de la zona de aplicación de la carga.

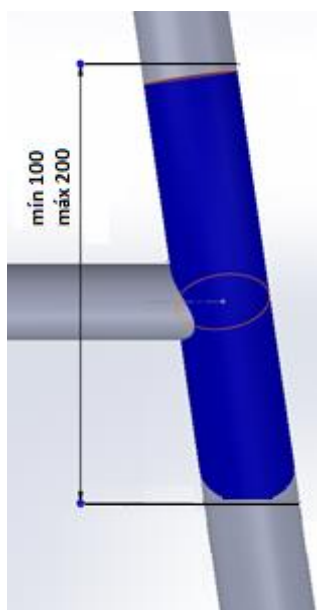


Dibujo 10 - Vista en planta de detalle del arco principal, cotas en mm

5.2.2 Carga Frontal

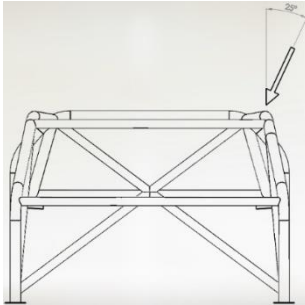
Aplicable para todos los grupos excepto Car Cross y Junior Car Cross

Carga uniformemente repartida, hacia el interior de la estructura, y de valor $3,5 \times P$ [daN] sobre el semiarco lateral / arco frontal a la altura del miembro transversal delantero y extendiéndose entre 100 y 200 mm a lo largo del tubo. Se muestra el siguiente dibujo como ejemplo de la zona de aplicación de la carga.

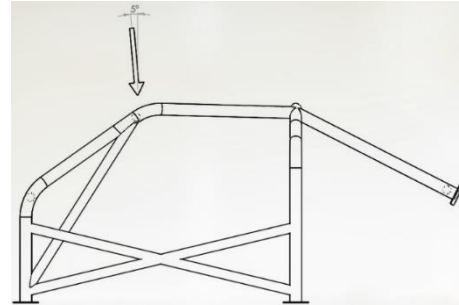


Dibujo 11 – Vista en planta de detalle del semiarco lateral, cotas en mm

Esta carga debe estar orientada de la siguiente manera:



Dibujo 12 – En vista frontal, inclinada 25° hacia el interior de la estructura



Dibujo 13 – En vista lateral, inclinada 5° hacia el interior de la estructura

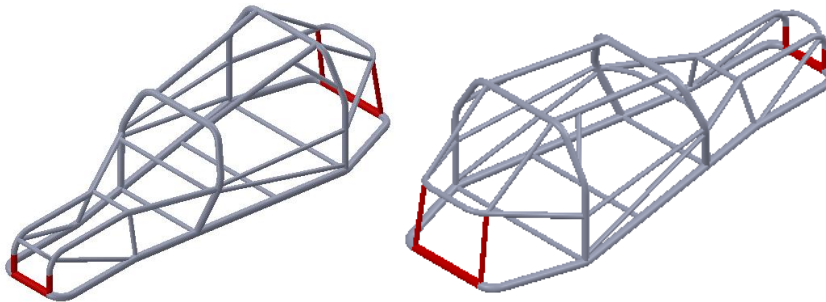
Un método alternativo para orientar la carga es descomponer la fuerza en los tres ejes coordenados del espacio según los siguientes valores:

- 90% de la fuerza nominal en dirección Vertical.
- 8% de la fuerza nominal en dirección Longitudinal.
- 42% de la fuerza nominal en dirección Transversal.

5.2.3 Carga Longitudinal

Aplicable únicamente para Car Cross y Junior Car Cross

Carga uniformemente repartida, hacia el interior de la estructura, de valor $6 \times P$ [daN] daN sobre la parte delantera y la trasera del chasis. Se deberá aplicar sobre los tres primeros tramos de las barras de la parte frontal y trasera de la estructura según el ensayo. Se muestra el siguiente dibujo como ejemplo de la zona de aplicación de la carga.



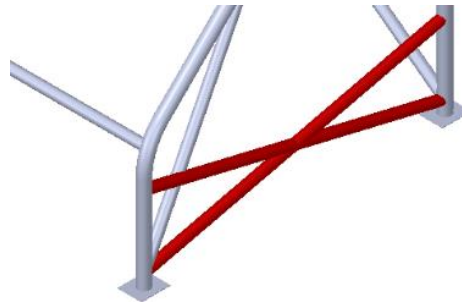
Dibujo 14 – Zonas de aplicación marcadas en rojo

Para este caso de carga, deben resolverse dos ensayos independientes con cada caso de carga (delantero y trasero).

5.2.4 Carga Lateral

Aplicable para todos los grupos

Carga uniformemente repartida, hacia el interior de la estructura, de valor $3,5 \times P$ [daN] daN sobre la totalidad de los refuerzos laterales de las puertas. Se muestra el siguiente dibujo como ejemplo de la zona de aplicación de la carga.



Dibujo 15 - Zonas de aplicación marcadas en rojo

5.2. Cuadro resumen

En el siguiente cuadro resumen se recogen las solicitaciones explicadas en el Art. 5.1:




Especialidad	Solicitaciones de carga [daN]						Desplazamientos máx. [mm] En cualquier caso de carga
	P	Vertical	Frontal	Longitudinal	Lateral	Esquema explicativo	
Prototipo E1 Nacional Prototipo E2 Nacional	Masa del vehículo [kg] + 160 kg	7,5P			3,5P		50
Buggies Nacionales TT						3,5P	
CM Promoción CM+	Masa del vehículo [kg] + 80 kg		N/A	6P			
Car Cross Car Cross Junior							

Tabla 6 - Síntesis de las cargas que hay que aplicar en función del grupo

5.3. Condiciones de contorno

Se deberá restringir el movimiento de la estructura en todos los grados de libertad (desplazamientos y rotación) de cada punto de fijación al chasis. En la siguiente tabla explicativa se puede ver, en morado en la fila superior, los puntos que hay que fijar mientras que en la fila inferior se muestra la superficie correspondiente sobre la que restringir el movimiento.



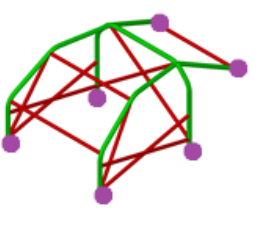
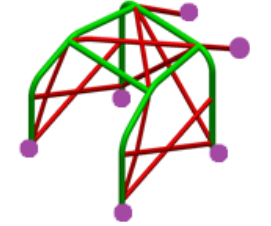
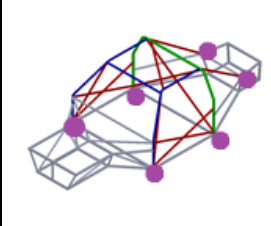
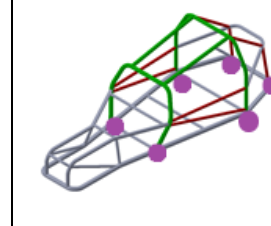
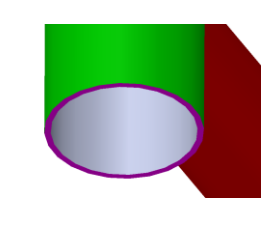
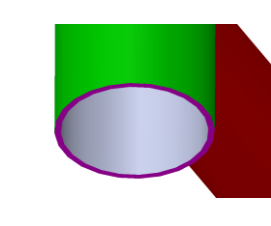
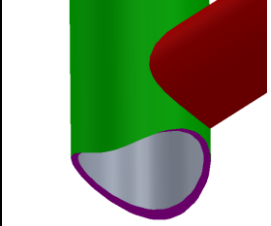
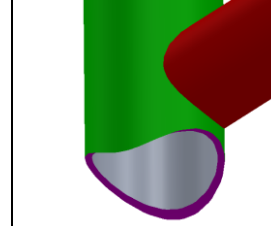
	Pototipos E1 y E2	Buggies TT	CM España	Carcross y Carcross Junior
Puntos de Fijación				
Superficie de aplicación				

Tabla 7 - Puntos de fijación de la estructura y superficies de aplicación

Se podrán proponer otros modos de aplicación de las condiciones de contorno, previa solicitud al Departamento Técnico de la R.F.E. de A., si las características de la estructura y las hipótesis de los ensayos lo hacen factible.

5.4. Criterios de aceptación

5.4.1 Desplazamientos

En el instante de aplicación del 100% de la carga, en el ensayo de simulación no podrá existir desplazamiento, como consecuencia de la deformación elástica y/o plástica, superior a 50 mm, medidos en cualquier dirección del espacio y en toda la estructura. Esto es de aplicación a cualquiera de los casos de solicitaciones de carga.

5.4.2 Tensiones

En caso de realizar un análisis lineal no se podrá superar el límite elástico del material en toda la estructura. En el caso de superarse el límite elástico, se deberá justificar el ensayo con un análisis no lineal.

En caso de realizar un análisis no lineal no se podrá superar la tensión de rotura del material en toda la estructura.

5.5. Resultados

Los resultados de los ensayos deberán presentarse, incluidos en el Proyecto Técnico, de la siguiente manera:

1. Descripción completa de la configuración del ensayo (materiales, justificación de las cargas aplicadas, condiciones de contorno, características del mallado, etc.).
2. Imágenes de los resultados obtenidos, tanto de tensiones como desplazamientos y su leyenda correspondiente, que debe ser legible y estar escalada adecuadamente.
3. Conclusión con un cuadro resumen que recoja los valores máximos de tensiones, desplazamientos límite elástico, resistencia a tracción y coeficiente de seguridad de cada uno de los ensayos (según el grupo).
4. Además de los 3 puntos anteriores, es recomendable añadir un informe del ensayo si el programa usado para los estudios por elementos finitos lo puede generar.