

INFORME TÉCNICO

Reglamento UN ECE R66.02- Informe Final

Desarrollo R66.02 para vehículo Prototipo Midibús

16DE_AGA_PROTOTIPO_MIDIBUS_DE1607008_w29_17072017

Cliente: AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A.

Representado por: Sr. Mario Medina.

Realizado por:

Iván Márquez

Project Leader, Design Engineering

Fecha de entrega : 17/07/2017

- 01_ Introducción
- 02_ Descripción del vehículo
- 03_ Energía de referencia
- 04_ Descripción arcos de seguridad
- 05_ Resultados
- 06_ Conclusiones

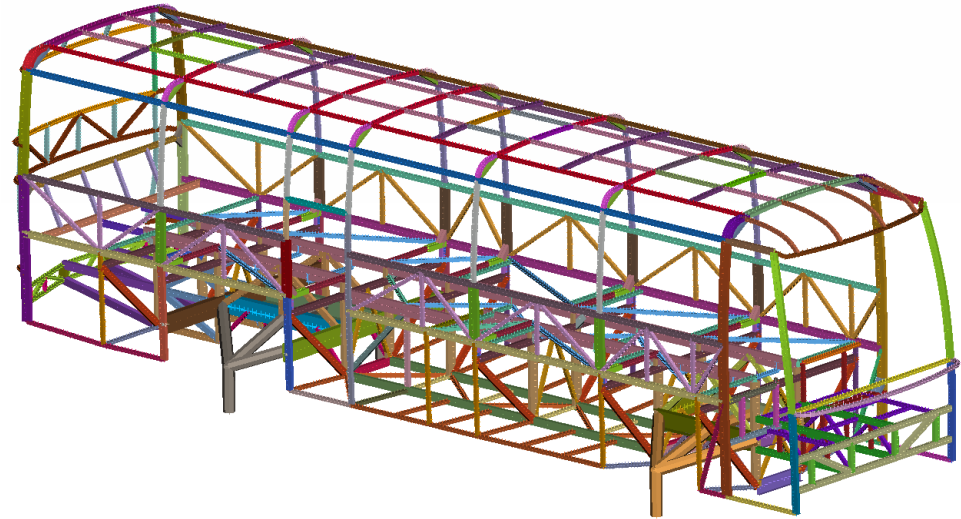


Fig 1. Modelo de Elementos Finitos estudiado.

- ANEXO I: Información adicional requerida por el reglamento UN ECE 66.02
- ANEXO II: Uniones Rígidas
- ANEXO III: Procedimiento de Ensayo Uniones Rígidas
- ANEXO IV: Modelos de Material
- ANEXO V: Análisis de Materiales

Objetivo

El objetivo de este proyecto es el desarrollo por simulación de la estructura resistente al vuelco del vehículo PROTOTIPO MIDIBUS de AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. según reglamento UN ECE 66.02; y se realiza tras la aceptación efectuada por AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. de los encargos de trabajo Q1604271-1, con fecha de aceptación del 01/07/2016 y FCHQ17060011 con fecha 22/06/2017 y según la configuración de estructura y los datos de masa y CdG descritos en la siguiente página.

Alcance

Para la realización del desarrollo de la estructura, se ha partido del archivo “1. ENSAMBLE PROTOTIPO AGA 11,3 JULIO 8.igs” enviado por AGA el día 11/07/2016.

El procedimiento de la simulación esta basado en el Método de Elementos Finitos, utilizando el código implícito de ABAQUS. La estructura ha sido modelada por medio de elementos viga, teniendo en cuenta, de la manera más precisa posible, tanto la posición de las masas puntuales como de las masas distribuidas del vehículo, de acuerdo a la información enviada por AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A.

Para la realización de la simulación se ha partido de los resultados de los ensayos de materiales realizados durante este proyecto para los perfiles principales de la superestructura (ver Anexo IV y Anexo V).

Las uniones Lateral-Techo y Lateral-Piso se han considerado rígidas durante la simulación del vuelco. Una vez fijada la configuración de Lateral y Techo para los arcos de seguridad según las simulaciones de vuelco, se ha verificado la rigidez de estas uniones con un estudio detallado de las mismas. (ver Anexo II).

Resultados

Los resultados obtenidos en el cálculo para el diseño original, no cumplen con las especificaciones requeridas en base al Reglamento UN ECE 66.02. a partir de aquí, se han llevado a cabo distintas pruebas con distintos materiales así como configuraciones de perfiles durante el desarrollo de la estructura.

Conclusiones

Una vez analizadas las distintas configuraciones, se ha obtenido una solución para validar que la estructura cumple con las especificaciones requeridas en base al Reglamento UN ECE 66.02.

• Descripción de masa y cdg del vehículo

Descripción de peso del vehículo			
Masa TOTAL efectiva (Mt) (1)	13094	kg	
Masa eje DELANTERO	4227	kg	(32%)
Masa eje TRASERO	8867	kg	(67%)
Masa en orden de marcha (Mk) (2)	11700	kg	
Masa total de los ocupantes (Mm) (3)	2788	kg	41 pasajeros
K * (Mm) (K=0.5)	1394	kg	

Tabla 1. Descripción de peso del vehículo

Posición del centro de gravedad (cdg)			
Distancia longitudinal desde el eje delantero para Mt	3958	±125	mm
Distancia transversal para Mt	20	±20	mm
Altura del cdg desde el suelo para Mt	1329	mm	
Altura del cdg desde el suelo para Mk	1240	mm	
Altura del cdg desde el suelo para k*Mm (k=0.5)	2076	mm	

Tabla 2. Posición del centro de gravedad

H: Altura total del vehículo desde el suelo (sin AA)

W: Ancho total del vehículo

L: Longitud total del vehículo

H (m)	3,370 m
W (m)	2,5 m
L (m)	11,275 m

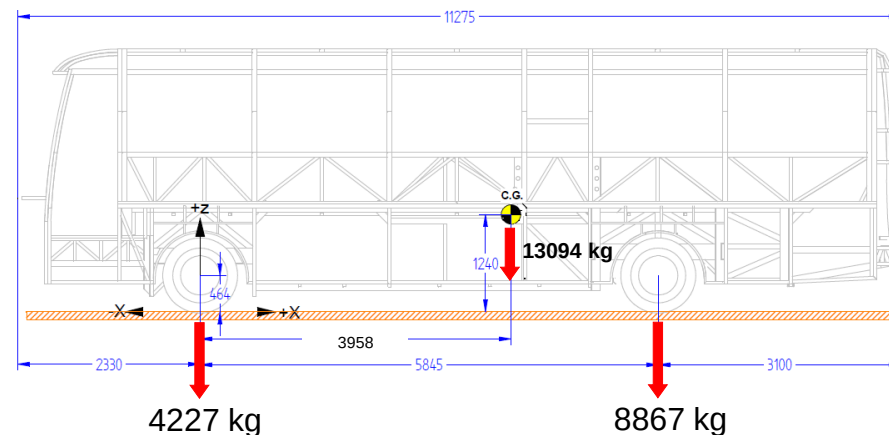


Fig 2. Características del vehículo

Según el Reglamento UN ECE R66.02:

(1) Mt es la masa total efectiva del vehículo. Siendo la combinación de la masa en orden de marcha del vehículo (Mk) con la masa total de los ocupantes de los asientos equipados con sistemas de retención:

$$Mt = Mk + k * Mm \text{ (k=0.5)}$$

(2) Mk es la masa del vehículo, sin ocupantes ni carga, pero con 75 Kg de masa del conductor, la masa del combustible correspondiente al 90% de la capacidad del depósito y, en su caso, la masa del refrigerante, el lubricante, las herramientas y la rueda de repuesto.

(3) Mm es la masa de los viajeros y el personal que ocupe asientos equipados con dispositivos de retención.

- Configuración de distribución de asientos más crítica considerada para este vehículo: 41 pasajeros

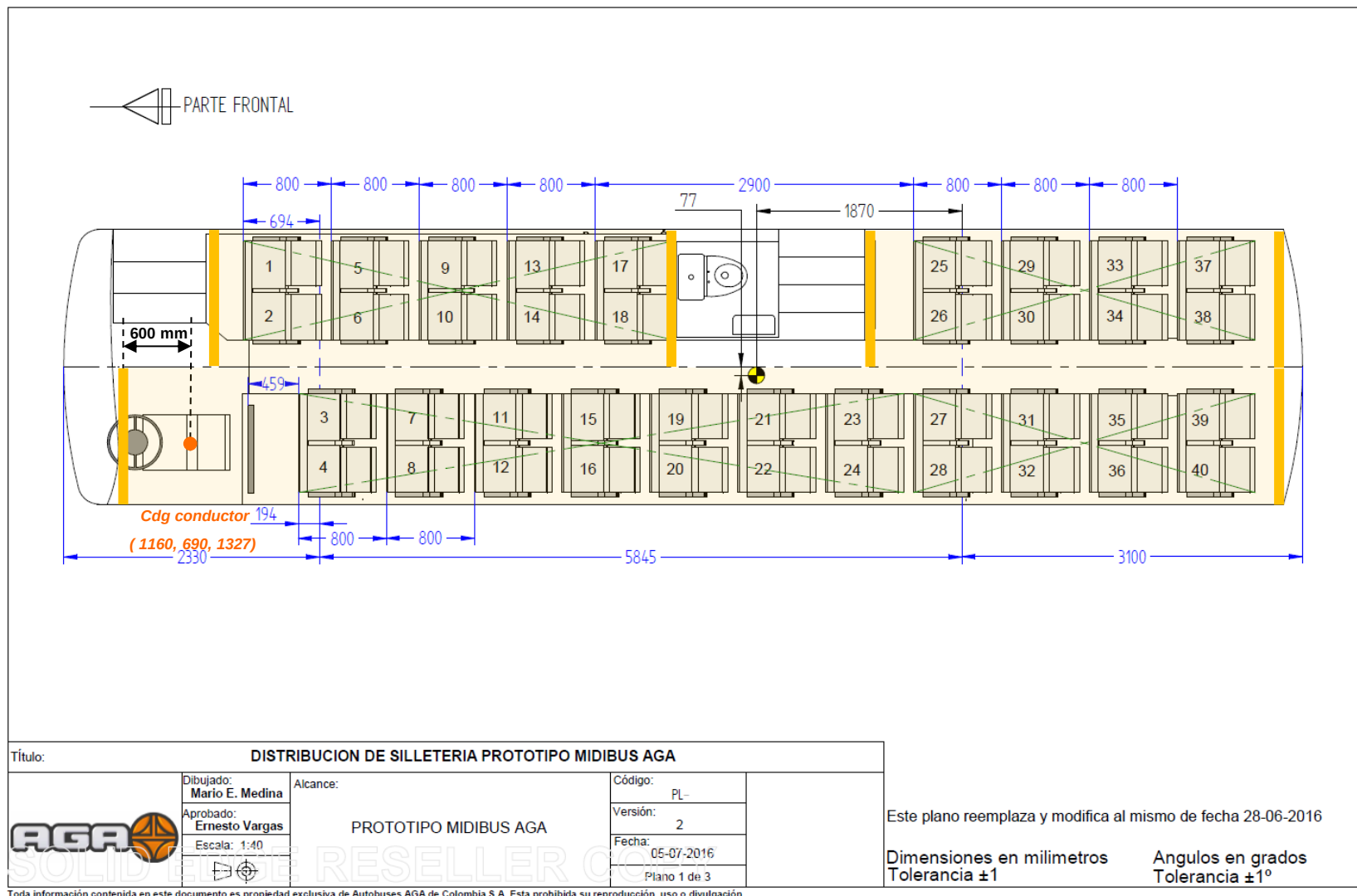


Fig 3. Vista superior del interior del vehículo con la configuración de asientos más desfavorable para definir el espacio de supervivencia

- Energía de referencia (ER) según reglamento UN-ECE R66.02: **338.888 J**

$$E_R = M \cdot g \cdot \left(0,8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2} \right)$$

Donde:

$M = M_t = 13094 \text{ kg}$

$g = \text{Constante gravitacional}$

$h_0 = \text{Altura (m) del centro de gravedad del vehículo para el valor de masa (M) elegido} = 1,329 \text{ m}$

$B = \text{Distancia perpendicular (m) del plano central longitudinal del vehículo al eje de rotación en el ensayo de vuelco} = 1,250 \text{ m}$

$t = \text{Distancia perpendicular (m) del centro de gravedad del vehículo desde su plano central longitudinal vertical} = 0,02 \text{ m}$

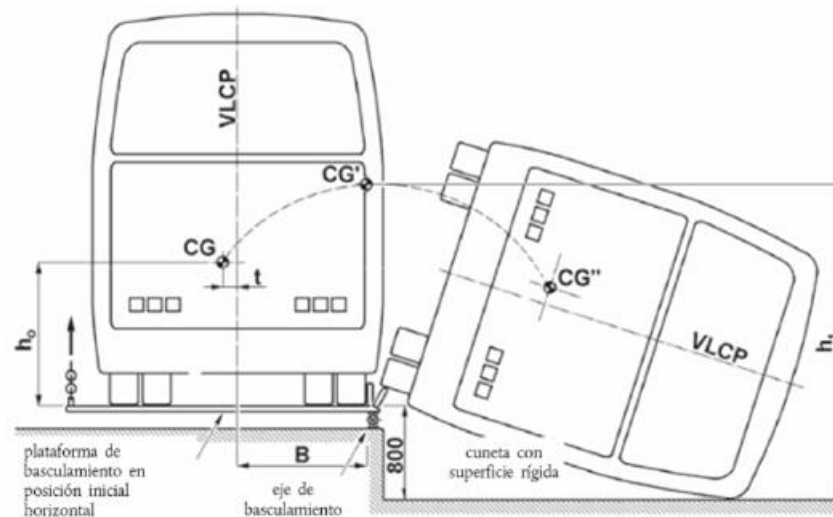


Fig 4. (pág. 9 Reglamento 66.01)

• Configuración de los arcos de seguridad – Estatus Inicial

DESCRIPCION ARCOS SEGURIDAD	ARCO A	SECCION
	Techo	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 20 y 21
	ARCO B	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 22 y 23
	ARCO C	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 24 y 25
	ARCO D	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso Lado Izquierdo	Ver páginas 24 y 25
	Piso Lado Derecho	Ver página 26
	ARCO E	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 27 y 28
	ARCO F	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 29 y 30
	ARCO G	SECCION
	Techo	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENGTH 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver página 31

Tabla 4. Configuración arcos de seguridad

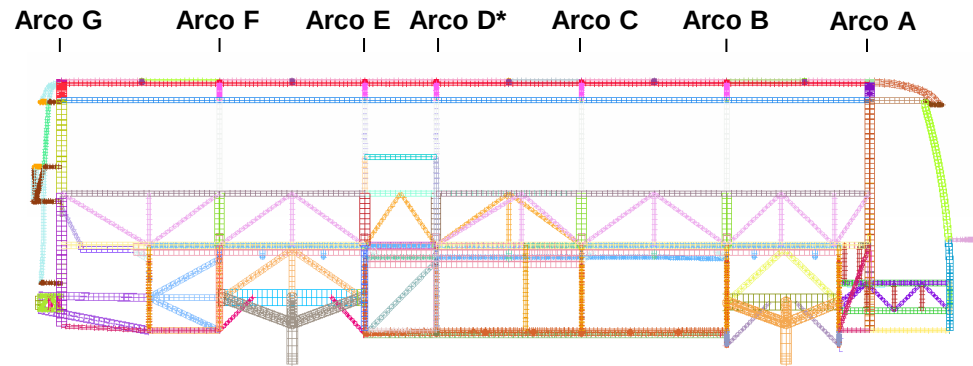


Fig 5. Arcos de seguridad

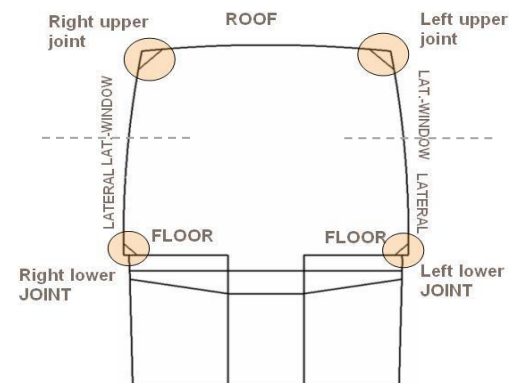


Fig 6. Descripción de las zonas de cada arco

Nota 1: Las uniones superiores e inferiores se han considerado rígidas en la simulación del vuelco. Posteriormente, estas uniones se han estudiado para validar su rigidez.

*: No se ha verificado la intrusión en el lado derecho del arco D al no existir dicho espacio, según la configuración de éste, descrita en la pagina 5 del presente informe. Aún y así, este arco se considera estructural y forma parte de la estructura resistente al vuelco.

- La superestructura **NO** invade el espacio de supervivencia en ningún momento durante la simulación del vuelco.
- La deformación máxima del vehículo ocurre en el arco A (lado derecho), siendo la distancia mínima al espacio de supervivencia de **15 mm**, a los **0.144 s**.
- Tabla resumen de las distancias mínimas de los arcos de seguridad al espacio de supervivencia durante la simulación del vuelco:

Arco	Distancia al espacio de supervivencia (mm)	Tiempo (s)
A	15	0.144
B	19	0.132
C	21	0.129
D	-	-
E	32	0.123
F	44	0.124
G	66	0.140

Tabla 5. Distancia mínima al espacio de supervivencia.
LADO DERECHO.

Arco	Distancia al espacio de supervivencia (mm)	Tiempo (s)
A	125	0.123
B	43	0.133
C	44	0.126
D	52	0.124
E	51	0.123
F	54	0.123
G	53	0.133

Tabla 6. Distancia mínima al espacio de supervivencia.
LADO IZQUIERDO.

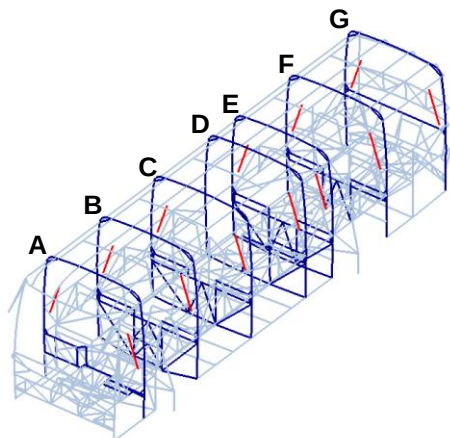


Fig 7. Arcos de seguridad

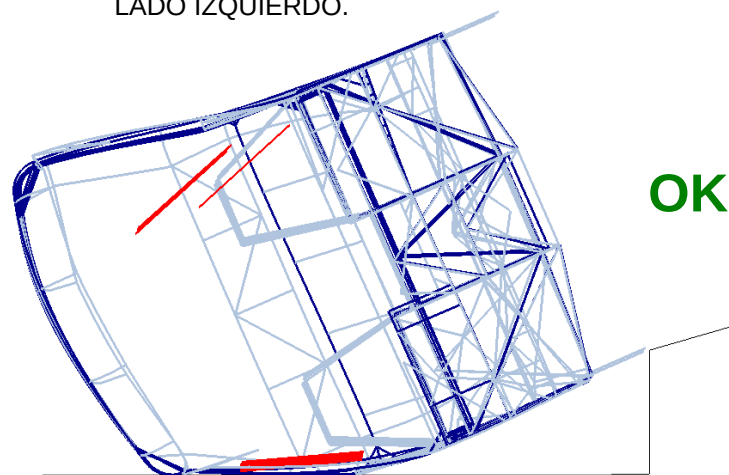
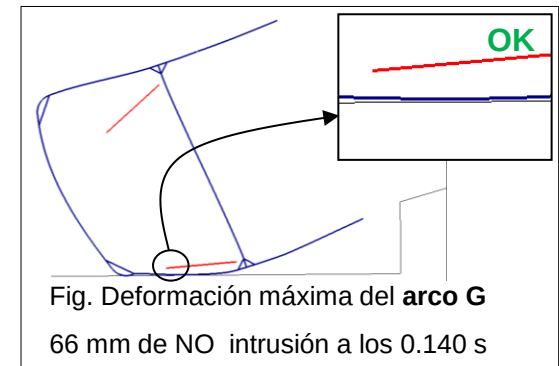
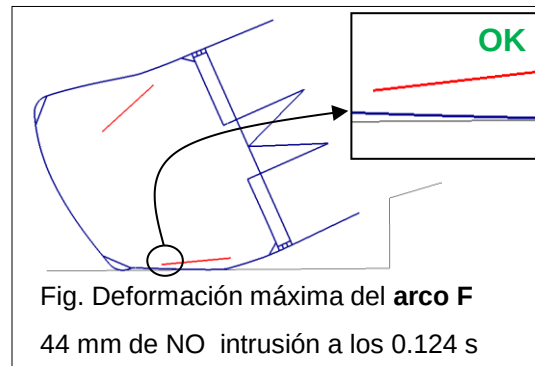
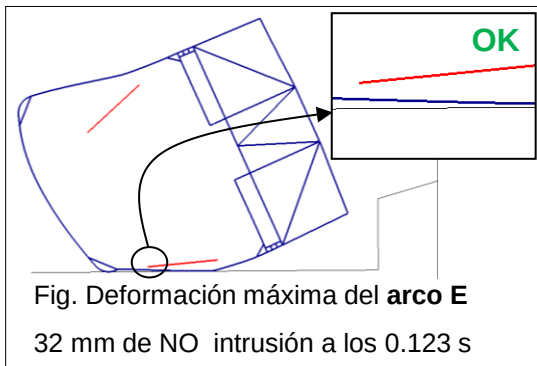
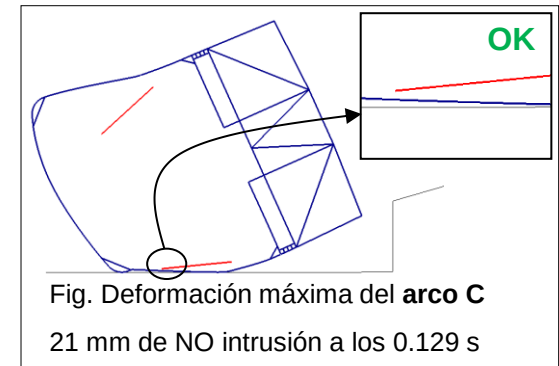
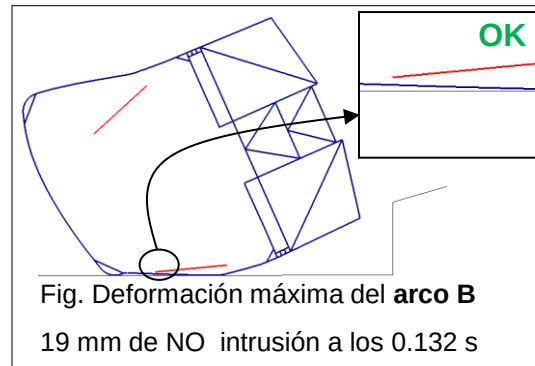
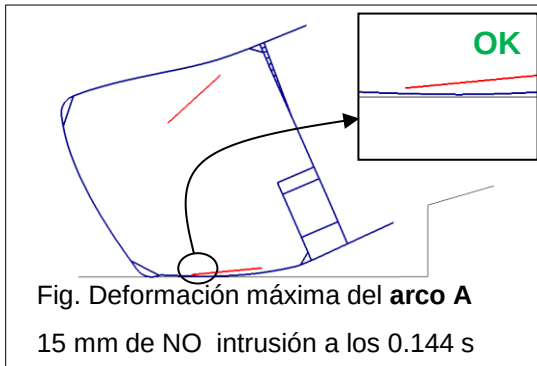


Fig 8. Momento de mínima distancia de la superestructura al espacio de supervivencia al contactar con el suelo durante la simulación del vuelco

- Lado derecho (puertas):



- La superestructura NO invade el espacio de supervivencia durante la simulación del vuelco.
- La distancia mínima al espacio de supervivencia es de 15 mm y se produce en el arco A a los 0.144 s.

- Evolución de la energía del vehículo completo durante la simulación al vuelco en el lado derecho:

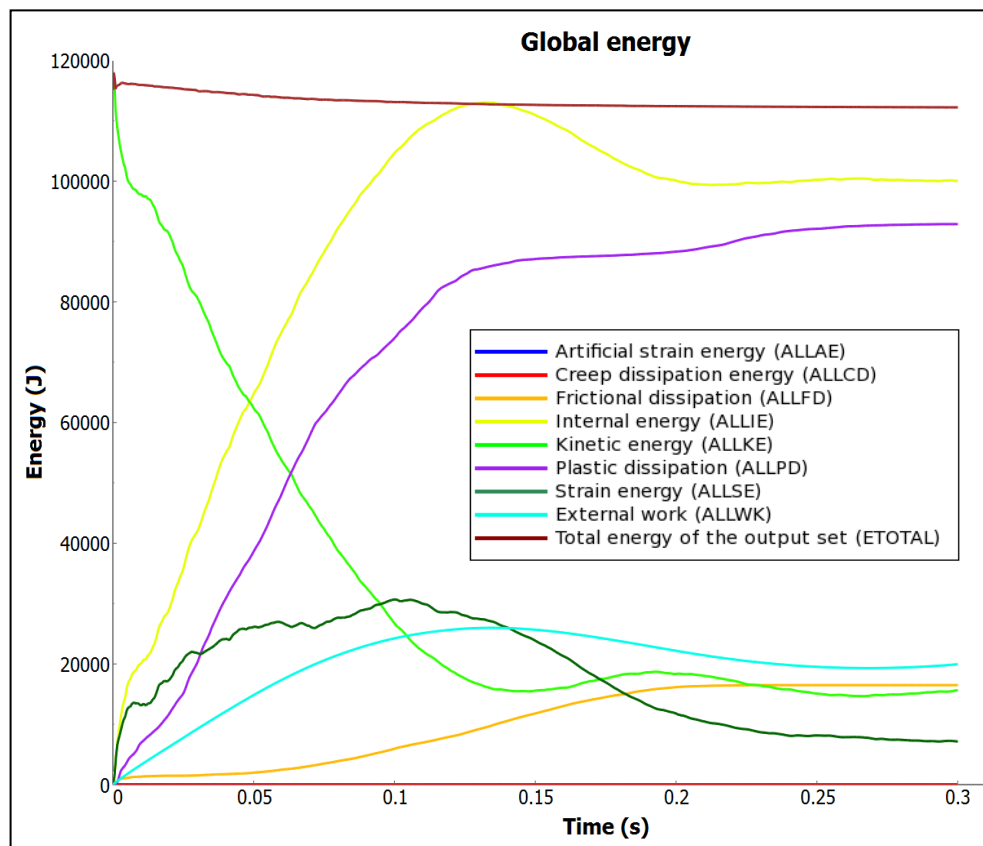


Diagrama 1. Evolución de la energía durante la simulación al vuelco

Energía total y sus componentes	Energía (J) en el momento de máxima deformación (t=0.144 s)
KINETIC ENERGY (ALLKE)	15.465 J
EXTERNAL WORK (ALLWK)	25.862 J
PLASTIC DISSIPATION (ALLPD)	86.848 J
RECOVERABLE STRAIN ENERGY (ALLSE)	25.165 J
CREEP DISSIPATION	0 J
VISCOUS DISSIPATION (IN DAMPERS ETC)	0 J
STATIC DISSIPATION (STABILIZATION)	0 J
ENERGY LOST AT IMPACTS	0 J
ENERGY TO CONTROL SPURIOUS MODES	0 J
ENERGY LOST THROUGH QUIET BOUNDARIES	0 J
ELECTROSTATIC ENERGY	0 J
ENERGY DUE TO ELECTRICAL CURRENT	0 J
ENERGY LOST TO FRICTIONAL DISSIPATION	11.059 J
BUCKLING DISSIPATION (FOR FRAME ELEMNT.)	0 J
DAMAGE DISSIPATION	0 J
TOTAL STRAIN ENERGY (STRESS POWER)	112.013 J
ENERGY BALANCE	112.674 J

Tabla 7. Energía en el momento de máxima deformación

- Lado izquierdo (conductor):

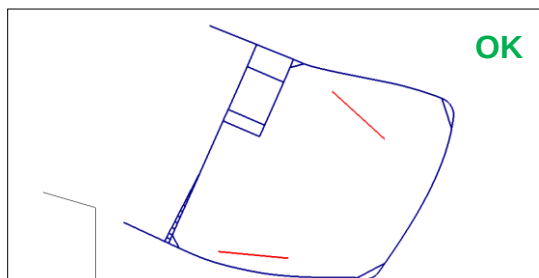


Fig. Deformación máxima del **arco A**
125 mm de NO intrusión a los 0.123 s

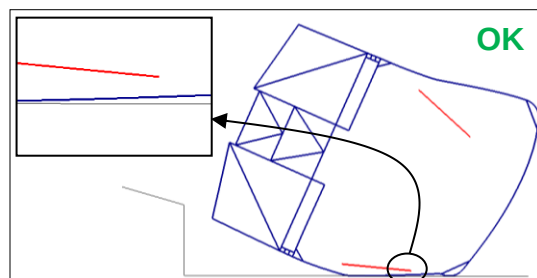


Fig. Deformación máxima del **arco B**
43 mm de NO intrusión a los 0.133 s

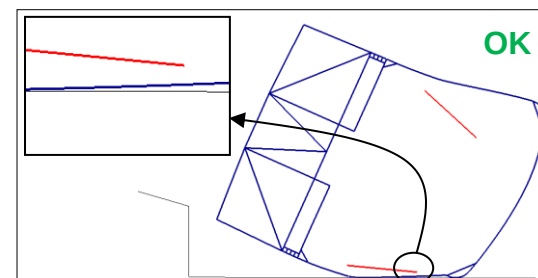


Fig. Deformación máxima del **arco C**
44 mm de NO intrusión a los 0.126 s

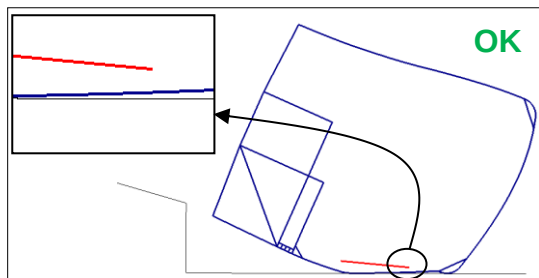


Fig. Deformación máxima del **arco D**
52 mm de NO intrusión a los 0.124 s

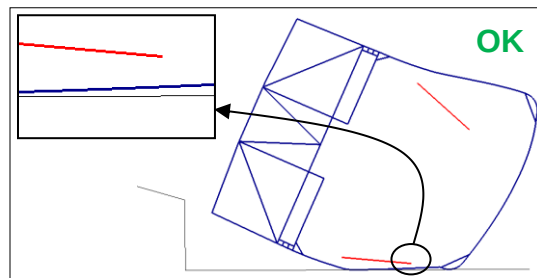


Fig. Deformación máxima del **arco E**
51 mm de NO intrusión a los 0.123 s

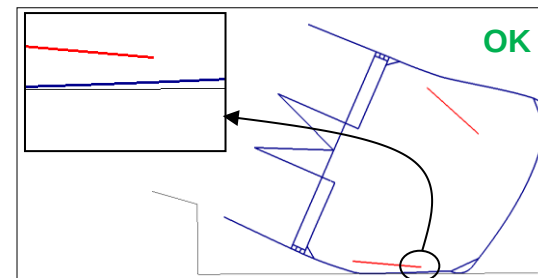


Fig. Deformación máxima del **arco F**
54 mm de NO intrusión a los 0.123 s

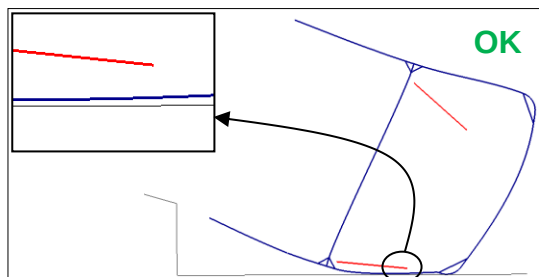


Fig. Deformación máxima del **arco F**
53 mm de NO intrusión a los 0.133 s

- La superestructura NO invade el espacio de supervivencia durante la simulación del vuelco.
- La distancia mínima al espacio de supervivencia es de 43 mm y se produce en el arco A a los 0.133 s.

- Evolución de la energía del vehículo completo durante la simulación al vuelco en el lado izquierdo:

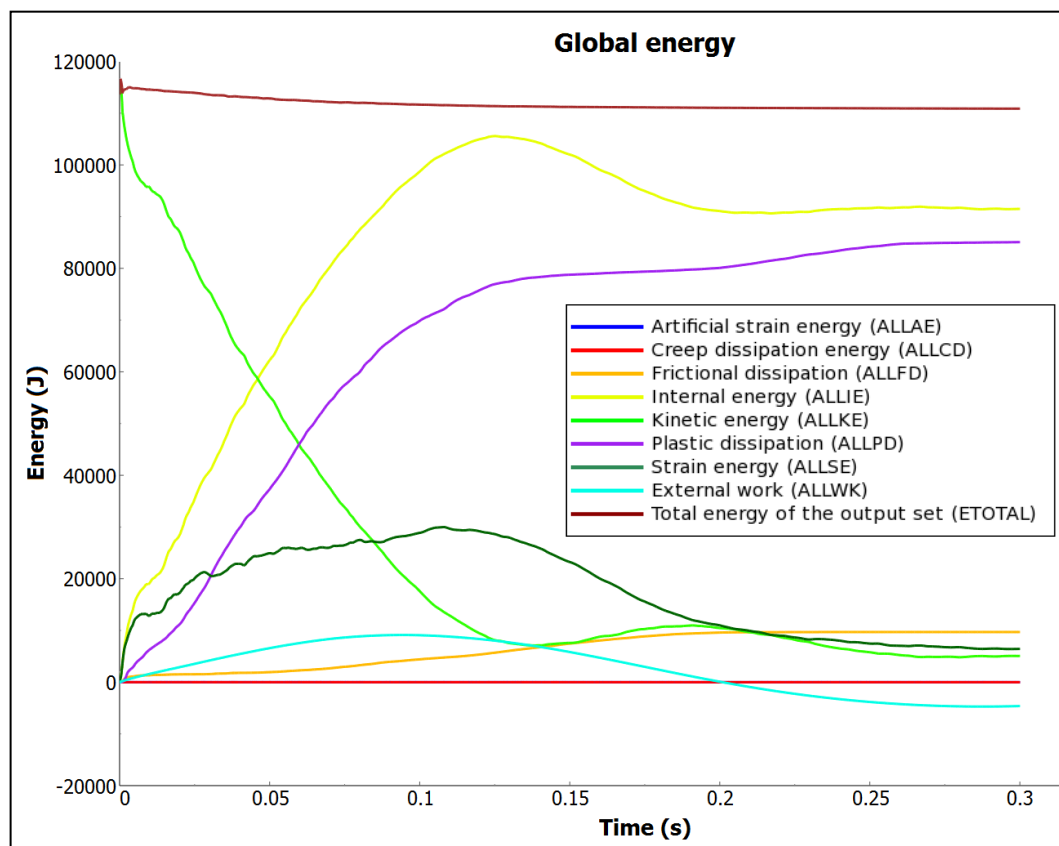


Diagrama 2. Evolución de la energía durante la simulación al vuelco

Energía total y sus componentes	Energía (J) en el momento de máxima deformación (t=0,133 s)
KINETIC ENERGY (ALLKE)	7.357 J
EXTERNAL WORK (ALLWK)	7.470 J
PLASTIC DISSIPATION (ALLPD)	77.784 J
RECOVERABLE STRAIN ENERGY (ALLSE)	27.379 J
CREEP DISSIPATION	0 J
VISCOUS DISSIPATION (IN DAMPERS ETC)	0 J
STATIC DISSIPATION (STABILIZATION)	0 J
ENERGY LOST AT IMPACTS	0 J
ENERGY TO CONTROL SPURIOUS MODES	0 J
ENERGY LOST THROUGH QUIET BOUNDARIES	0 J
ELECTROSTATIC ENERGY	0 J
ENERGY DUE TO ELECTRICAL CURRENT	0 J
ENERGY LOST TO FRICTIONAL DISSIPATION	6.263 J
BUCKLING DISSIPATION (FOR FRAME ELEMT.)	0 J
DAMAGE DISSIPATION	0 J
TOTAL STRAIN ENERGY (STRESS POWER)	105.163 J
ENERGY BALANCE	111.313 J

Tabla 8. Energía en el momento de máxima deformación

- La superestructura de siete arcos de seguridad descrita en este informe para el vehículo PROTOTIPO MIDIBUS de AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A, cumple los requerimientos técnicos especificados por el reglamento UN-ECE R66.02. Siendo la Masa Total Efectiva del vehículo (Mt) de 13.094 kg y el c.d.g. para esta masa de (3.958, 20, 1.329) mm.
- La descripción de la superestructura se resume en la siguiente tabla y se define en detalle en el Anexo II, donde se muestra la validación por elementos finitos del diseño de las uniones Lateral-Piso y Lateral-Techo consideradas rígidas durante el vuelco.

DESCRIPCION ARCOS SEGURIDAD	ARCO A	SECCION
	Techo	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 20 y 21
	ARCO B	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 22 y 23
	ARCO C	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 24 y 25
	ARCO D	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso Lado Izquierdo	Ver páginas 24 y 25
	Piso Lado Derecho	Ver página 26
	ARCO E	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 27 y 28
	ARCO F	SECCION
	Techo	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver páginas 29 y 30
	ARCO G	SECCION
	Techo	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral-Ventana	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Lateral	Doble 60x40x4 STRENN 700 (canto de 60 en X)
	Piso	Ver página 31

Tabla 9. Configuración arcos de seguridad

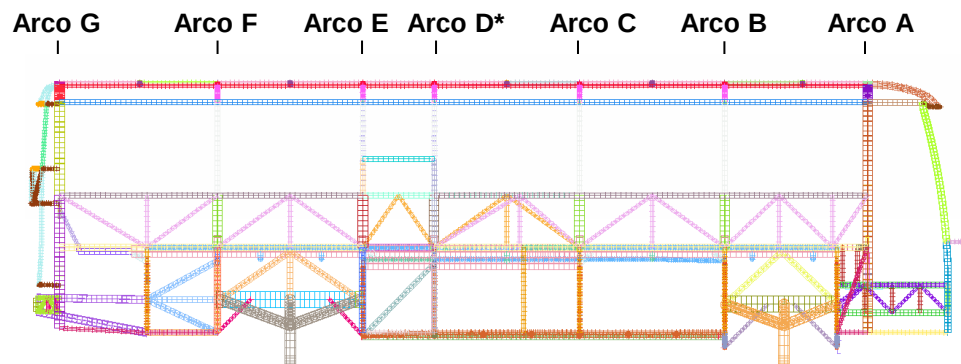


Fig 9. Arcos de seguridad

- A partir de aquí, AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. deberá revisar la calidad de su propio proceso de soldadura mediante la construcción y posterior ensayo de las uniones rígidas descritas en el Anexo III.

- De acuerdo con el Anexo 9 de reglamento: Simulación de ensayo de vuelco de un vehículo completo como método de homologación equivalente.
 - La metodología utilizada se basa en los supuestos y en los requerimientos técnicos definidos en el Reglamento UN ECE nº 66.02.
 - El software utilizado es ABAQUS 6.11-1, desarrollado por Dassault Systèmes HQ (10, Rue Marcel Dassault, 78140 Vélizy-Villacoublay, FRANCE, Tel: + 33 1 61 62 61 62, Fax: + 33 1 70 73 43 63).
 - MATERIAL:
 - Modelos de Abaqus para el análisis de la plasticidad del metal seleccionado en este desarrollo es: plastic, hardening = isotropic.
 - Sus principales características son:
 - Rate-independent plasticity e Isotropic hardening
 - Los modelos de materiales utilizados en este proyecto provienen de los resultados obtenidos a partir de ensayos de tracción de las muestras proporcionadas por AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A.
 - EL MODELO MATEMATICO:
 - El modelo de elementos finitos del vehículo representa la geometría de la estructura y la distribución de la masa asociada a este. Elementos viga no-lineales de dos nodos con 6 grados de libertad por nodo se utilizan para modelar el comportamiento del tubo estructural y elementos de masa concentradas de un nodo con 3 grados de libertad se utilizan para modelar las masas concentradas.

IDIADA ha obtenido la distribución de masas para la simulación según el CAD y la lista de masas entregadas por AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. para este vehículo.

La distribución de la masa se considera utilizando el uso tanto de las masas puntuales como distribuidas. Las masas puntuales o concentradas, concentran toda la masa que representan en un único punto. La conexión de este punto con el chasis o la estructura se realiza de la manera más fiable posible, es decir, mediante la unión a los puntos de anclaje reales.

La masa distribuida corresponde a los elementos no estructurales cuya masa no se basa en puntos concretos, pero en su lugar se distribuye en elementos estructurales mediante el cambio de la densidad de la región relacionada. De esta manera, el momento de inercia obtenido es muy similar a el del vehículo real.

El vehículo se encuentra justo en la posición antes del impacto de este contra el suelo.

La velocidad de giro inicial, obtenida a partir del balance de energía que se detalla a continuación, se introduce en el modelo.

Por otra parte, la carga de gravedad se aplica en el vehículo completo durante toda la simulación.

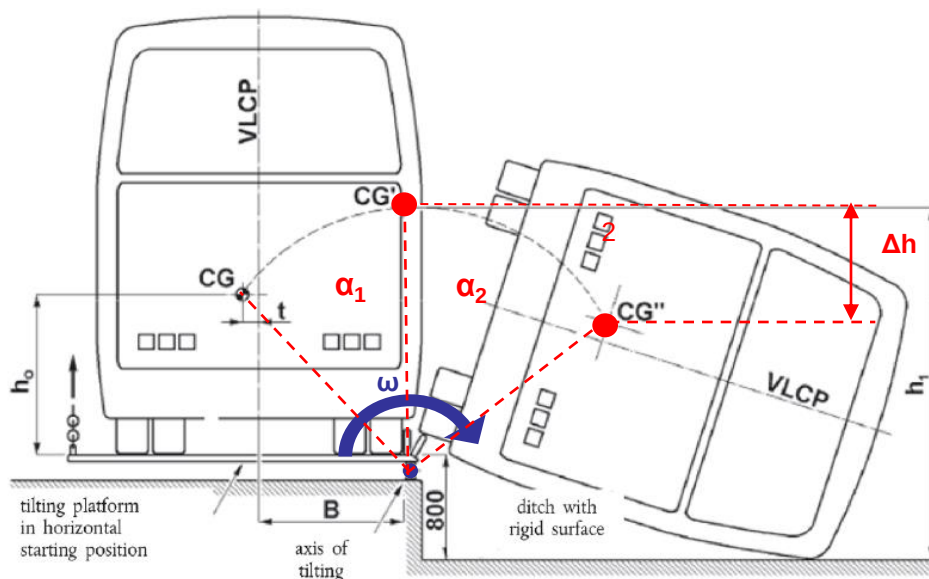


Figura 10. Especificación del vuelco del vehículo completo, mostrando el recorrido del centro de gravedad, desde el inicio hasta la posición de equilibrio inestable.

$$\frac{1}{2}[\omega] [I_{xx}, I_{yy}, \dots] [\omega] = M \cdot g \cdot \Delta h.$$

$M = M_t$, masa total efectiva del vehículo

g = Constante Gravitacional

Δh = Incremento de altura desde el punto 2 al punto 1.

I_{xx} = Momento de inercia del vehículo desde su eje de rotación.

Siendo el vuelco para este vehículo hacia el lado derecho:

$M = 13.094$ kg; $I_{xx} = 55364$ kg*m²; $\Delta h = 0,896$ m

$\alpha_1 = 44^\circ$; $\alpha_2 = 62^\circ$

Y hacia el lado izquierdo:

$M = 13.094$ kg; $I_{xx} = 56602$ kg*m²; $\Delta h = 0,885$ m

$\alpha_1 = 45^\circ$; $\alpha_2 = 61^\circ$

Y obteniendo una velocidad angular inicial para la simulación de $\omega = 2,04$ rad/s en el lado derecho y $2,00$ rad/s en el lado izquierdo.

Tabla 10. Balance de energía para el cálculo de la velocidad de giro

La simulación contempla el proceso de volcado durante 300 ms. En este periodo, se alcanza la deformación máxima.

IDIADA establece un incremento máximo de tiempo de 0.0005 ms para cada iteración.

La frecuencia de datos en los resultados es 2, por lo tanto, cada 2 incrementos de tiempo los resultados son grabados.

El coeficiente de fricción establecido por IDIADA para el contacto con el suelo es 0.2. (Obtenido mediante resultados de ensayo en la plataforma de vuelco).

El modelo de elementos finitos tiene en cuenta el contacto entre las partes del vehículo, la plataforma de volcado y el suelo. Otros contactos no han sido modelados, obteniendo así resultados mas conservadores.

Una vez la simulación finaliza, se analiza y el espacio de supervivencia es chequeado para verificar que no hay intrusiones en el mismo.

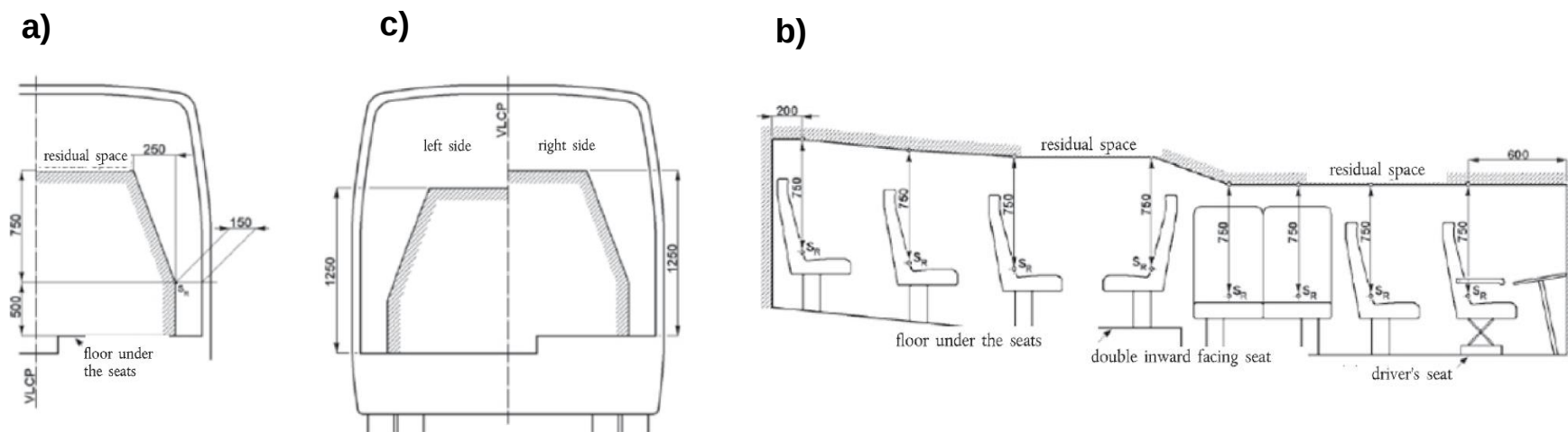


Figura 11. Especificación del espacio de supervivencia. a) y c) disposición lateral. b) Disposición longitudinal

- Este anexo recoge los estudios detallados de todas las uniones Lateral-Techo y Lateral-Piso que fueron consideradas rígidas durante el ensayo virtual del vuelco que se realizó según las especificaciones del Reglamento UN ECE 66.02.
- De acuerdo con la configuración del vehículo, las uniones rígidas consideradas han sido las siguientes:

Uniones Superiores:

Lateral –Techo Arco A y G
Lateral –Techo Arcos B, C, D, E y F

Uniones Inferiores:

Lateral –Piso Arco A, lado derecho
Lateral –Piso Arco A, lado izquierdo
Lateral –Piso Arco B y C en ambos lados y D lado Izquierdo
Lateral –Piso Arco D lado derecho
Lateral –Piso Arco E
Lateral –Piso Arco F
Lateral –Piso Arco G

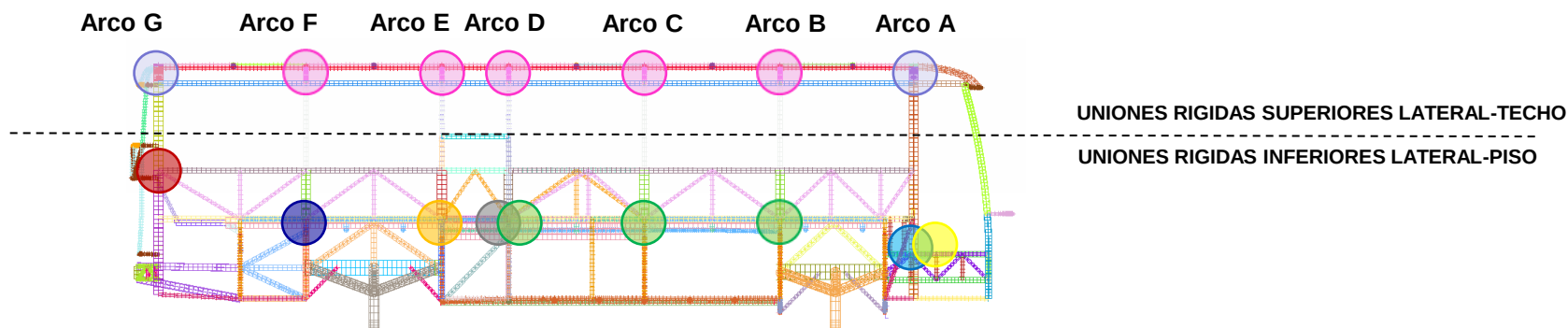
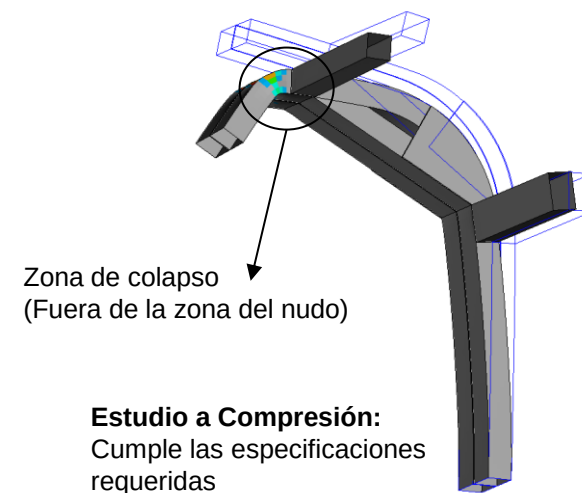
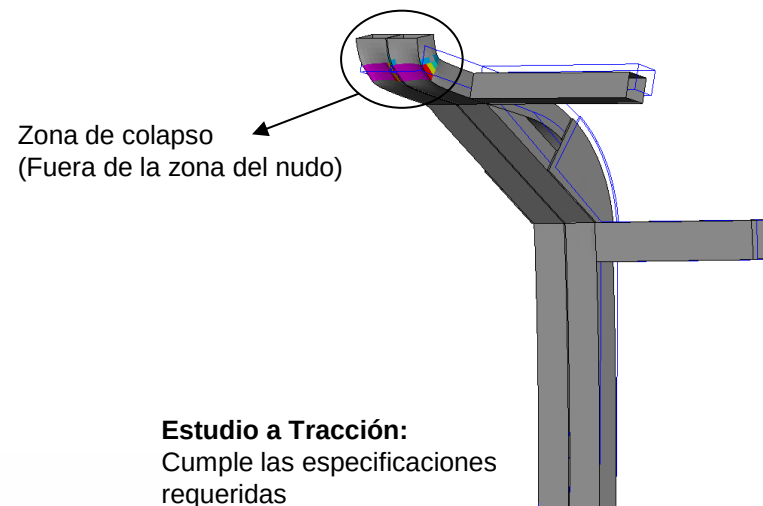
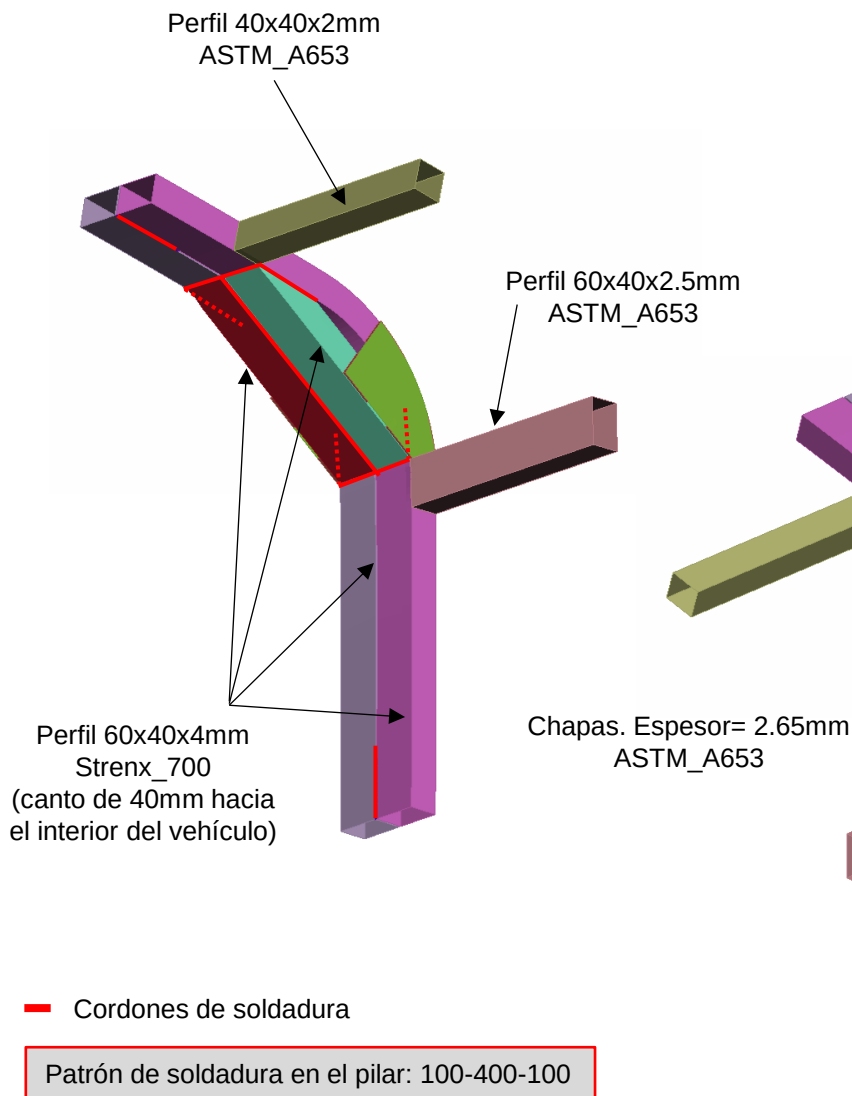
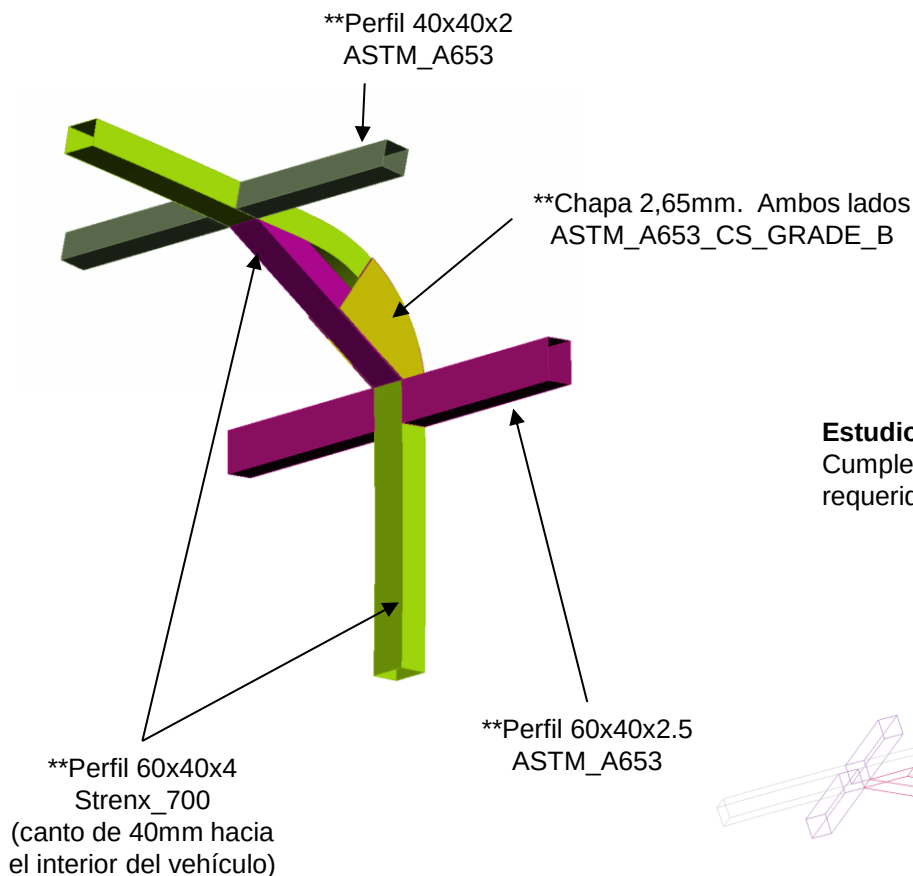


Fig 12. Arcos de seguridad

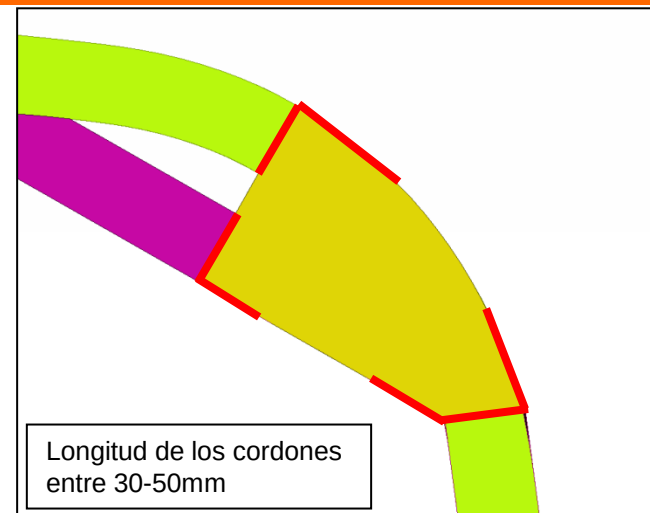
Unión Lateral – Techo. Arcos A y G



Unión Lateral – Techo. Arcos B,C,D,E y F

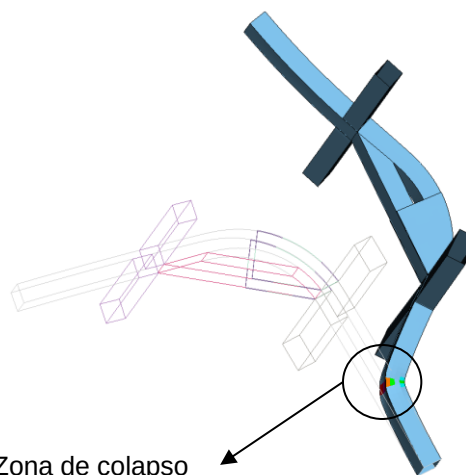


** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles
 — Cordones de soldadura



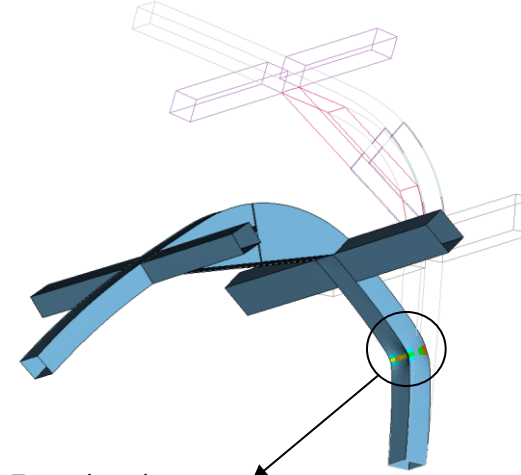
Detalle de soldadura entre las chapas y los perfiles

Estudio a Tracción:
 Cumple las especificaciones requeridas



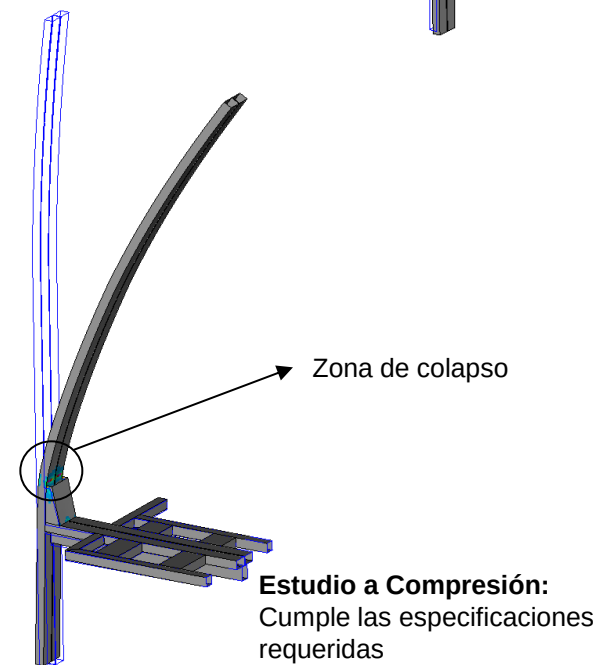
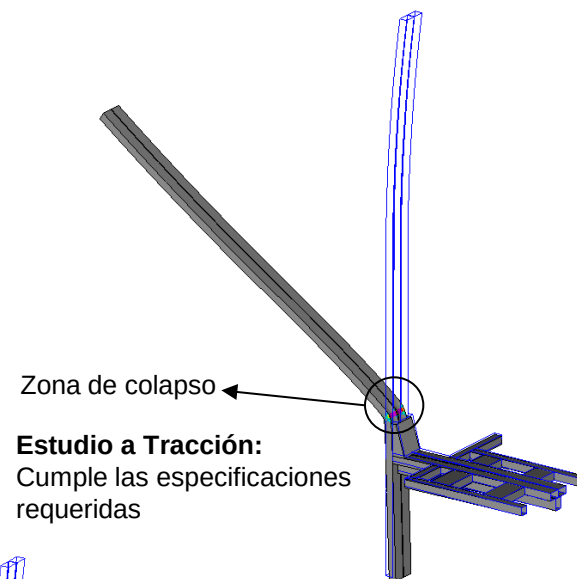
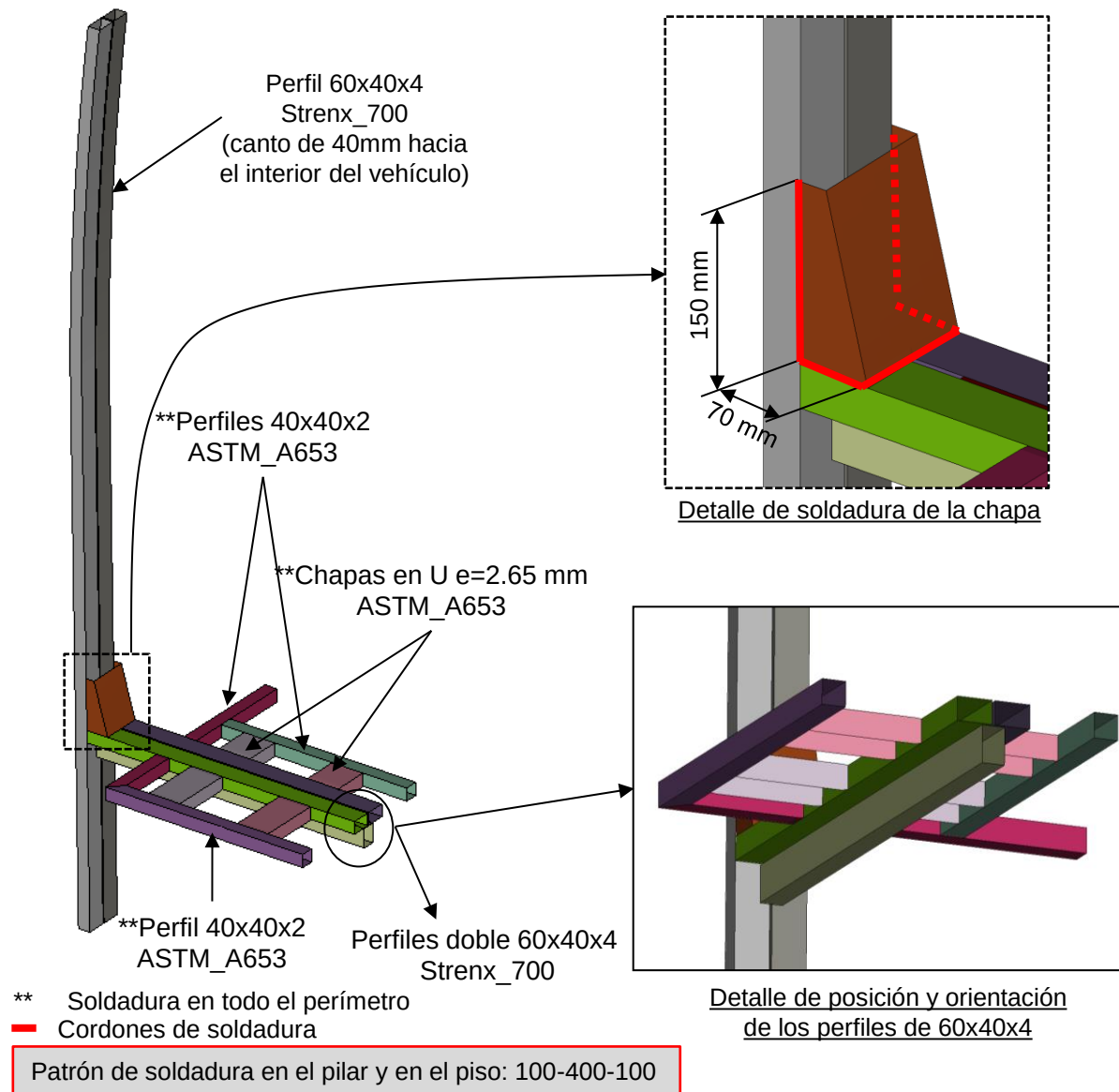
Zona de colapso
 (Fuera de la zona del nudo)

Estudio a Compresión:
 Cumple las especificaciones requeridas

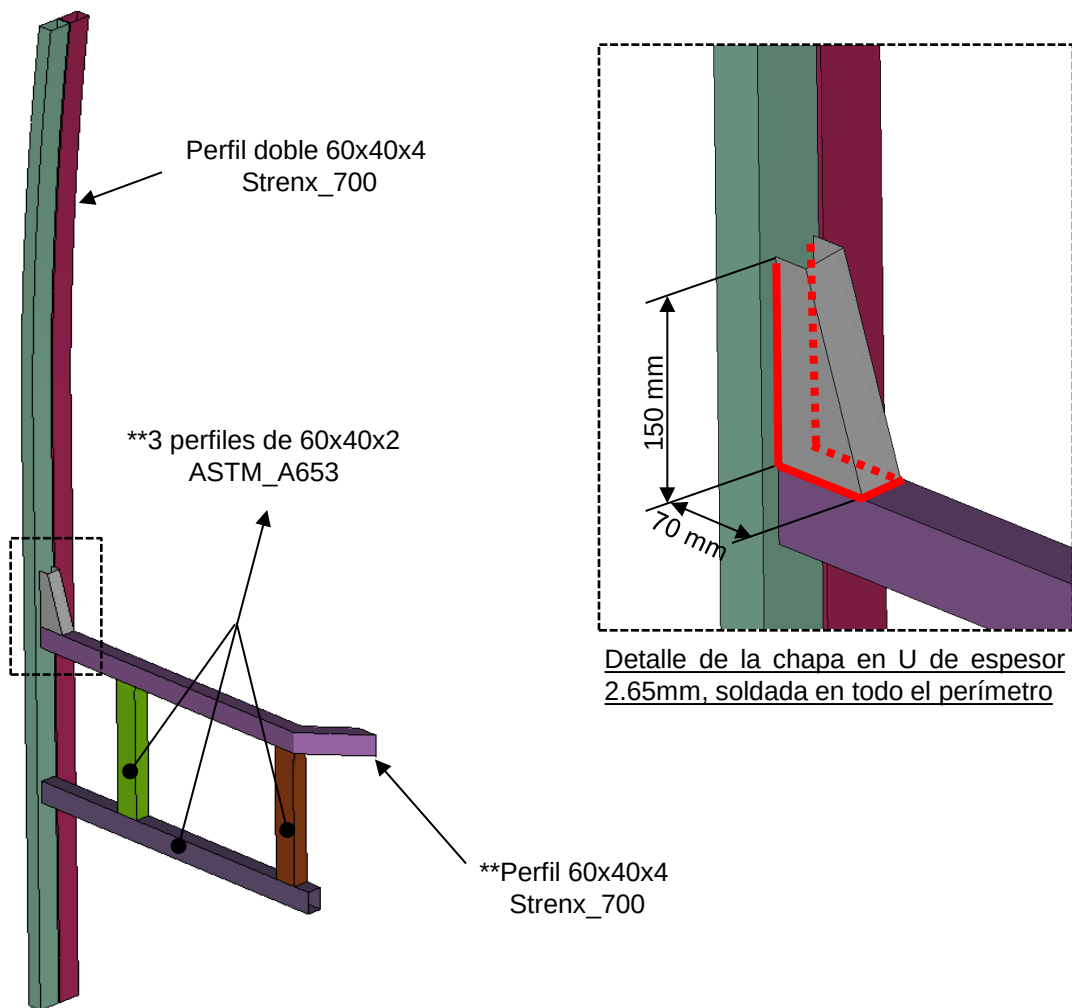


Zona de colapso
 (Fuera de la zona del nudo)

Unión Lateral – Piso. Arco A. Lado Izquierdo

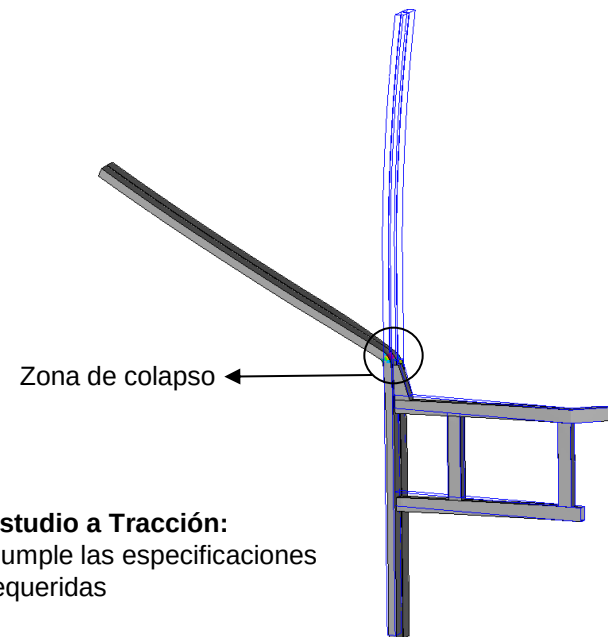


Unión Lateral – Piso. Arco A. Lado Derecho

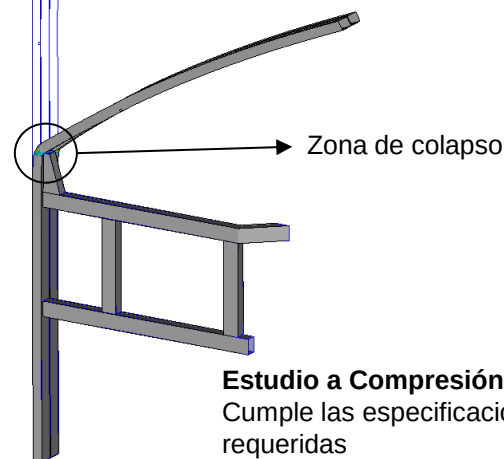


- Cordones de soldadura
- ** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

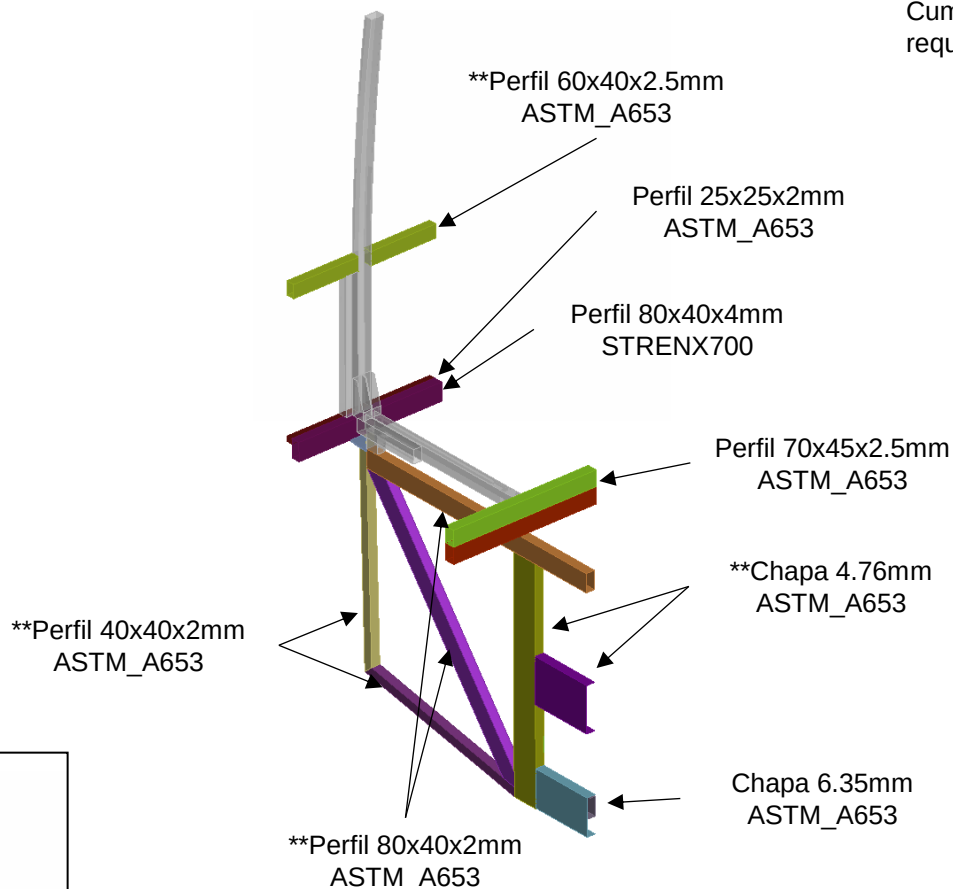
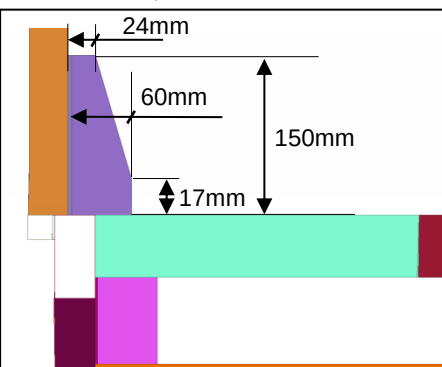
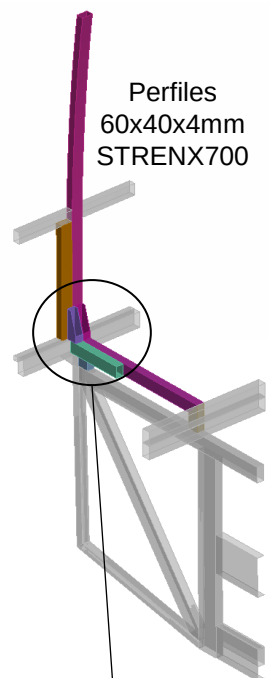


Estudio a Tracción:
Cumple las especificaciones requeridas



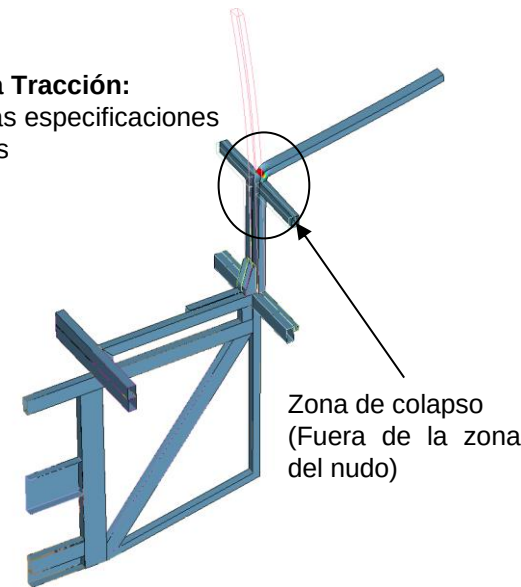
Estudio a Compresión:
Cumple las especificaciones requeridas

Unión Lateral – Piso. Arco B

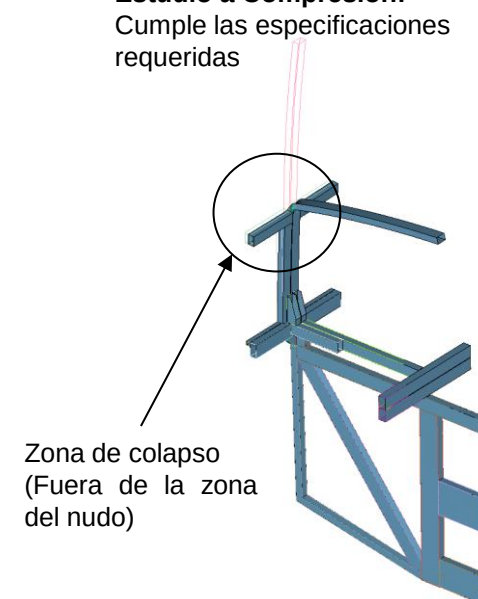


** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

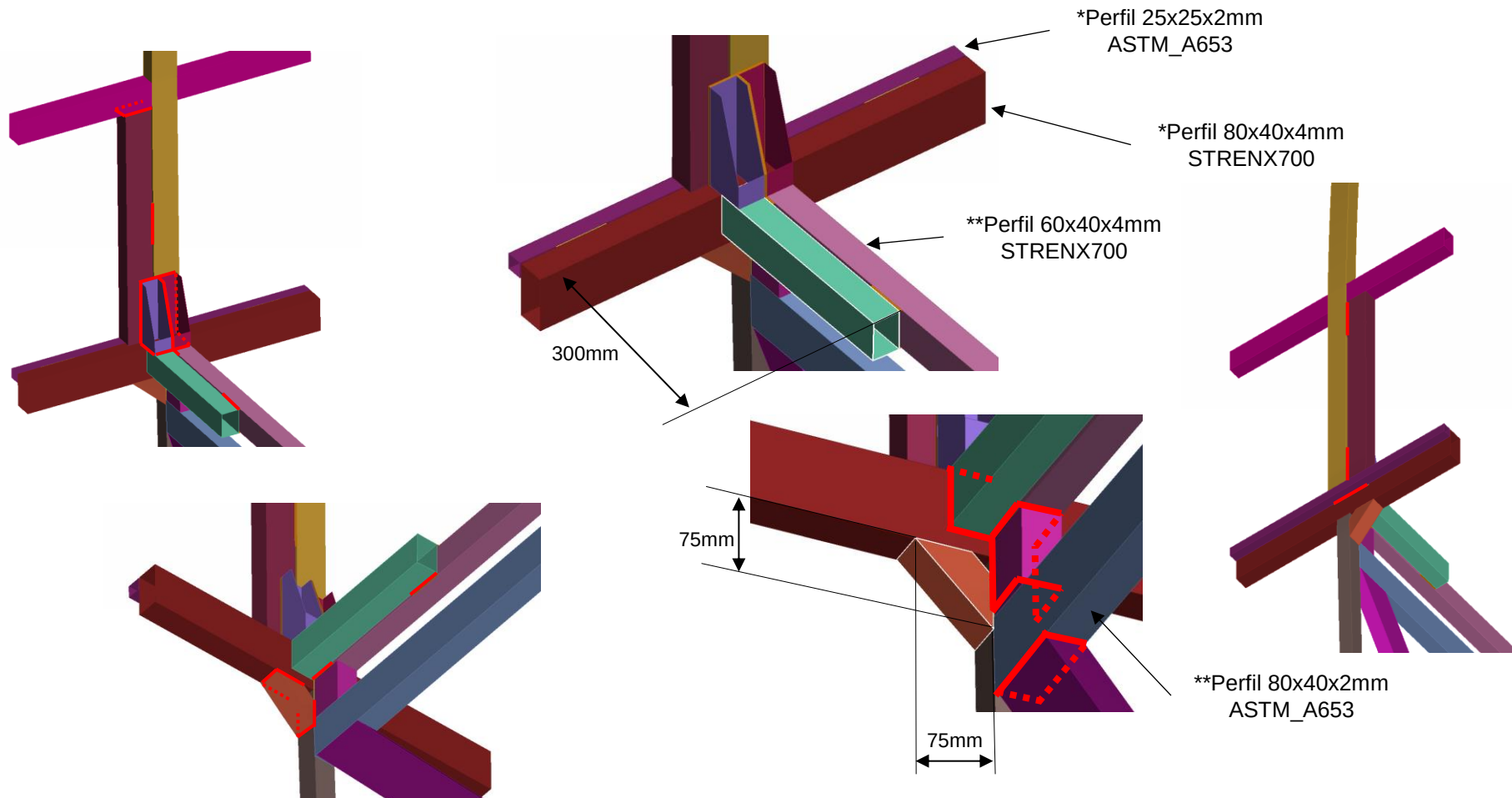
Estudio a Tracción:
Cumple las especificaciones
requeridas



Estudio a Compresión:
Cumple las especificaciones
requeridas



Unión Lateral – Piso. Arco B

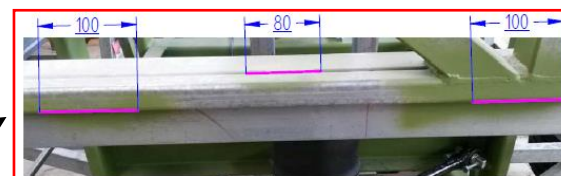


— Cordones de soldadura

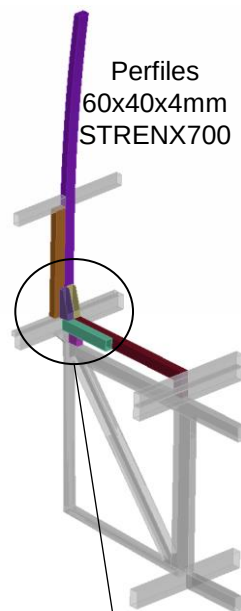
** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

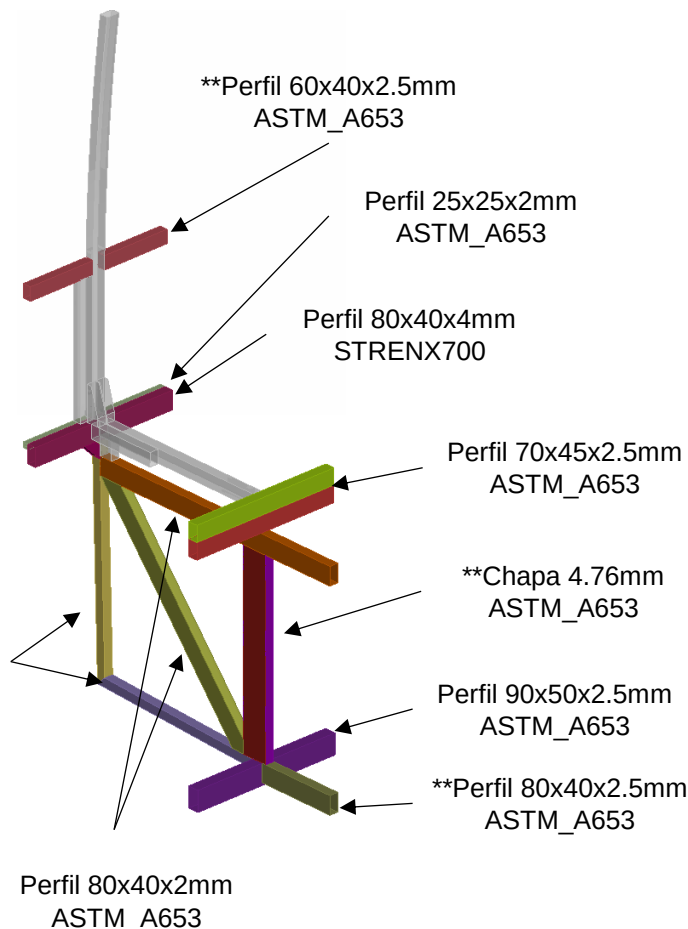
*Patrón de soldadura entre los perfiles longitudinales: Según esquema adjunto



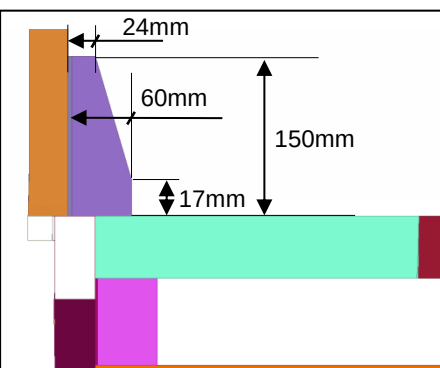
Unión Lateral – Piso. Arcos C (ambos lados) y D (lado izquierdo)



**Perfil 40x40x2mm
ASTM_A653

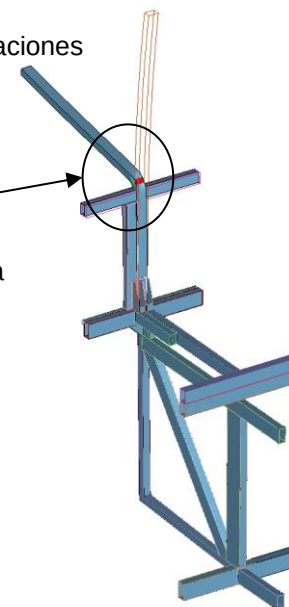


** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles



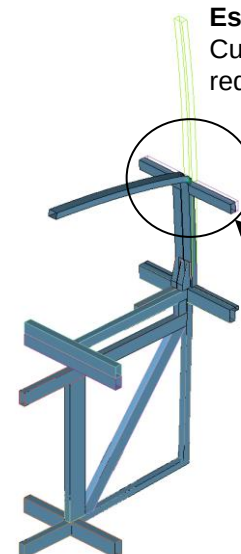
Estudio a Tracción:
Cumple las especificaciones
requeridas

Zona de colapso
(Fuera de la zona
del nudo)

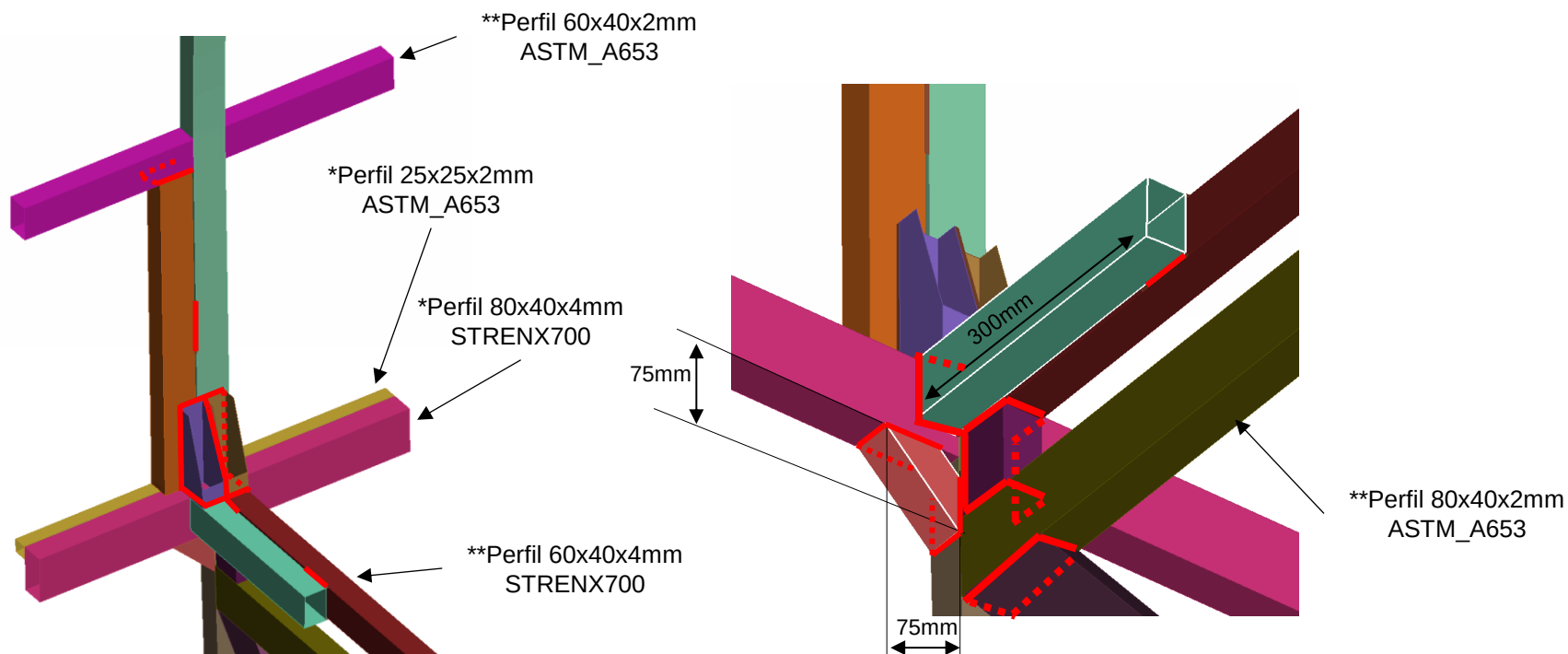


Estudio a Compresión:
Cumple las especificaciones
requeridas

Zona de colapso
(Fuera de la zona
del nudo)



Unión Lateral – Piso. Arcos C (ambos lados) y D (lado izquierdo)

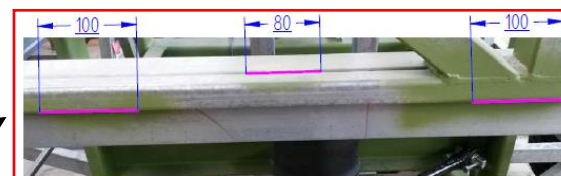


— Cordones de soldadura

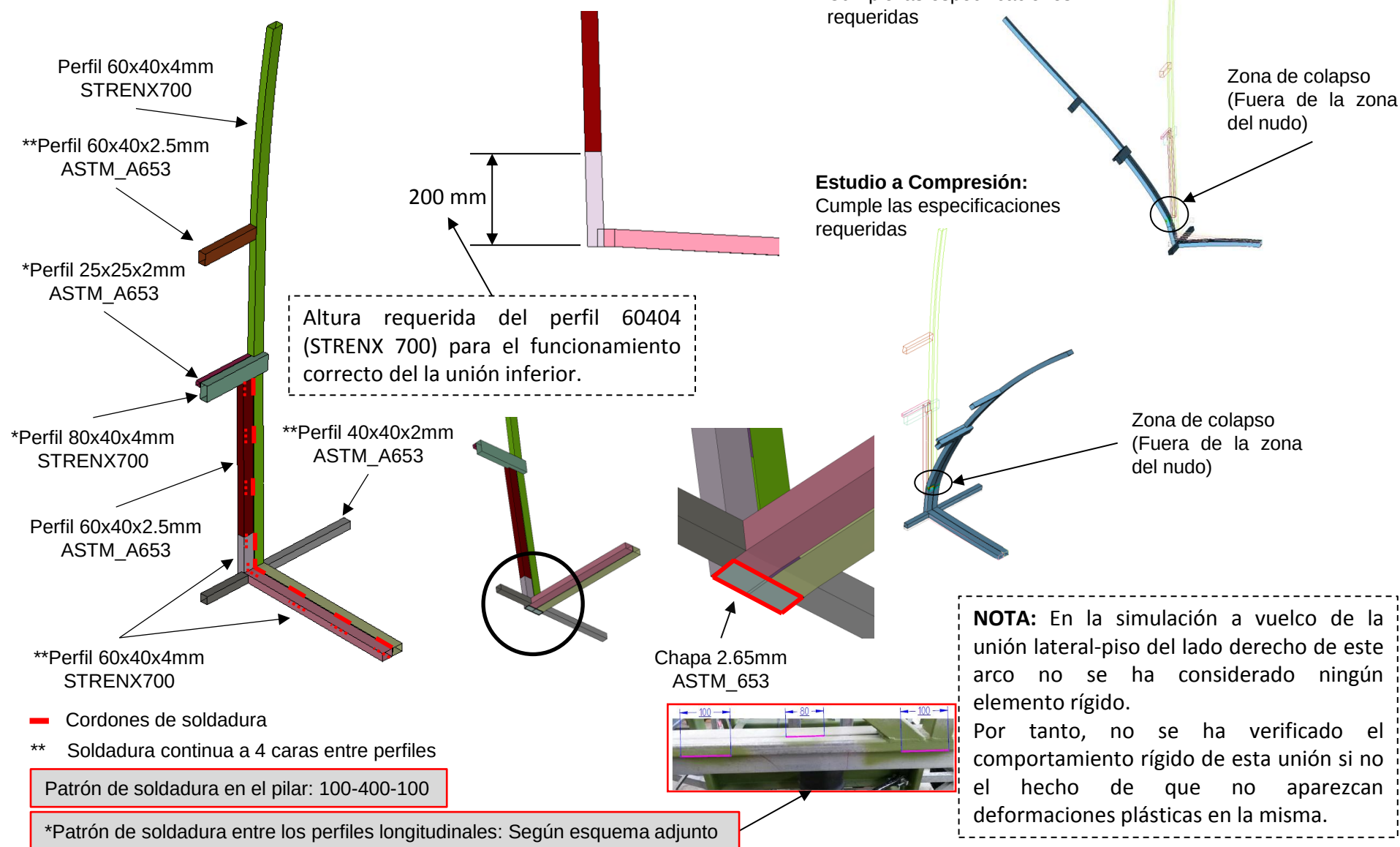
** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

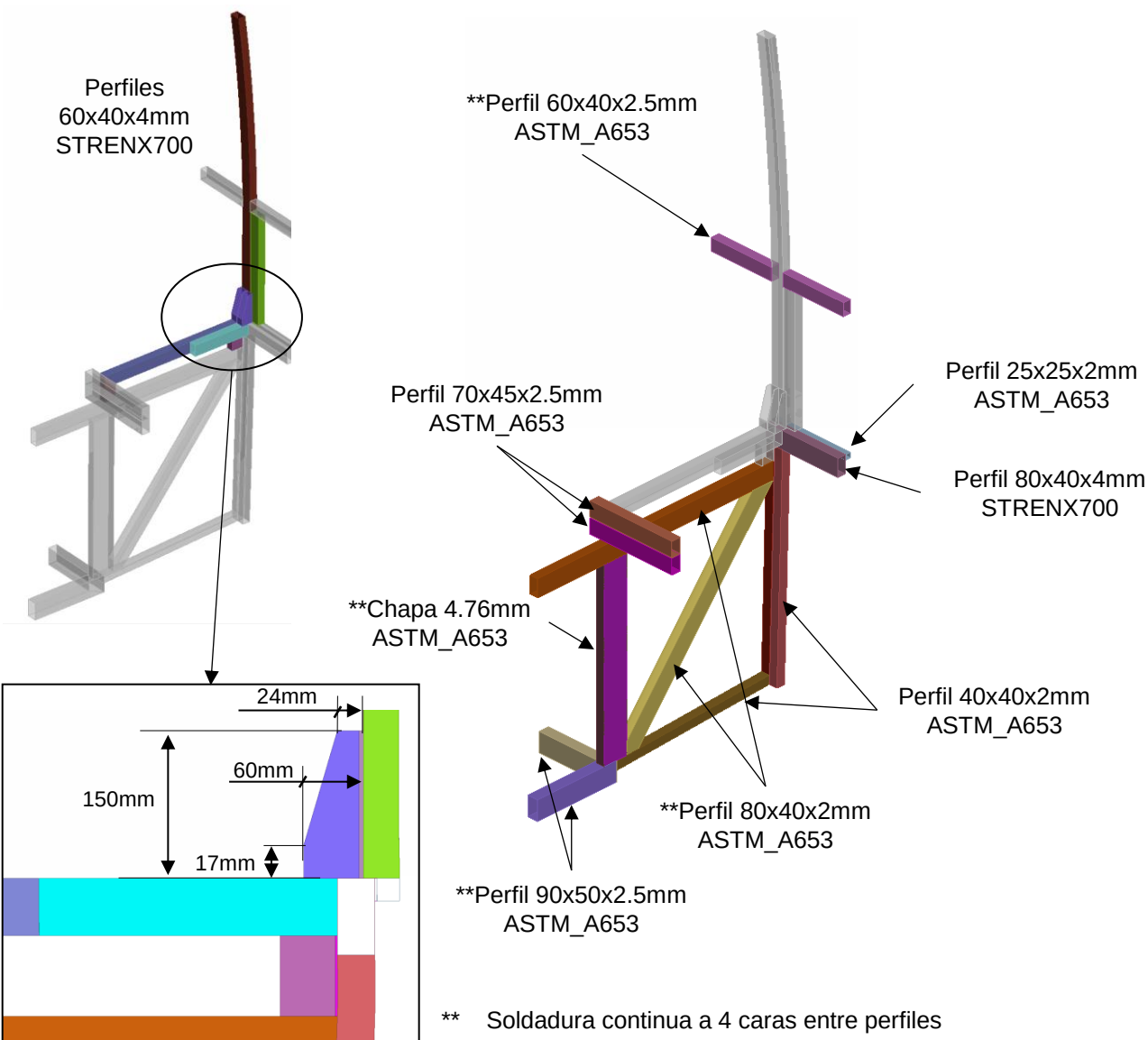
*Patrón de soldadura entre los perfiles longitudinales: Según esquema adjunto



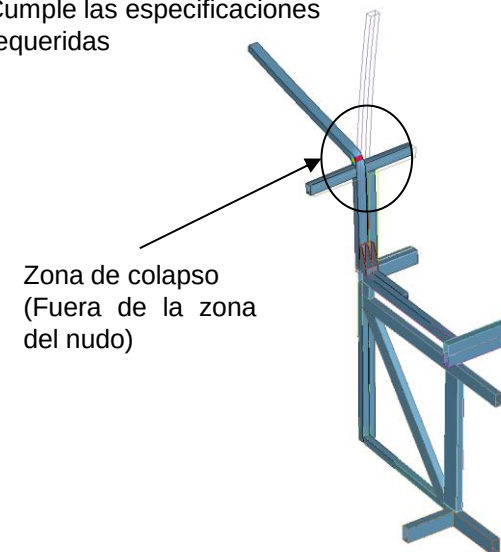
Unión Lateral – Piso arco D. Lado Derecho



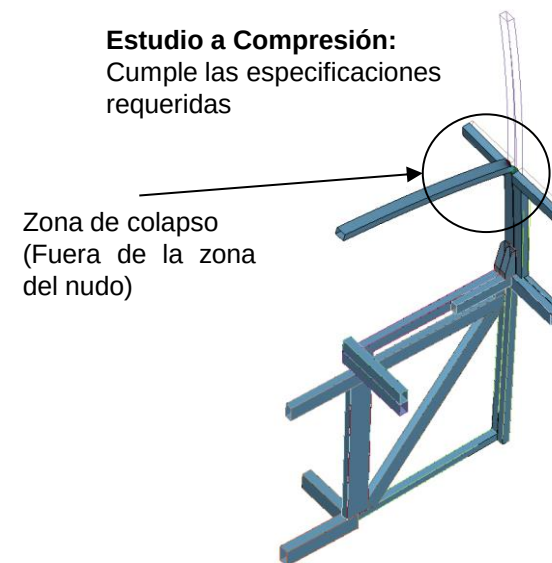
Unión Lateral – Piso. Arco E



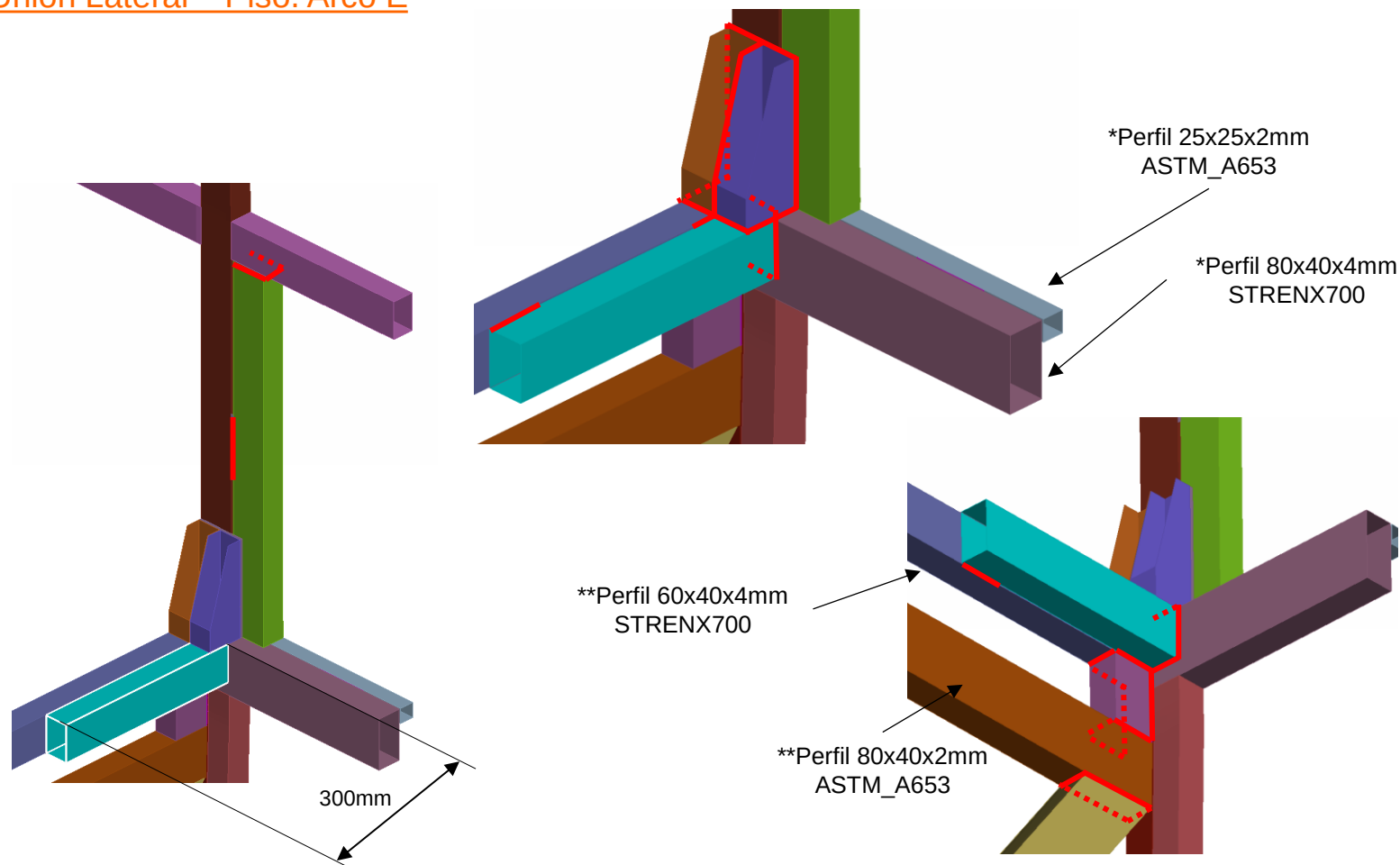
Estudio a Tracción:
Cumple las especificaciones requeridas



Estudio a Compresión:
Cumple las especificaciones requeridas



Unión Lateral – Piso. Arco E

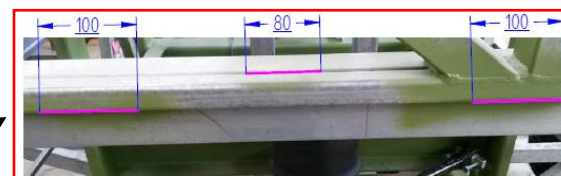


— Cordones de soldadura

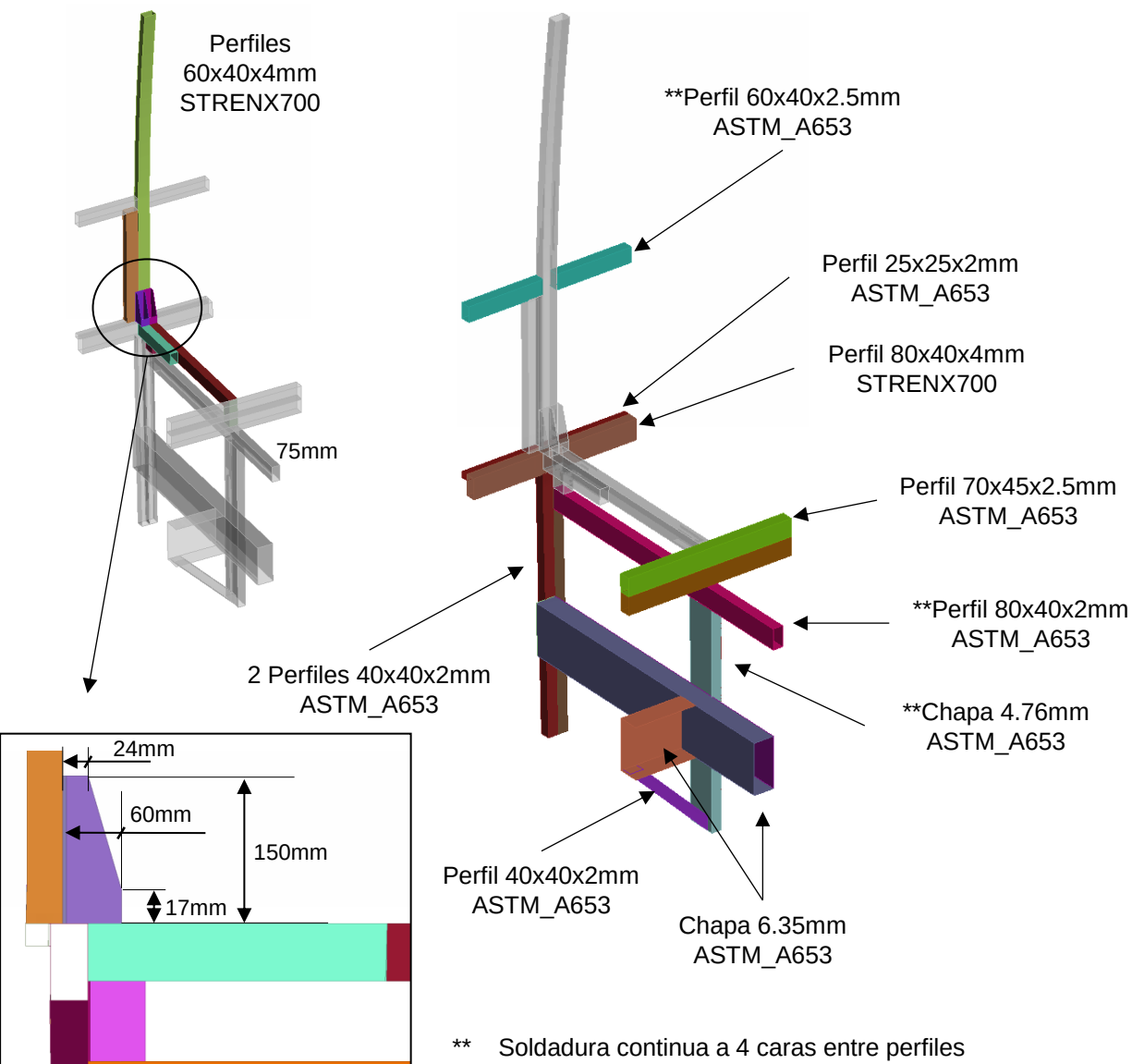
** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

*Patrón de soldadura entre los perfiles longitudinales: Según esquema adjunto



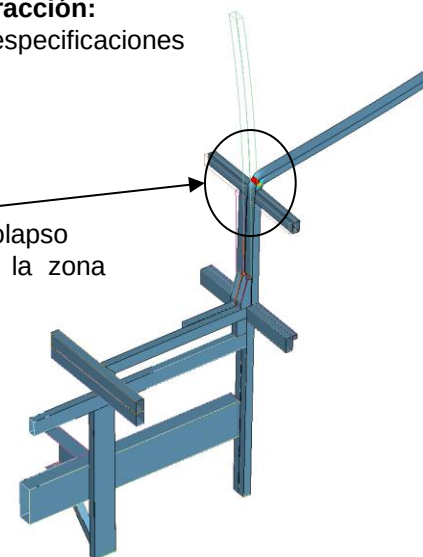
Unión Lateral – Piso arco F. (Simétrico)



Estudio a Tracción:

Cumple las especificaciones requeridas

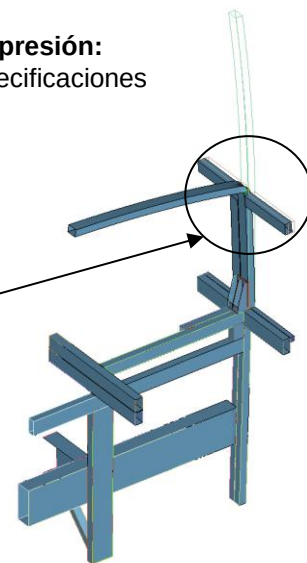
Zona de colapso
(Fuera de la zona del nudo)



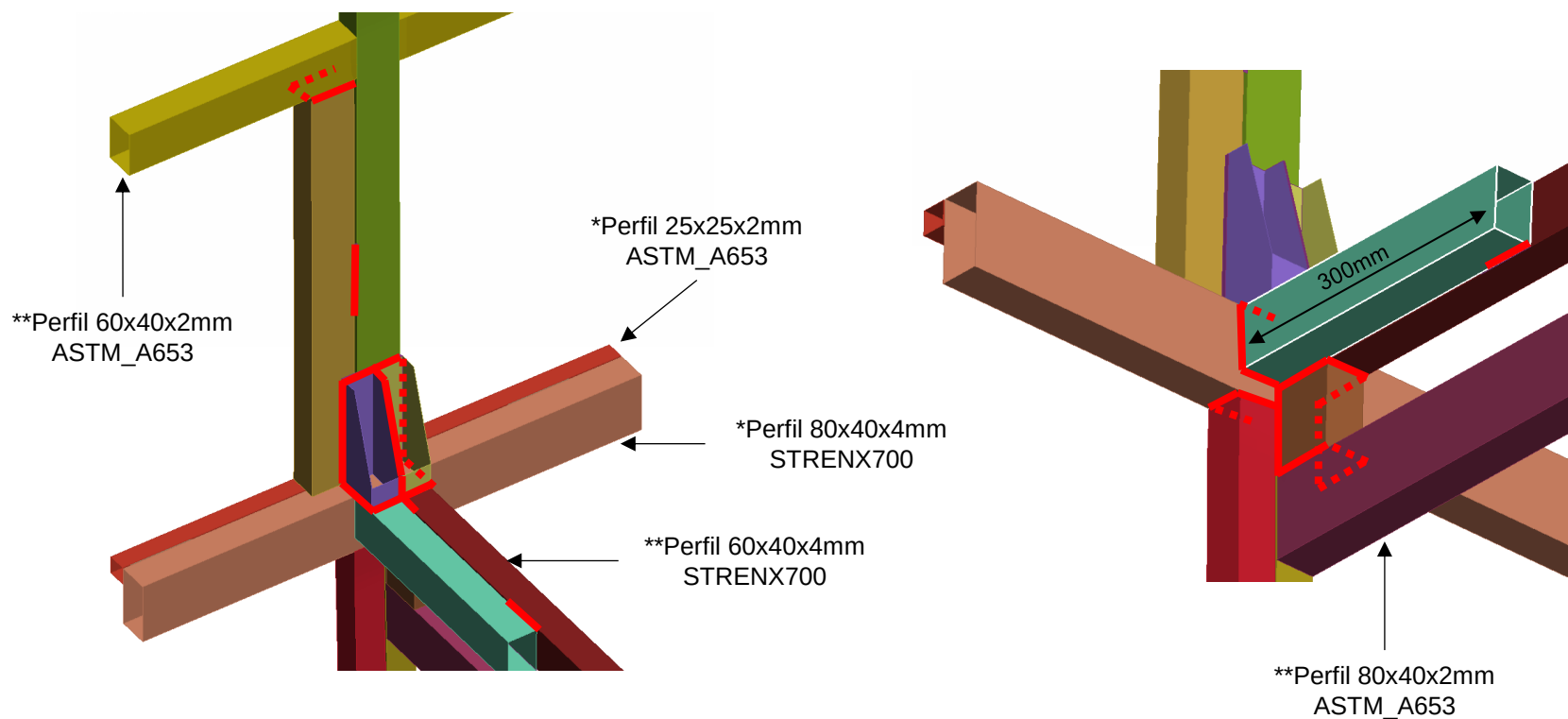
Estudio a Compresión:

Cumple las especificaciones requeridas

Zona de colapso
(Fuera de la zona del nudo)



Unión Lateral – Piso arco F. (Simétrico)

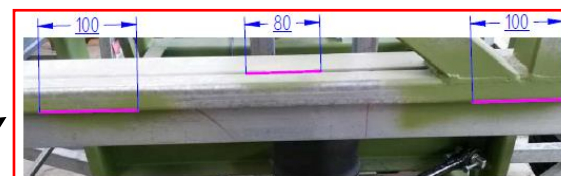


— Cordones de soldadura

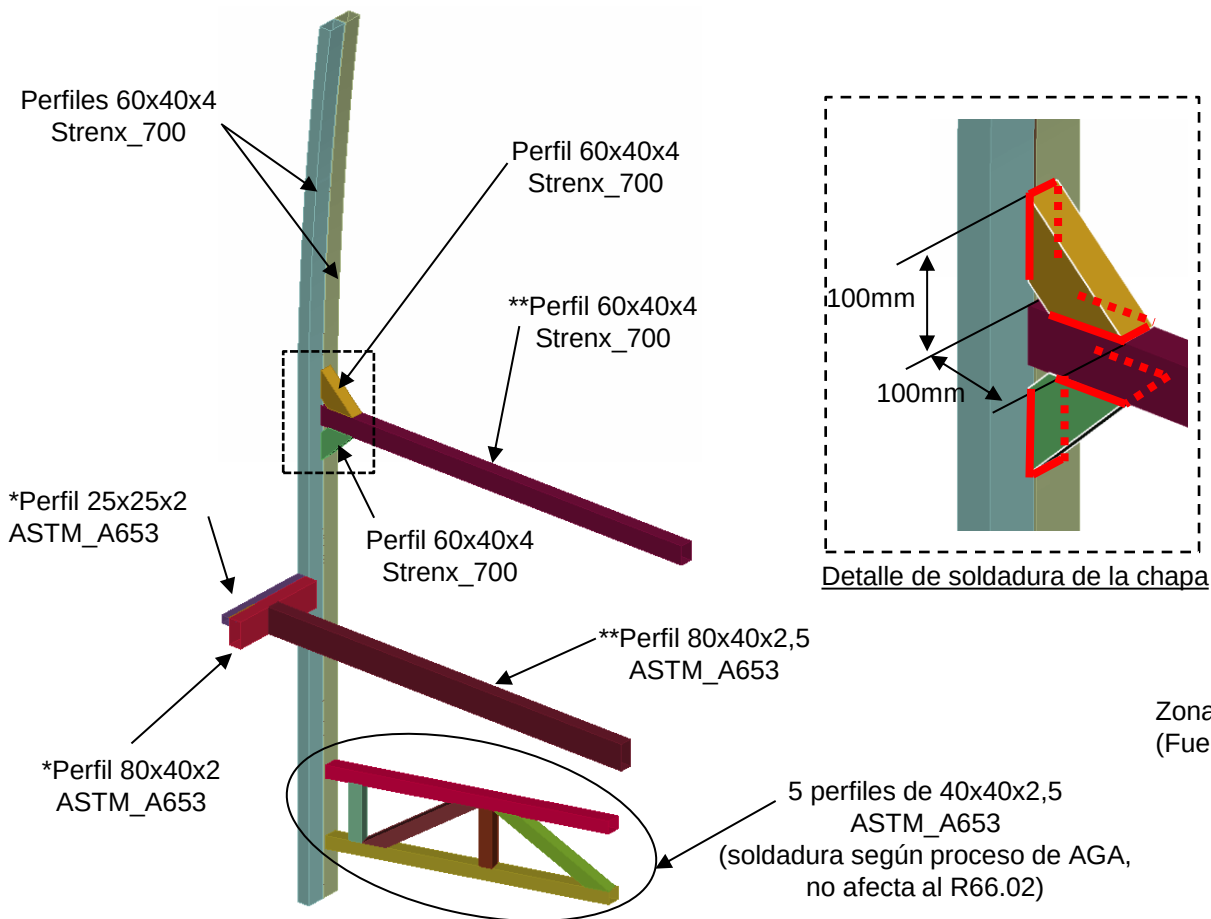
** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

*Patrón de soldadura entre los perfiles longitudinales: Según esquema adjunto



Unión Lateral – Piso arco G. (Simétrico)

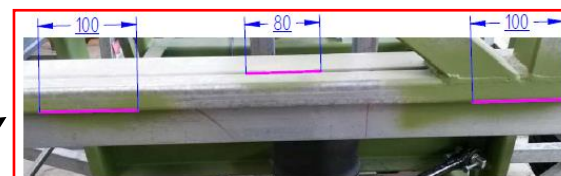


— Cordones de soldadura

** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

Patrón de soldadura en el pilar: 100-400-100

*Patrón de soldadura entre los perfiles longitudinales: Según esquema adjunto



Estudio a Tracción:

Cumple las especificaciones requeridas

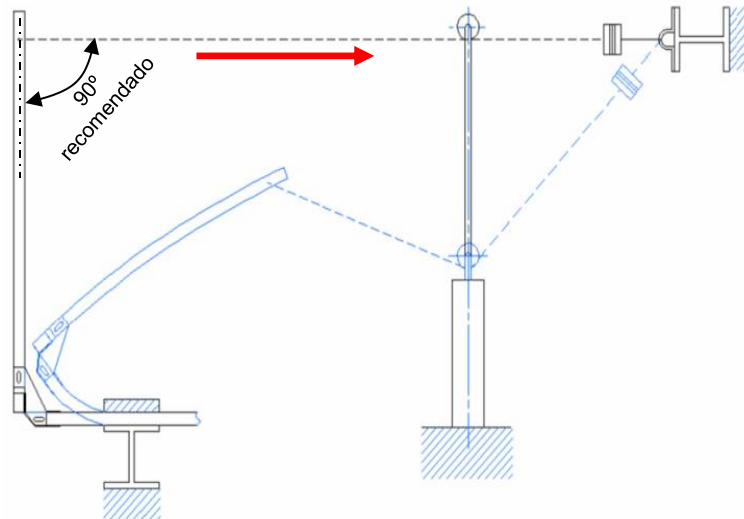
Zona de colapso (Fuera de la zona del nudo)

Estudio a Compresión:

Cumple las especificaciones requeridas

Zona de colapso (Fuera de la zona del nudo)

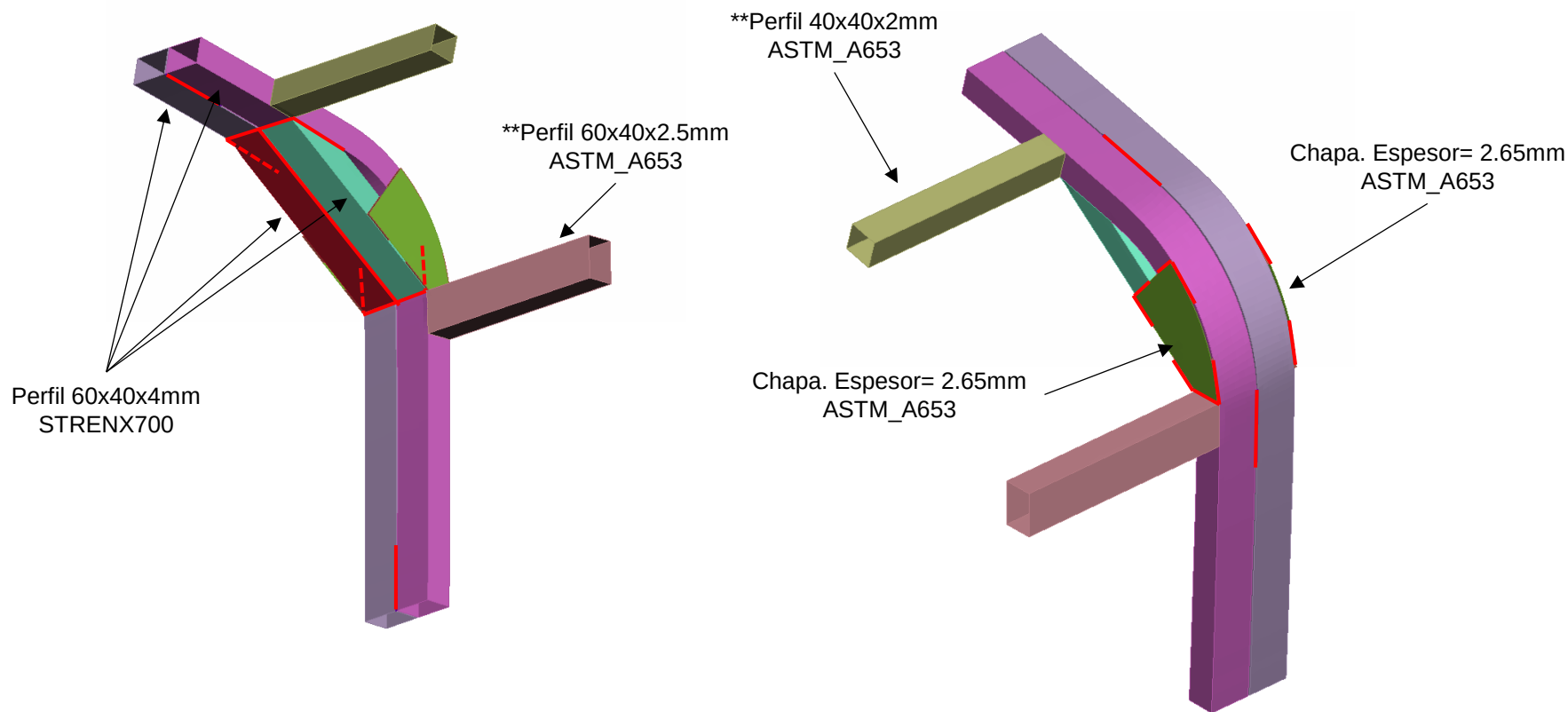
- El objetivo de estos ensayos es doble y se realizan al trabajar por primera vez con un cliente en el desarrollo de un vehículo:
 - Por un lado, se pretende validar la calidad del proceso de soldadura para la construcción del vehículo, por lo que los prototipos a ensayar deben estar contruidos por el fabricante según su proceso de fabricación habitual.
 - Por otro lado se quiere verificar mediante los ensayos la rigidez real de los nudos o las probetas ensayadas y comprobar que las hipótesis tomadas en la simulación son ciertas.
- Una vez las uniones han sido validadas por simulación, es obligatorio realizar como mínimo los ensayos que se describen a continuación:
 - Ensayo unión superior (Lateral-Techo) a COMPRESIÓN (Cerrando).
 - Ensayo unión inferior (Lateral-Piso) a COMPRESIÓN (Cerrando).
 - Ensayo unión inferior (Lateral-Piso) a TRACCIÓN (Abriendo).



Preparación estándar del ensayo de la unión inferior a COMPRESION (CERRANDO)

Unión Lateral - Techo

- Se propone ensayar la Unión Lateral – Techo del **Arco A**.
- Descripción del prototipo a fabricar para realizar el ensayo de unión superior:



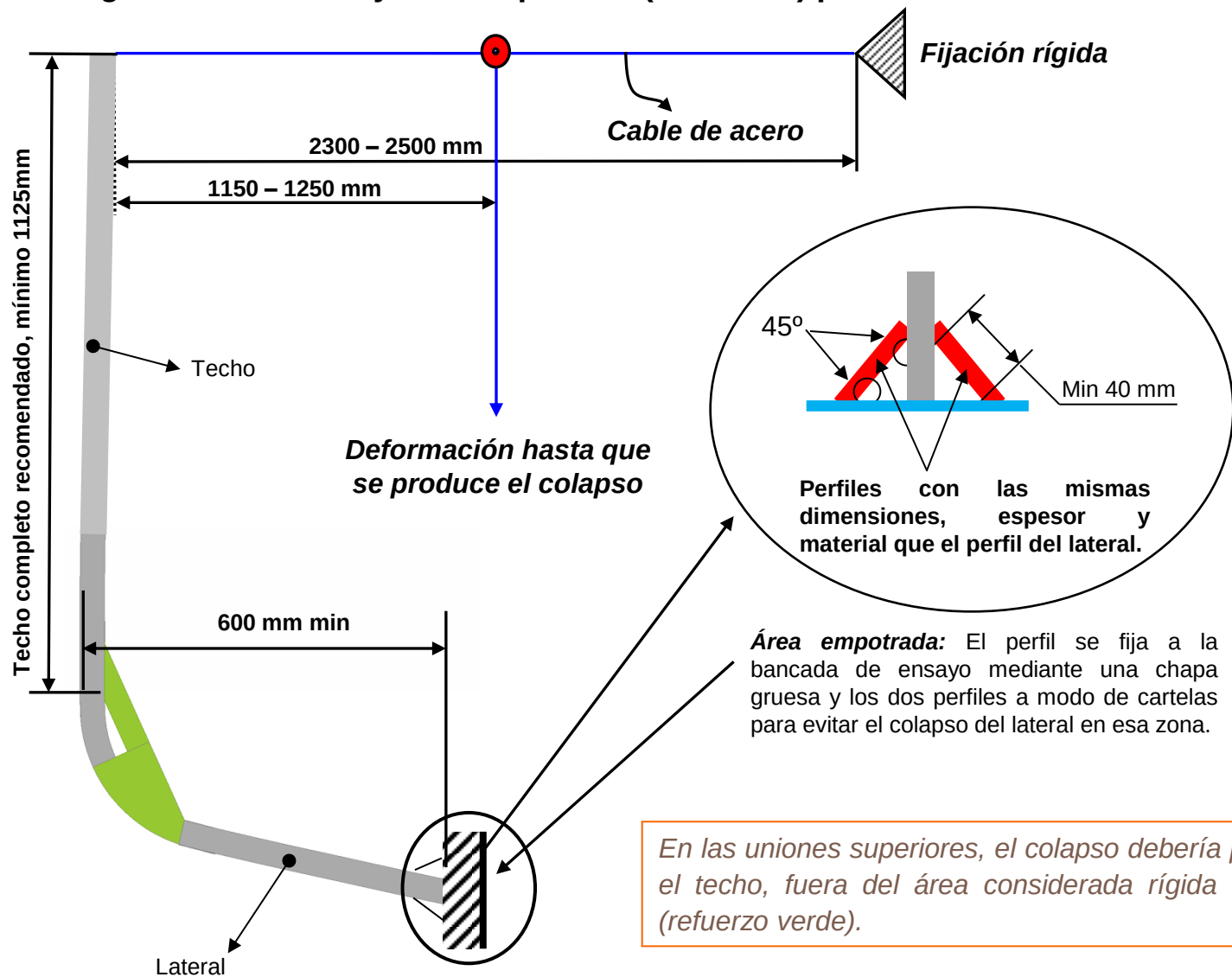
** Soldadura continua a 4 caras entre perfiles

— Líneas de soldadura

NOTA:

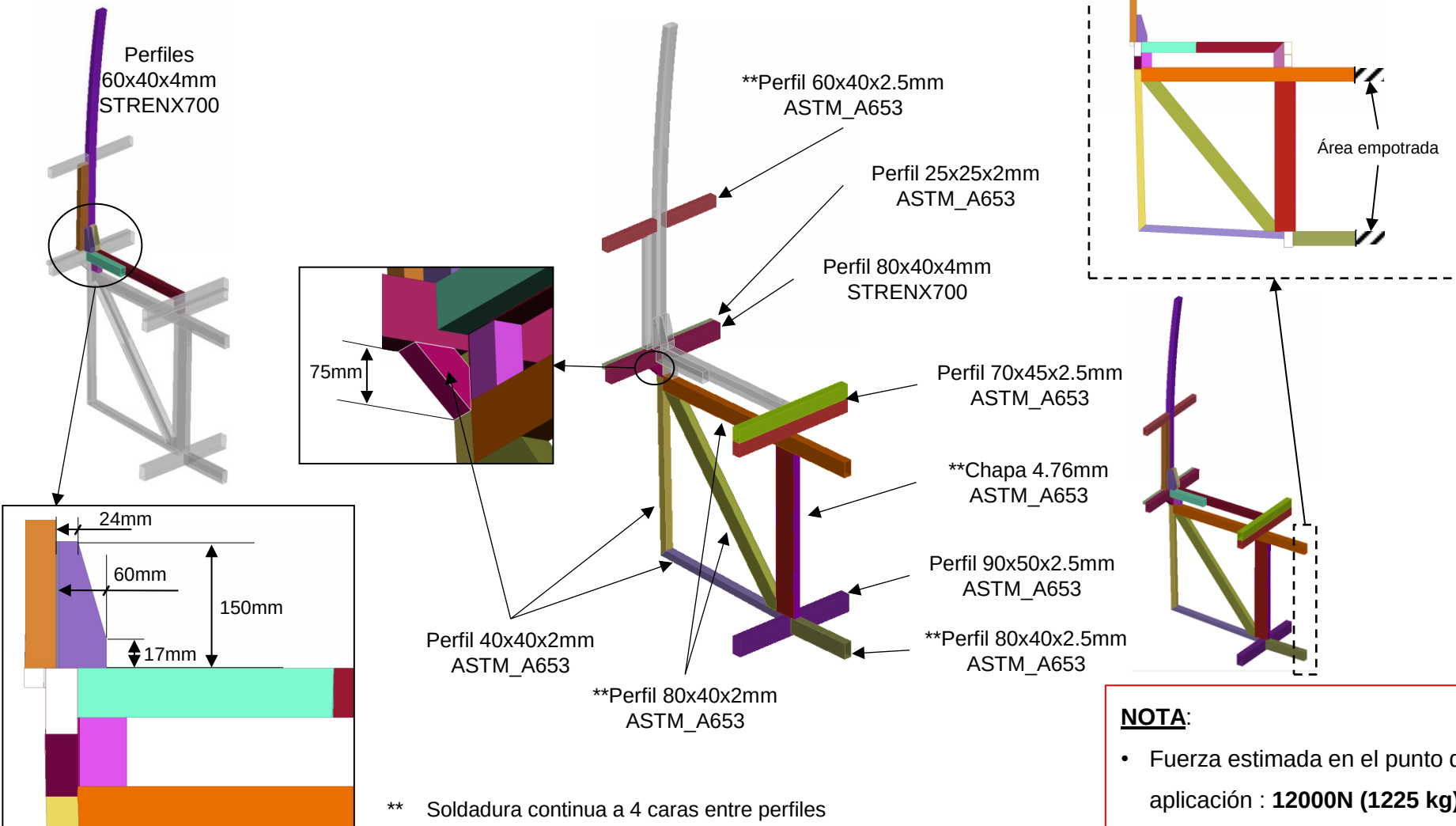
- Fuerza estimada en el punto de aplicación: **44000 N (4500 kg)**

• Configuración del ensayo a Compresión (Cerrando) para la unión Lateral – Techo

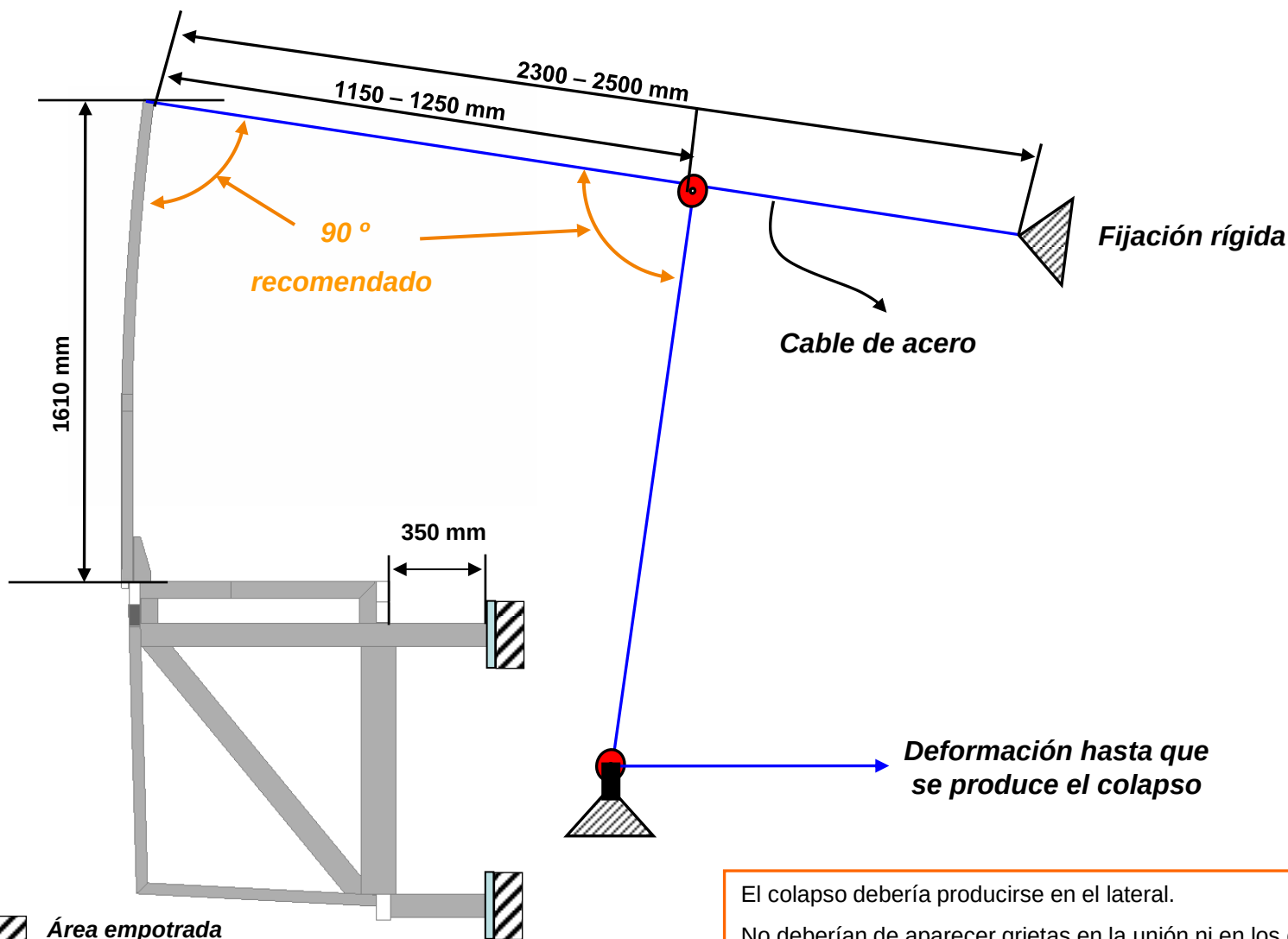


Unión Lateral - Piso

- Se propone ensayar la Unión Lateral – Piso del **Arco C – Lado Puerta**
- Descripción del prototipo a fabricar para realizar un ensayo de unión inferior:



- Configuración 1 del ensayo a Compresión (Cerrando) para la unión Lateral – Piso:

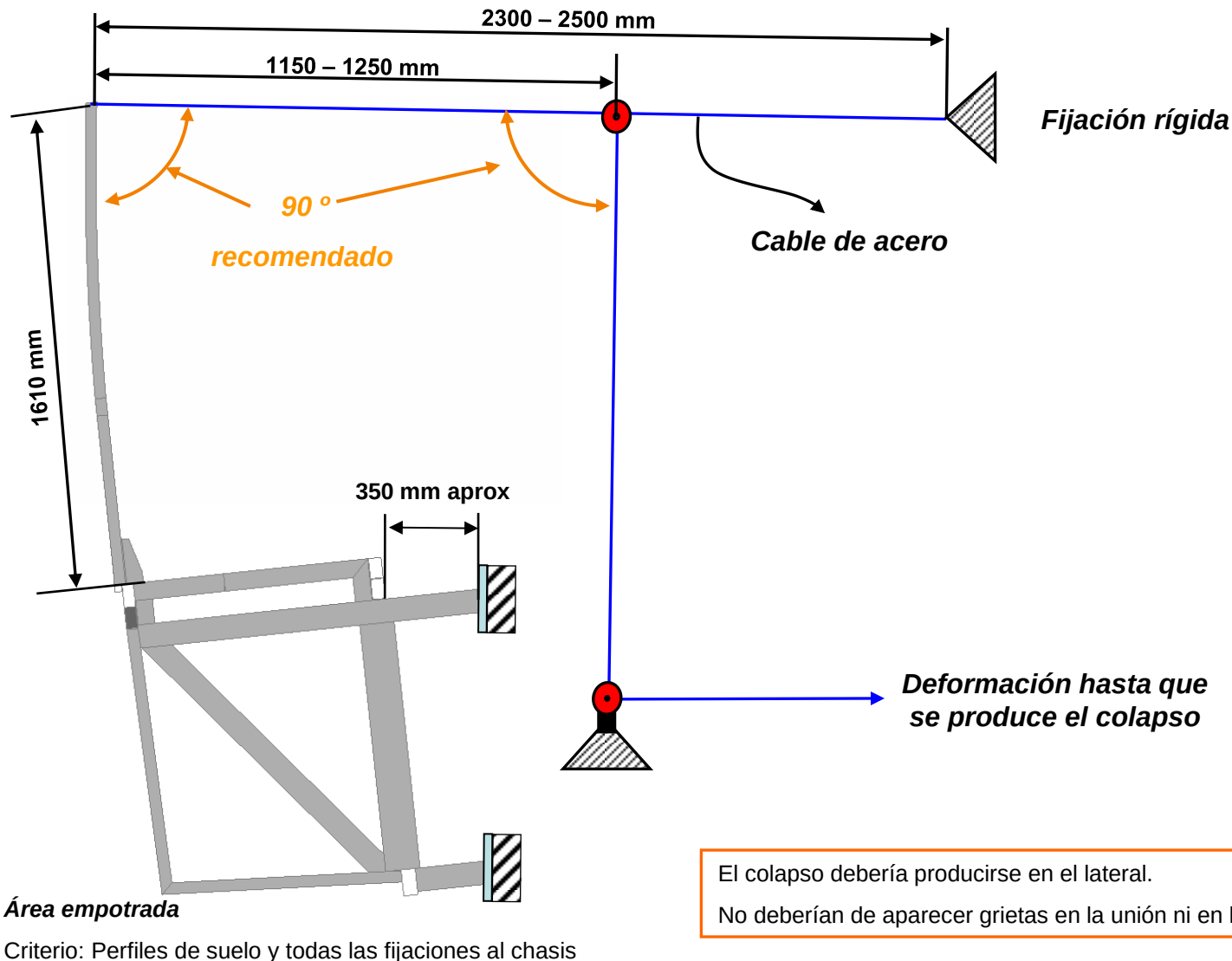


Criterio: Perfiles de suelo y todas las fijaciones al chasis

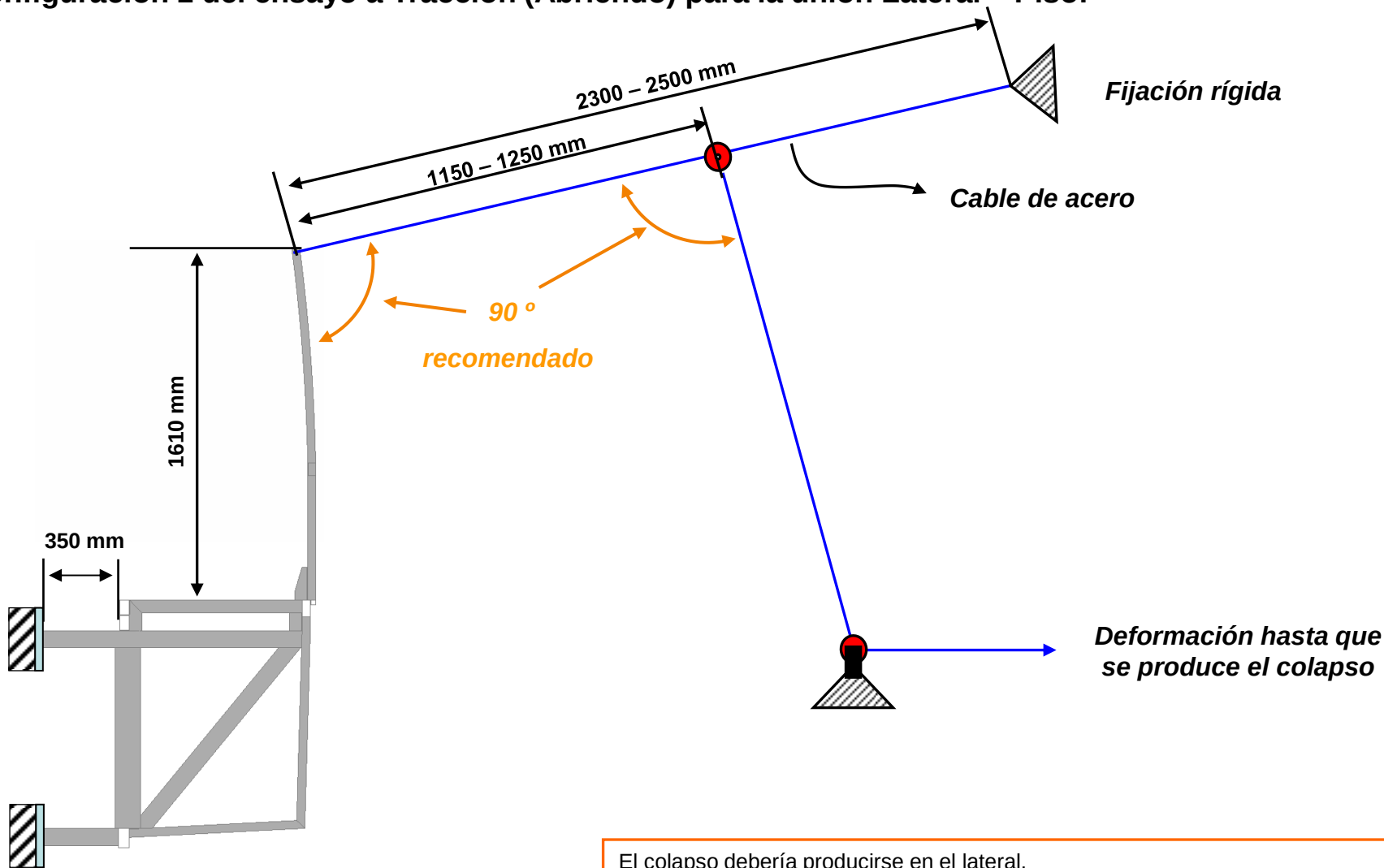
El colapso debería producirse en el lateral.

No deberían de aparecer grietas en la unión ni en los cordones de soldadura.

- Configuración 2 del ensayo a Compresión (Cerrando) para la unión Lateral – Piso:



- Configuración 1 del ensayo a Tracción (Abriendo) para la unión Lateral – Piso:



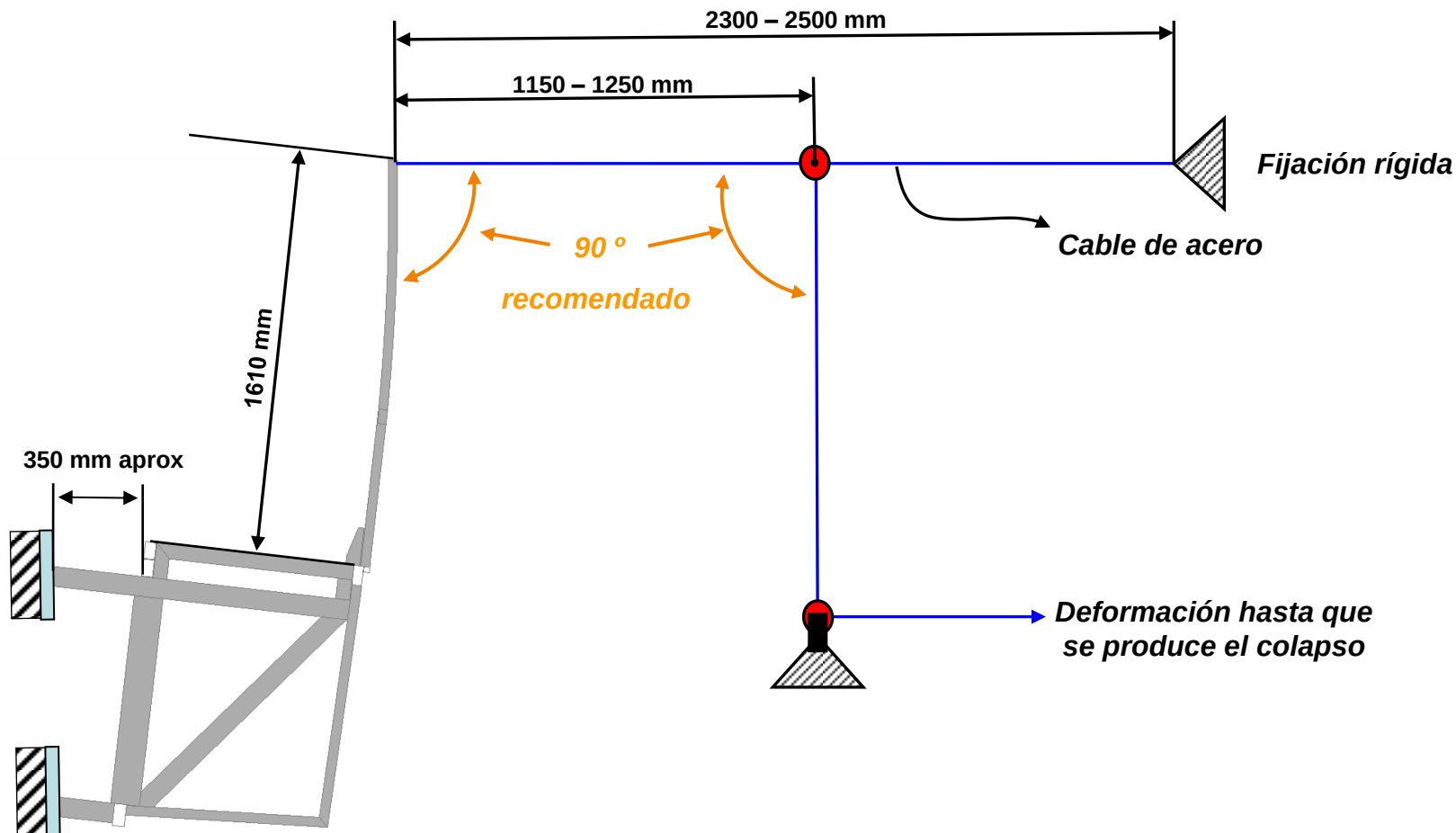
Área empotrada

Criterio: Perfiles de suelo y todas las fijaciones al chasis

El colapso debería producirse en el lateral.

No deberían de aparecer grietas en la unión ni en los cordones de soldadura.

- Configuración 2 del ensayo a Tracción (Abriendo) para la unión Lateral – Piso:



Área empotrada

Criterio: Perfiles de suelo y todas las fijaciones al chasis

El colapso debería producirse en el lateral.

No deberían de aparecer grietas en la unión ni en los cordones de soldadura.

- El objetivo de este anexo es presentar las cartas de materiales usadas en el desarrollo de la estructura resistente al vuelco del vehículo PROTOTIPO MIDIBUS de AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A.
 - Las cartas de materiales, asociadas a cada elemento viga del modelo de elementos finitos, se caracterizan con ABAQUS de la siguiente manera:
1. **Ensayos a tracción para tener las curvas tensión – deformación.** Éstos se realizan según la norma UNE EN 10002-1 utilizando la máquina INSTROM 5585H. La longitud de control es de 50 mm y la velocidad del ensayo es de 6 MPa / s. Para realizar los ensayos, las probetas se fabrican según las dimensiones del croquis mostrado. Cada probeta viene de un tubo diferente. A partir de los resultados de estos ensayos, se define para cada material un modelo elastoplástico de Von Mises.



Fig. Ensayo a tracción

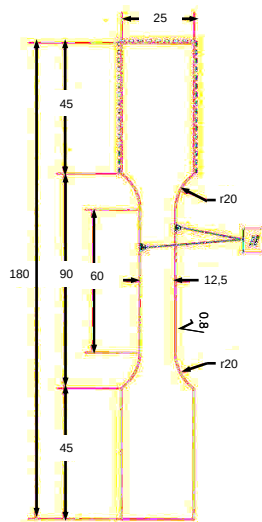


Fig. Croquis de la probeta

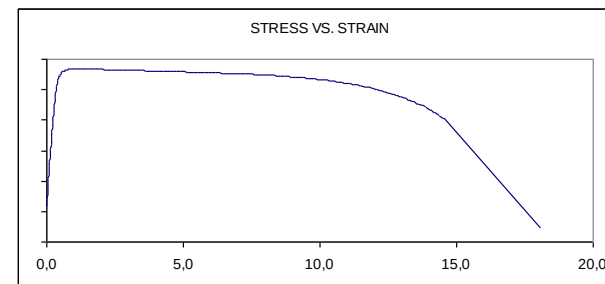


Fig. Curva Tensión vs. Deformación

2. **Caracterización de los perfiles a flexión.** A partir de la curva tensión-deformación de cada material, se realiza la simulación del perfil modelado a fibra neutra para definir su comportamiento a flexión. De esta manera, se obtienen las curvas momento vs curvatura y se introducen en el código ABAQUS.

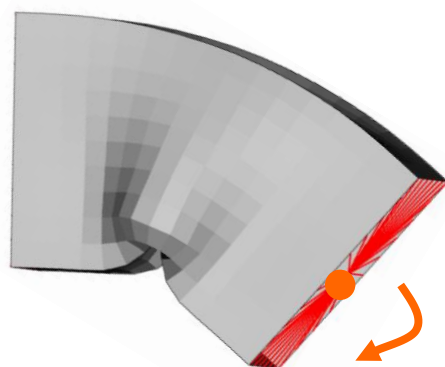


Fig. Simulación de un perfil a flexión

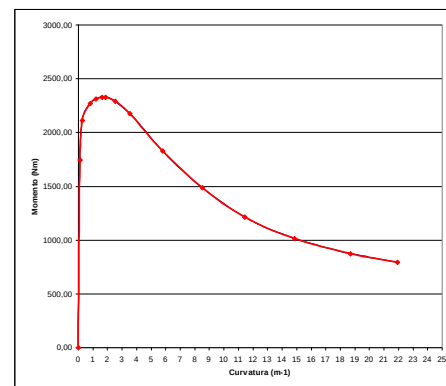


Fig. Curve Momento vs. Curvatura

- Lista de materiales ensayados:

Nº	Sección	Nº muestras	Código de muestra	
1	40x40x2.5_STRENGTH 700	3	A1 - A2 - A3	DE-1610/05
2	60x40x2_DOCOL 590	3	B1 - B2 - B3	DE-1610/07
3	60x40x2.5_DOCOL 600	3	A1 - A2 - A3	DE-1612/01
4	60x40x4_STRENGTH 700	3	A1 - A2 - A3	DE-1702/05

- Conclusiones del estudio de materiales:

Nº	Sección	Conclusión
1	40x40x2.5_STREX 700	NO OK – Este material no es apropiado para su utilización en el desarrollo de una estructura resistente al vuelco para el cumplimiento del R66.02. Dado el pobre alargamiento a la rotura que se observa en el ensayo a tracción, se recomienda el ensayo a flexión de este perfil, para comprobar que no hay rotura del material y ver si realmente tiene capacidad de absorción de energía.
2	60x40x2_DOCOL 590	OK – Este material es apropiado para su utilización en el desarrollo de una estructura resistente al vuelco para el cumplimiento del R66.02.
3	60x40x2.5_DOCOL 600	OK – Este material es apropiado para su utilización en el desarrollo de una estructura resistente al vuelco para el cumplimiento del R66.02.
4	60x40x4_STREX 700	OK – Tras finalizar el ensayo de tracción, este perfil presentó valores muy pobres de alargamiento a la rotura en ultimate (alrededor del 3%). IDIADA recomienda en base a su experiencia, valores superiores al 10%. Dados estos valores se realizó el ensayo a flexión de este perfil para comprobar que no hubiera rotura del material y ver si realmente tenía capacidad de absorción de energía. Dados los buenos resultados de los ensayos a flexión de este material, se concluye que es apropiado para su utilización en el desarrollo de una estructura resistente al vuelco para el cumplimiento del R66.02. (ver Anexo V).

- Curvas tensión vs deformación obtenidas de los ensayos a tracción y consideradas en este estudio:

Nota 1: Unidades SI (m. N. kg. Pa)

Nota 2: Descripción de los datos principales:

- Módulo de Young (E) (Pa)
- Coefficiente de Poisson
- Tensión elástica verdadera (σ_{true}) (Pa)
- Deformación plástica para la tensión elástica verdadera, deber ser nula (ϵ_{ln}^{pl})
- Tensión de ruptura verdadera (UTS) (σ_{true}) (Pa)
- Deformación plástica para la tensión de ruptura verdadera (ϵ_{ln}^{pl})

Nota 3: Formulación seguida para obtener las curvas

$$\left. \begin{aligned} \sigma_e &= \frac{F}{A_0} \\ \epsilon_e &= \frac{\delta}{L_0} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \sigma_{true} &= \sigma_{eng} (1 + \epsilon_{nom}) \\ \epsilon_{ln}^{pl} &= \ln(1 + \epsilon_{nom}) - \frac{\sigma_{true}}{E} \end{aligned}$$

→ Datos del ensayo a tracción

**NOMINAL VALUES ASTM

**

**

*MATERIAL, NAME=NOMINAL_VALUE_ASTM_A653_CS_GRADE_B

*DENSITY

7820.,

*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

(1) 2.068E11, (2) 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

(3) 255000000., (4) 0., 0.

(5) 360000000., (6) 0.18, 0.

*MATERIAL, NAME=NOMINAL_VALUE_ASTM_A36_PLATE

*DENSITY

7820.,

*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

250000000., 0., 0.

400000000., 0.20, 0.

**NOMINAL VALUES STRENGTH_700

**

**

*MATERIAL, NAME=NOMINAL_VALUE_STRENGTH_700

*DENSITY

7820.,

*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

750000000., 0., 0.

950000000., 0.10, 0.

Unidades SI (m. N. kg. Pa)

**DOCOL MATERIAL

**
**
**SAMPLE: DE1607008_16DE_AGA_R66.02-Curve_A03-M60x40x2.5_DOCOL_600

**
*MATERIAL, NAME=M60x40x2.5_DOCOL_600

*DENSITY
7820.,
*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

5.16E+08,0.0000
5.78E+08,0.0068
6.18E+08,0.0210
6.53E+08,0.0417
6.78E+08,0.0615
6.94E+08,0.0778
7.09E+08,0.0946
7.22E+08,0.1121
7.35E+08,0.1310
7.43E+08,0.1549

**SAMPLE: DE1607008_16DE_AGA_R66.02-Curve_B01-M60x40x2_DOCOL_590

**
*MATERIAL, NAME=M60x40x2_DOCOL_590

*DENSITY
7820.,
*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

4.73E+08,0.0000
5.33E+08,0.0034
5.74E+08,0.0115
6.18E+08,0.0302
6.50E+08,0.0523
6.71E+08,0.0715
6.87E+08,0.0887
7.01E+08,0.1065
7.13E+08,0.1256
7.23E+08,0.1512

Unidades SI (m. N. kg. Pa)

**STREX MATERIAL

**

**

**SAMPLE: DE1607008_16DE_AGA_R66.02-Curve_A01-M40x40x2.5_STREX_700

**

**NO_RECOMENDADO_PARA_R66.02

**

*MATERIAL, NAME=M40x40x2.5_STREX_700

*DENSITY

7820.,

*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

8.39E+08,0

8.62E+08,0.00060

8.82E+08,0.0012

8.99E+08,0.0019

9.11E+08,0.0027

9.19E+08,0.0037

9.25E+08,0.0048

9.29E+08,0.0060

9.33E+08,0.0083

9.34E+08,0.0110

**SAMPLE: DE1607008_16DE_AGA_R66.02-Curve_A02-M60x40x4_STREX_700

**

**SIN_ROTURA_EN_EL_ENSAYO_A_FLEXION. APTO_PARA_USO_R66.02

**

*MATERIAL, NAME=M60x40x4_STREX_700

*DENSITY

7820.,

*ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

2.068E11, 0.29

*PLASTIC, HARDENING=ISOTROPIC

7.34E+08,0.00E+00

7.64E+08,5.32E-04

7.99E+08,1.42E-03

8.32E+08,2.77E-03

8.56E+08,4.76E-03

8.72E+08,7.20E-03

8.81E+08,9.73E-03

8.87E+08,1.25E-02

8.92E+08,1.53E-02

8.98E+08,2.50E-02

8.87E+08,3.38E-02

8.67E+08,4.24E-02

8.39E+08,5.15E-02

7.99E+08,6.09E-02

7.40E+08,7.04E-02

6.77E+08,7.78E-02

6.26E+08,8.22E-02

01_ Tensile test. Samples to test.

02_ Tensile test. Test description.

03_ Tensile test. Results.

04_ Tensile test. Conclusions.

05_ Bending test. Samples to test.

06_ Bending test. Test description.

07_ Bending test. Results and conclusions.

08_ General conclusions.

- The following profile samples were supplied by AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. in order to be analysed:

Nº	Section	Nº samples	Sample code	
1	60x40x4_STRENGTH 700	3	A1 - A2 - A3	DE-1702/05

- Tensile test were done according to standard UNE EN 10002-1 using an INSTRON 5585H machine. The control length was 50 mm. Test speed control was 6 MPa/s without preload.
- To perform these tests, the specimens were cut to the measurements shown in Figure 2.



Fig. 1 View of axial test

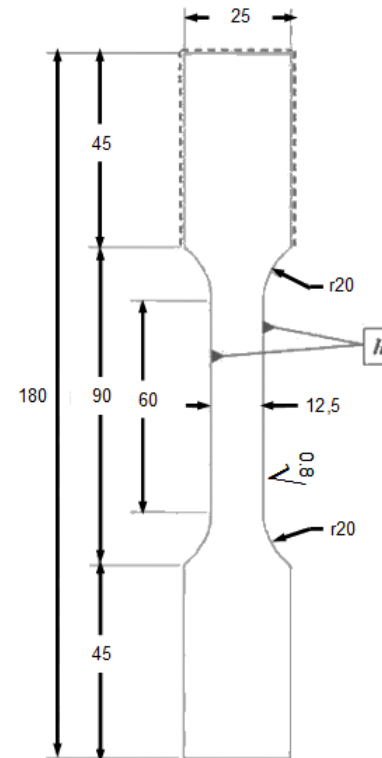


Fig. 2 Sketch of specimens

- Summary of characteristic values (Re, Rm and ϵ) obtained:

Re: Yield Strength, Rm: Ultimate Strength, ϵ : Elongation at break

SSAB data obtained from catalogue			SSAB data obtained by tensile test		
Material	Mechanical properties	Values	Material	Mechanical properties	Values
STREX 700	Minimum Yield point	700 Mpa	60x40x4_STREX 700	Minimum Yield point	740 Mpa
	Ultimate strength	750-930 Mpa		Ultimate strength	864 Mpa
	Elongation at break (%)	10		Elongation at break (%)	13

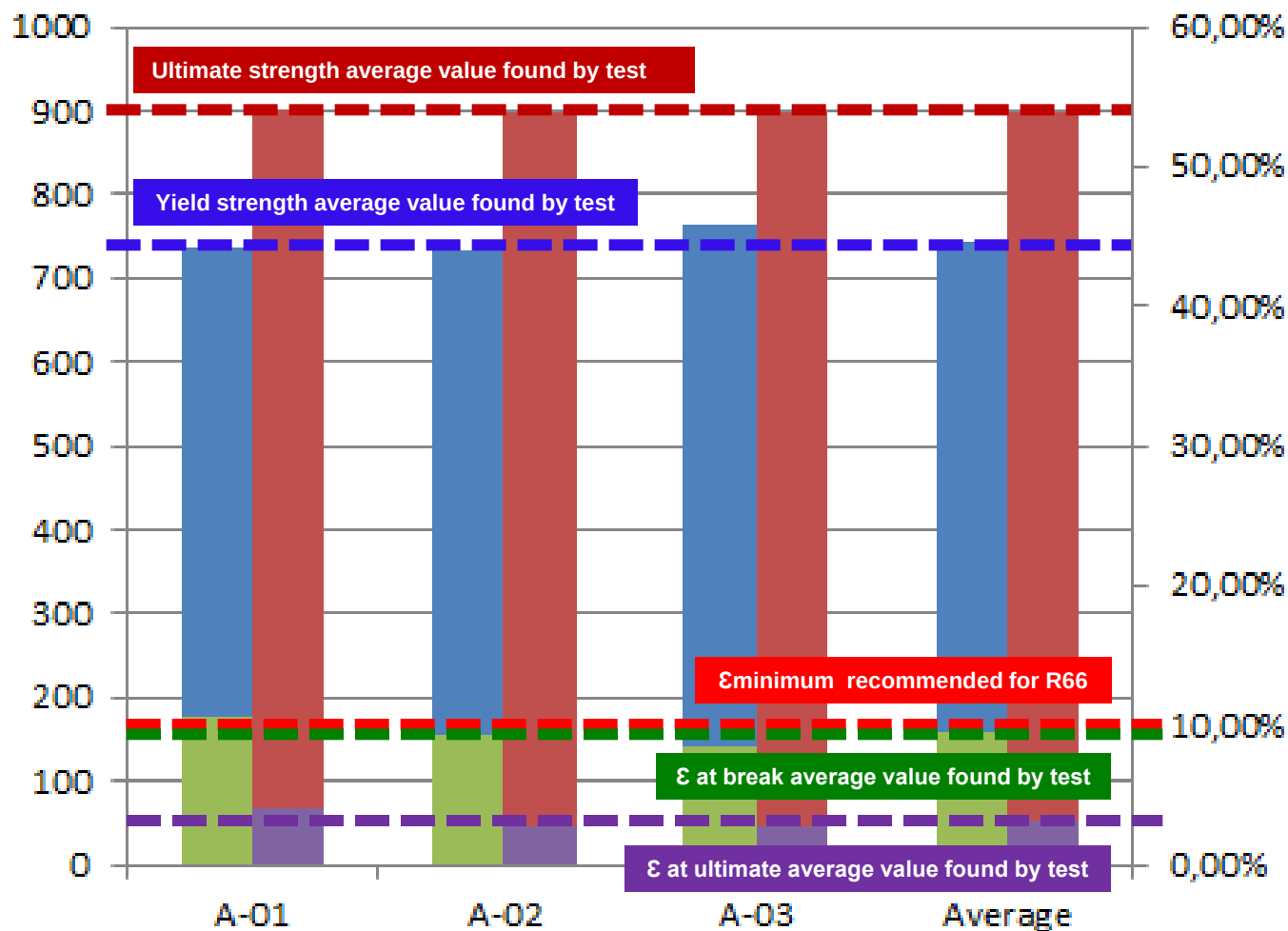
- Summary of characteristic values (Re, Rm and ϵ) obtained in Idiada with the real tubes:

Re: Yield Strength, Rm: Ultimate Strength, ϵ : Elongation break at ultimate

Note: True values

Profile	Sample	Yield Strength (MPa)	Ultimate Strength (MPa)	Elongation at ultimate (%)	Elongation at break (%)
60x40x4.0	A-01	736	903	3,94%	10,64%
60x40x4.0	A-02	734	898	2,79%	9,24%
60x40x4.0	A-03	763	898	2,85%	8,39%

■ Yield Strength (MPa)
 ■ Elongation at break (%)
 ■ Ultimate Strength (MPa)
 ■ Elongation at ultimate (%)



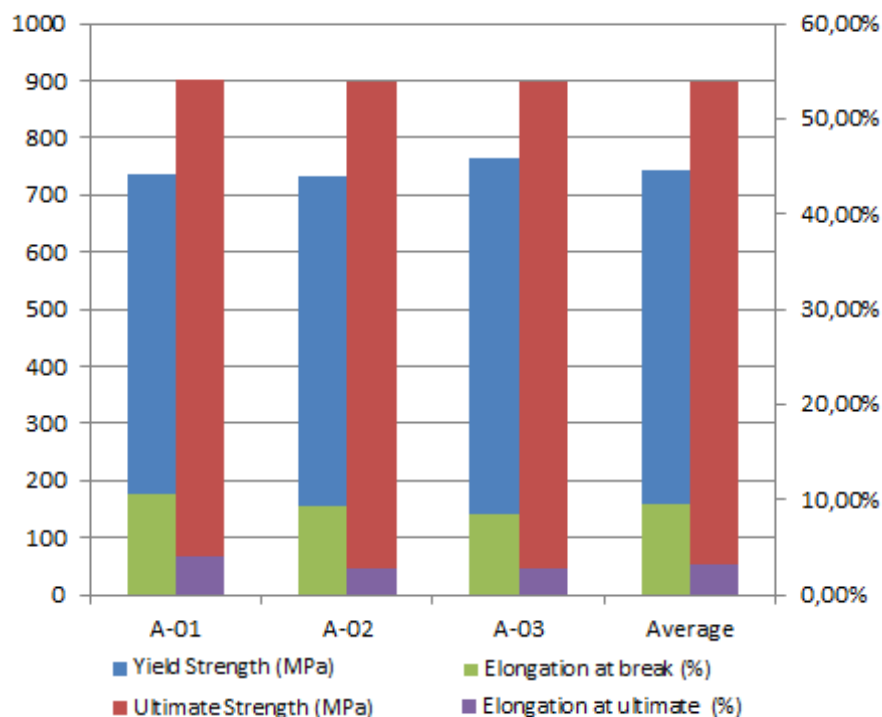
60x40x4_STREX 700

- Summary table of characteristic values (Re, Rm and ϵ)

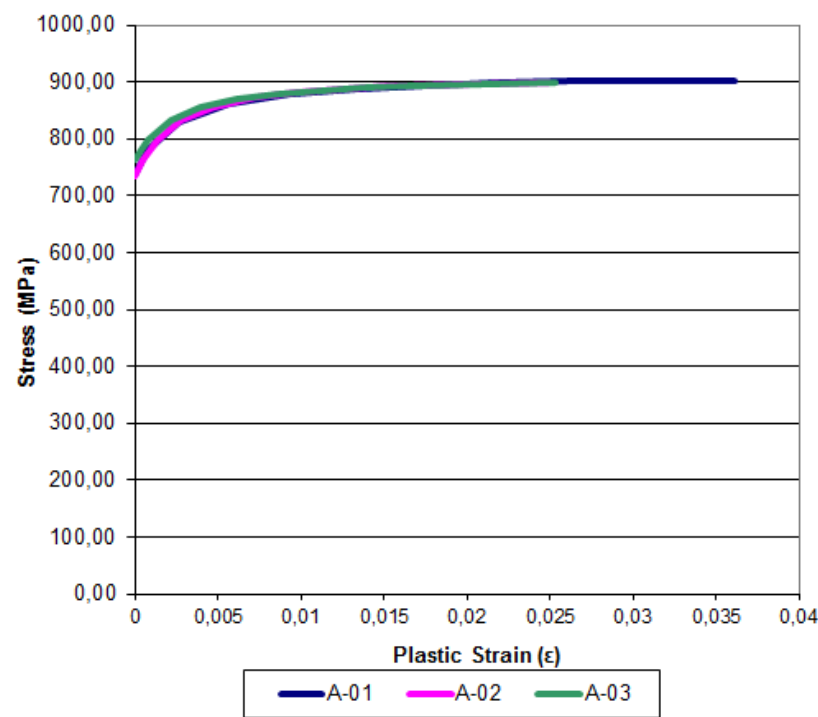
Note: True values

Profile	Sample	Yield Strength (MPa)	Ultimate Strength (MPa)	Elongation at ultimate (%)	Elongation at break (%)
60x40x4.0	A-01	736	903	3,94%	10,64%
60x40x4.0	A-02	734	898	2,79%	9,24%
60x40x4.0	A-03	763	898	2,85%	8,39%
	Average	744	899	3,19%	9,42%
	Standard deviation	16	3	0,65%	1,14%

- Graph from tensile test



- Stress-strain diagram of profile up to ultimate



- According to the tensile test results presented in this report, IDIADA makes the following conclusions for the profiles studied:

Nº	Section	Conclusion
1	60x40x4_STRENGTH 700	Three point bending test is recommended due to the poor values of elongation in order to verify if cracks appears or even there is rupture of the profile. According to its experience, IDIADA recommends values higher than 10% of elongation at ultimate in order to use the studied material as part of the resistant structure of a coach. These profiles presents very poor values (around 3%).

- The following profile samples were supplied by AUTOBUSES AGA DE COLOMBIA S.A. in order to be analysed:

Nº	Section	Nº samples	Sample code	
1	60x40x4_STRENGTH 700	3	P1 - P2 - P3	DE-1702/06

- Physical bending tests have been performed to verify good collapse behavior of the main profiles of the superstructure.
- The test was carried out with a universal test machine INSTRON model 5585H1009 and transducer INSTRON 2525-172 / UK58 (Certification number: E153091916112350) and:
 - An specific jig for 3 point bending test on tubes with a span of 1.000 mm.
 - Position 0 at 1 kgf of preload.
 - Maximum vertical displacement 240 mm. (50° at angle 3)
 - Speed: 20 mm/min.



Fig. 1 View of axial test

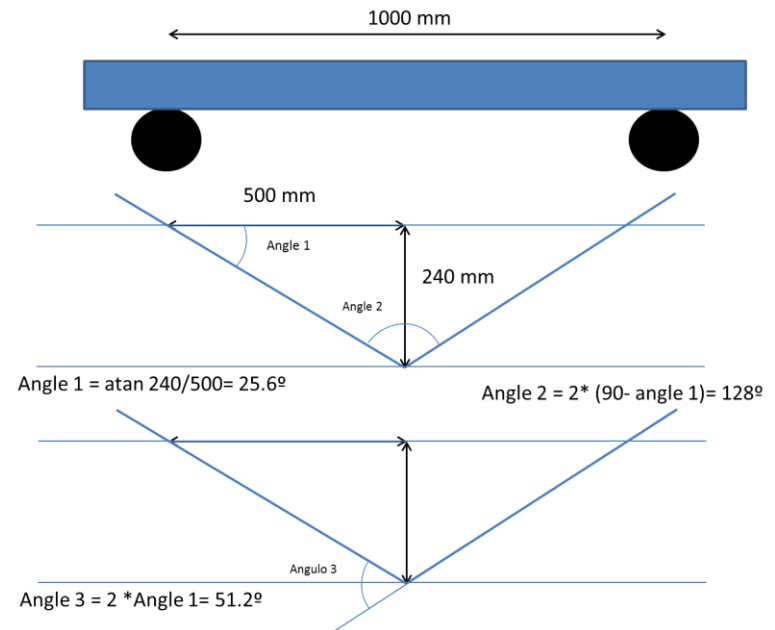


Fig. 2. Angles obtained during the bending test

- The results showed no cracks on the 60x40x4_Strenx_700 profiles (see pictures below).

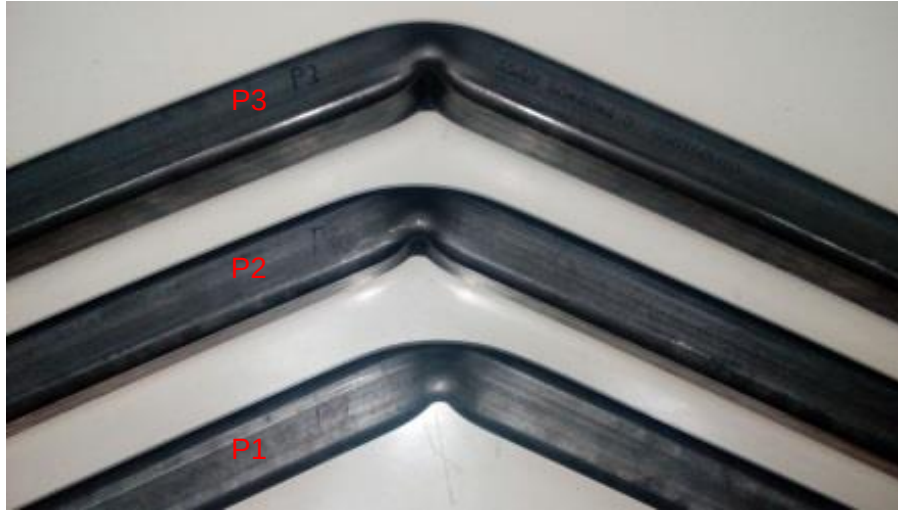


Fig. Detail of the collapse in the samples tested

- The level of force evolution has not been changed during the test.
- P1 and P3 curves present a bit more conservative results. It happens when the welding line of the tube works in traction instead of compression.

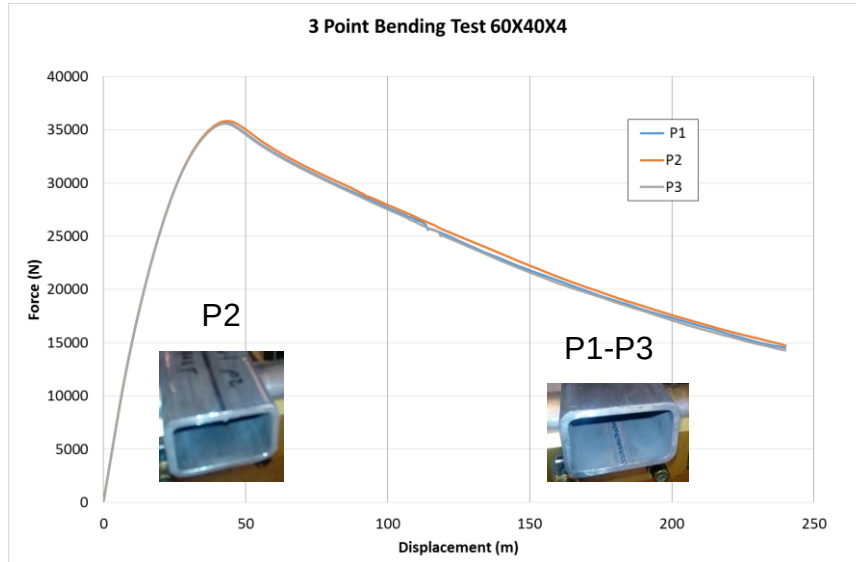


Table. Force vs displacement graph

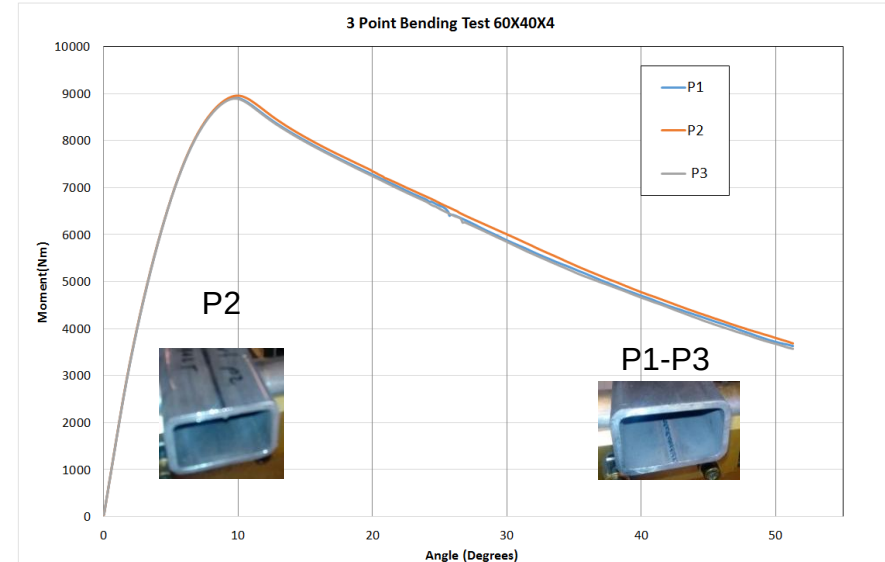
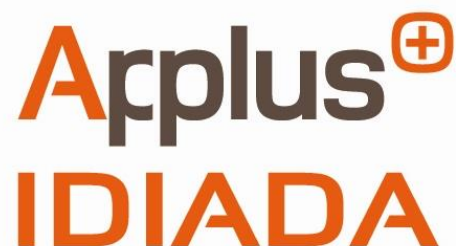


Table. Moment vs angle graph at angle 3

Nº	Section	Conclusion
1	60x40x4_Strenx_700	OK – Based on the results of the bending test, this material is suitable to be used as part of a rollover resistant structure. No cracks appear when collapse occurs, neither inside the profile nor in the outside. The strength level of the profile during the test is constant, so, this profile is still absorbing energy after collapse.

- According to the results obtained in the tensile test and in the bending test about the profiles studied in this report, IDIADA can conclude:
 - The tensile tests on the samples taken from the profiles shows values in Yield point higher than the nominal values obtained from the manufacturer's catalogue. Ultimate strength values are aligned with the manufacturer's catalogue. Usually, these values are obtained from the sheet metal or from the steel coil before to the manufacturing process of the tube. This increase of the mechanical properties is due to the work hardening during the manufacturing process of the profile.
 - The elongation at break presents average values of 9,42% and this elongation decreases to 3% at the point of maximum stress that we consider for the simulations. For R66.02, it is recommended an elongation break at the maximum stress point greater than 10% for all samples tested.
 - Because of mentioned in the previous point, it was recommended to perform 3 point bending physical tests in order to see the real behaviour of the material and its energy absorption capacity.
 - The 3 point bending tests determined that up to 240 mm of displacement and with a rotation of 50° no cracks appeared in any part of the tube and the force level remained constant in all samples what it means that this profile can be used as part of the rollover resistant structure.



YOUR DEVELOPMENT PARTNER

For further information:

Applus IDIADA

Main Technical Centre

L'Albornar – PO Box 20

E-43710 Santa Oliva (Tarragona) Spain

T +34 977 166 000

F +34 977 166 007

e-mail: idiada@idiada.com

www.idiada.com

Applus IDIADA Brazil

T +55 41 3373 0411 (Curitiba)
T +55 11 4330 9880 (São Paulo)
T +55 15 3205 2952 (Tatui)

e-mail: idiada_brasil@idiada.com

Applus IDIADA China

T +86 10 8446 3317 (Beijing)
T +86 431 8190 9680 (Changchun)
T +86 23 6756 8060 (Chongqing)
T +86 20 2282 9202 (Guangzhou)
T +86 (21) 6210 0894 (Shanghai)
T +86 (772) 3166 619 (Liuzhou)

e-mail: idiada_china@idiada.com

Applus IDIADA Czech Republic

T +420 493 654 811 (Hradec Králové)
T +420 482 424 243 (Liberec)
T +420 326 736 860 (Mladá Boleslav)

e-mail: info@idiada.cz

Applus IDIADA France

T +33 369 075 826 (Mulhouse CEDEX)
T +33 (0) 141 146 085 (Sèvres CEDEX)

e-mail: idiada_france@idiada.com

Applus IDIADA Germany

T +49 (0) 173 610 2083 (Ilsfeld)
T +49 (0) 841 885 38-0 (Ingolstadt)
T +49 (0) 893 090 560 (Munich)
T +49 (0) 537 155 555 (Wolfsburg)

e-mail: idiada_germany@idiada.com

Applus IDIADA India

T +91 203 0556 888 (Bangalore)
T +91 994 0679 933 (Chennai)
T +91 124 4028 888 (New Delhi)
T +91 203 0556 900 (Pune)

e-mail: idiada_india@idiada.com

Applus IDIADA Italy

T +39 011 3997 764 (Turin)
e-mail: idiada_italia@idiada.com

Applus IDIADA Japan

T +81 (0) 42 512 8982 (Tokyo)
e-mail: idiada_japan@idiada.com

Applus IDIADA South Korea

T +82 31 478 1821 (Seoul)
e-mail: idiada@idiada.co.kr

Applus IDIADA Madrid

T +34 915 095 795 (Madrid)
e-mail: idiada_madrid@idiada.com

Applus IDIADA Malaysia

T +603 9207 7018 (Kuala Lumpur)
e-mail: idiada_malaysia@idiada.com

Applus IDIADA Poland

T +48 61 6226 905 (Poznan)
e-mail: idiada_polska@idiada.com

Applus IDIADA Russia

T +7 (831) 297 94 32 (Nizhny Novgorod)
e-mail: idiada_russia@idiada.com

Applus IDIADA Saudi Arabia

T +966 53 4147 301 (Riyadh)
e-mail: idiada_GCC@idiada.com

Applus IDIADA Taiwan

T +886 47 810 702 (Lu-Kang)
e-mail: idiada_taiwan@idiada.com

Applus IDIADA Thailand

T +66 86 7917 071 (Bangkok)
e-mail: idiada_thailand@idiada.com

Applus IDIADA Turkey

T +90 216 250 6050 (Istanbul)
e-mail: idiada_turkey@idiada.com

Applus IDIADA UK

T +44 (0) 7 979 691 631 (Hinckley)
e-mail: idiada_uk@idiada.com

Applus IDIADA USA

T +1 248 656 3469 (Detroit)
e-mail: idiada_USA@idiada.com

CTAG IDIADA

T +34 986 900 300 (Pontevedra)
e-mail: ctag_idiada@idiada.com