



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Evaluación de las características de diseño y manufactura de las carrocerías de autobuses interprovinciales en el Ecuador, con énfasis en la respuesta que estas brindan en caso de presentarse un vuelco lateral.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Autores:**

**PEDRO JOSÉ MENDOZA CRIOLLO  
DAVID FRANCISCO TAPIA TABANGO**

**Director:**

**ROBERT ROCKWOOD IGLESIAS**

**CUENCA – ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi hija y esposa con su apoyo incondicional, a mis padres que con, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

*Pedro José Mendoza Criollo*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a dos ángeles que están en el cielo; mi abuelita María Cristina Ortiz y a mi tío Jacinto Tabango Andrade.

A mi padre Ángel Tapia, a mi madre Mariana Tabango por apoyarme siempre, y a mi hermano Santiago por ser un modelo a seguir.

Finalmente, a mis profesores y amigos que estuvieron en toda mi etapa universitaria y tuve la dicha de conocer.

*David Francisco Tapia Tabango*

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañante en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, A mi hija y esposa que fueron la motivación para culminar el presente trabajo.

Agradezco a mi director de tesis Ing Robert Rockwood .M.I con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación. A mi tribunal de trabajo de titulación por sus consejos enseñanzas y directrices.

*Pedro José Mendoza Criollo*

### **AGRADECIMIENTOS**

A los Ingenieros Robert, Francisco y Daniel por sus consejos para el buen desarrollo del presente trabajo a través de sus experiencias, que han llevado durante su profesionalismo.

A mi compañero Pedro Mendoza por ser un compañero y amigo durante el desarrollo del presente trabajo como de la etapa universitaria.

*David Francisco Tapia Tabango*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>a. Motivación de la investigación</b> .....	2
<b>b. Problemática:</b> .....	5
<b>c. Objetivo general:</b> .....	7
<b>d. Objetivos específicos:</b> .....	7
<b>1. CAPITULO I</b> .....	8
<b>1.1. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA NACIONAL REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA CARROCERÍAS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES.</b> .....	9
<b>1.1.1. Normativa Ecuatoriana para la construcción de carrocerías NTE INEN 1323:2009 “Vehículos automotores. Carrocerías de buses. Requisitos”</b> .....	9
<b>1.1.1.1. Estructura de las carrocerías de autobuses.</b> .....	11
<b>1.1.1.2. Unión chasis – carrocería</b> .....	17
<b>1.1.1.3. Documentos técnicos</b> .....	17
<b>1.1.1.4. Elementos de seguridad</b> .....	18
<b>1.1.1.5. OTROS REQUISITOS</b> .....	20
<b>1.1.2. Normativa ecuatoriana para la construcción de carrocería, RTE INEN 043:2011 “Bus interprovincial e intraprovincial”.</b> .....	22
<b>1.2. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ECUATORIANA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARROCERÍAS.</b> .....	30
<b>1.2.1. NTE INEN 1323: 2009</b> .....	30
<b>1.2.2. RTE INEN 043:2011</b> .....	32
<b>2. CAPITULO 2</b> .....	33
<b>2.1. ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE VUELCO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO 66 DE LA COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS</b> 33	33
<b>2.2. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE AUTOBUSES.</b> .....	43
<b>2.2.1. Colombia</b> .....	43

2.2.2.	Chile.....	69
2.2.3.	Argentina.....	71
2.2.4.	Brasil.....	72
2.2.5.	México .....	73
2.2.6.	Estados Unidos.....	75
2.2.7.	España .....	76
2.3.	<b>REQUISITOS DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LA SUPERESTRUCTURA EN OTROS PAISES ADEMAS DEL REGLAMENTO NRO. 66.....</b>	<b>80</b>
2.4.	<b>REQUISITOS DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LA SUPERESTRUCTURA Y VALIDAZION DE LA CARROCERIA Y ESTRUCTURA. ....</b>	<b>82</b>
3.	<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>90</b>
3.1.	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL .....</b>	<b>90</b>
3.1.1.	Orden de producción .....	91
3.1.2.	Recepción del chasis .....	92
3.1.3.	Preparación de materiales .....	93
3.1.4.	Armado de la estructura.....	93
3.1.5.	Forrado exterior .....	97
3.1.6.	Forrado interior.....	98
3.1.7.	Acabados Generales .....	99
3.1.8.	Acabado exterior .....	100
3.1.9.	Acabado interior.....	101
3.2.	<b>ANÁLISIS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>102</b>
3.2.1.	Inspección del proceso de fabricación por un ente acreditador.....	102
3.3.	<b>ENSAYOS DE VERIFICACIÓN POSTPRODUCCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES,.....</b>	<b>104</b>
3.3.1.	Ensayos destructivos (ED) .....	106
3.3.2.	Ensayos no destructivos (END).....	109
3.4.	<b>INSPECCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES .....</b>	<b>114</b>
3.4.1.	Autobuses interprovinciales no colisionados .....	114
3.4.2.	Autobús interprovincial colisionado.....	114
4.	<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>116</b>
4.1.	<b>INSPECCIÓN DE UNIDADES DE AUTOBUS INTERPROVINCIALES .....</b>	<b>116</b>
4.1.1.	Inspección de autobuses interprovinciales no colisionadas .....	117
4.1.2.	Inspección de autobús interprovincial colisionado.....	130
4.2.	<b>INSPECCIÓN DE UNIDADES DE BUSES MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS .....</b>	<b>139</b>

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	142
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	145
<b>1. ANEXO I</b> .....	149
<b>2. ANEXO II</b> .....	159
<b>3. ANEXOS III</b> .....	162
<b>4. ANEXOS IV</b> .....	178
<b>5. ANEXO V</b> .....	225
<b>6. ANEXO VI</b> .....	229
<b>7. ANEXO VII</b> .....	243



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cantidad de personas fallecidas en accidentes de autobuses interprovinciales en el Ecuador, en los años 2017 y 2018. Fuente: (Agencia nacional de tránsito, 2018) Elaborado por: Autores.....	2
Figura 1.2 Cantidad de personas fallecidas y heridas en accidentes de autobuses interprovinciales de tipo “vuelco lateral” Fuente: (Diarios y prensa web) Elaborado por: Autores .....	4
Figura 1.3. Disposiciones generales tomadas en consideración para el diseño de carrocería de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323:2009 .....	10
Figura 1.4. Requisitos para la conformidad de carrocerías que debe cumplir la norma para la fabricación de buses interprovinciales.....	11
Figura 1.5. Parámetros a considerar para la estructura de la carrocería contemplados en la NTE INEN 1323.....	11
Figura 1.6. Cargas que se toman en consideración para el análisis de las carrocerías ...	12
Figura 1.7. Método ASD y método LRFD, establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1323:2009 .....	14
Figura 1.8. Otros tipos de análisis de resistencia de la estructura .....	15
Figura 1. 9. Normativa referente a la soldadura .....	16
Figura 1.10. Materiales empleados en general. ....	16
Figura 1.11. Requisitos adicionales según la norma 1323 a considerar.....	21
Figura 1.12. Sistemas fundamentales de transporte público de pasajeros intrarregionales, interprovincial e intraprovincial. ....	23
Figura 1.13. Requisitos y pruebas que presenta el reglamento para el tren motriz. ....	24
Figura 1.14. Especificaciones de la carrocería, contempladas en el reglamento técnico ecuatoriano 043:2011. ....	24
Figura 1.15. Descripción de las partes del chasis .....	25
Figura 1.16. requisitos generales establecidos por la norma 1323 .....	26
Figura 1.17. Requisitos generales establecidos por la norma.....	27
Figura 1.18. Otros requisitos generales del reglamento técnico ecuatoriano .....	29
Figura 1.19. Dimensiones del espacio de supervivencia de un autobús en una sección de la parte frontal.....	31
Figura 1.20. Dimensiones del espacio de supervivencia de un autobús en una sección de la parte lateral. ....	31
Figura 2.1. Anexos del Reglamento Nro. 66 para la homologación de un autobús .....	34
Figura 2.2. Ensayos del Reglamento Nro. 66 para la homologación del autobús.....	34
Figura 2.3. Parámetros que conforman el reglamento Nro. 66.....	35
Figura 2.4. Especificaciones y requisitos generales del reglamento Nro. 66 para la homologación .....	37
Figura 2.5. Especificaciones del contorno de la estructura deformada .....	38
Figura 2.6 Determinación del espacio de supervivencia de un autobús.....	38
Figura 2.7. Ensayo de vuelco de un vehículo completo. ....	39
Figura 2.8. Métodos de ensayo de vuelco del reglamento Nro. 66. ....	40
Figura 2.9. Ensayo de los asientos y anclajes.....	77
Figura 2.10. Ensayo de cinturones de seguridad .....	78

Figura 2.11. Ensayo de estabilidad.....	79
Figura 2.12. Ensayo de vuelco y resistencia estructural.....	80
Figura 3.1. Proceso de fabricación de una carrocería de autobús interprovincial.....	91
Figura 3.2. Proceso de producción.....	92
Figura 3.3. Chasis Hino modelo AK8JRSA. Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	92
Figura 3.4. Proceso de armado de la estructura de un autobús interprovincial.....	94
Figura 3.5. Configuración del armado de una estructura de autobús interprovincial Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	95
Figura 3.6. Soldadura MAG/MIG Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	96
Figura 3.7. Proceso de forrado exterior del autobús.....	97
Figura 3.8. Forrado lateral y forrado posterior Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	97
Figura 3.9. Proceso de forrado interior.....	98
Figura 3.10. Forrado interior de un autobús interprovincial Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	99
Figura 3.11. Proceso de acabados generales del autobús.....	99
Figura 3.12. Acabados del autobús Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	100
Figura 3.13. Proceso de acabado exterior del autobús.....	100
Figura 3.14. Proceso de acabado interior del autobús.....	101
Figura 3.15. Estado final del autobús previo a la entrega del cliente Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.....	102
Figura 3.16. Máquina de ensayo de tracción para medir la resistencia de soldaduras (máquina de prueba de 60,000 Lb).....	106
Figura 3.17. Ensayo de fatiga.....	107
Figura 3.18. Prueba de soldadura de filete.....	107
Figura 3.19. Prueba de impacto.....	109
Figura 3.20. Unidad portátil de inspección ultrasónica.....	110
Figura 3.21. Defectos de soldadura e imágenes radiográficas.....	111
Figura 3.22. En el último caso, el penetrante fluorescente un color amarillo verdoso, que define claramente el defecto.....	112
Figura 3.23. Probador de dureza Rockwell.....	113
Figura 3.24. Probador de dureza Brinell.....	113
Figura 3.25. Ensayo de tintas penetrantes. Elaborado por: Autores.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Accidentes de tránsito de autobuses interprovinciales de tipo vuelco lateral durante los años 2017, 2018, 2019 en curso. .....	3
Tabla 1.2 Lesiones que pueden darse en un autobús al momento de presenciar un accidente de tipo “vuelco lateral”. .....	5
Tabla 1.3 Normas y reglamentos que forman parte de la cámara nacional de fabricantes de carrocerías (CANFAC). .....	8
Tabla 1.4 Tipos de cargas vivas según el tipo de servicio .....	12
Tabla 1.5 Carga de giro .....	13
Tabla 1.6 Número mínimo de salidas de emergencia en relación al número de pasajeros. .....	21
Tabla 1.7 Clasificación de los vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial. .....	22
Tabla 1.8 Clasificación del número de ejes, peso en bruto del chasis y capacidad de pasajeros .....	22
Tabla 1.9. Dimensiones externas del vehículo. .....	28
Tabla 1.10. Dimensiones del ancho libre de la puerta .....	28
Tabla 1.11. Análisis de los puntos más importantes en la norma técnica ecuatoriana INEN 1323:2009 .....	30
Tabla 1.12. Análisis de los puntos más importantes contemplados en el reglamento técnico ecuatoriano INEN 043:2011. .....	32
Tabla 2.1. Categorías de los autobuses tipo M .....	36
Tabla 2.2. Referencias utilizadas en la norma técnica colombiana NTC 5206 “Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajeros, requisitos y métodos de ensayo” .....	67
Tabla 2.3. Requisitos establecidos en el Reglamento Nro. 107 de las naciones unidas .....	69
Tabla 2.4. Referencia de la norma chilena con respecto a otros países y entidades que las analizan .....	70
Tabla 2.5. Normas de diferentes países para los respectivos análisis de chasis, carrocerías y dispositivos de seguridad. .....	70
Tabla 2.6. Contenido de la norma mexicana .....	73
Tabla 2.7. Referencias contempladas en la norma NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999 .....	74

Tabla 2.8. Comparativa de ensayos realizados en el Ecuador en comparación a la normativa internacional.....	81
Tabla 2.9. Normas establecidas en cada país, su respectiva descripción y normas que referencian.....	82
Tabla 3.1. Conceptos de discontinuidad y defectos.....	105
Tabla 3.2. Agencia que emiten códigos o estándares de tolerancia.....	105
Tabla 3.3. Pruebas de grabado.....	108
Tabla 4.1 Modelos evaluados.....	116

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y MANUFACTURA DE LAS CARROCERÍAS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES EN EL ECUADOR, CON ÉNFASIS EN LA RESPUESTA QUE ESTAS BRINDAN EN CASO DE PRESENTARSE UN VUELCO LATERAL.**

**RESUMEN**

En el presente estudio se analizaron los procesos de diseño mecánico estructural y de manufactura de las carrocerías de autobuses nacionales destinadas al transporte interprovincial de pasajeros en el Ecuador; así como los requisitos para su homologación. Para ello se revisó la normativa vigente, métodos de diseño mecánico estructural, selección de materiales, procesos de integración de elementos de seguridad en el diseño mecánico estructural. Así también se presentan las técnicas empleadas en cada uno de los procesos de su manufactura. Estos aspectos fueron comparados respecto a la normativa vigente en otros países; finalmente, en base a los resultados obtenidos, se proponen mejoras a considerar; tanto en la normativa, como en los procesos de manufactura de las carrocerías de autobuses interprovinciales.

**Palabras claves** – accidentes de buses, procesos de diseño y manufactura de carrocerías de buses, inspección de carrocerías de buses.




---

Ing. Robert Rockwood I. M.I  
**Director de Escuela – Director del Trabajo de Investigación**



---

Pedro José Mendoza Criollo  
**Autor**



---

David Francisco Tapia Tabango  
**Autor**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y MANUFACTURA DE LAS CARROCERÍAS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES EN EL ECUADOR, CON ÉNFASIS EN LA RESPUESTA QUE ESTAS BRINDAN EN CASO DE PRESENTARSE UN VUELCO LATERAL.**

**ABSTRACT**

This study analyzed the structural mechanical design and manufacturing processes of the bodies in national buses for interprovincial passenger transport in Ecuador as well as the requirements for its approval. For this, the current regulations, methods of structural mechanical design, selection of materials, integration processes of safety elements in structural mechanical design were checked. The techniques used in each of the manufacturing processes are also presented. These aspects were compared with the current regulations in other countries. Finally, based on the results obtained, improvements are proposed for consideration in both the regulations and the manufacturing processes of interprovincial bus bodies.

**Keywords** - bus accidents, bus bodywork design and manufacturing processes, bus bodywork inspection



Eng. Róbert Rockwood I. M.I  
Faculty Coordinator – Thesis Director



Pedro José Mendoza Criollo  
Author



David Francisco Tapia Tabango  
Author

**Translated by**



David Francisco Tapia Tabango



Pedro José Mendoza Criollo



Pedro José Mendoza Criollo

David Francisco Tapia Tabango

Mgstr. Robert Rockwood

Abril, 2021

**Evaluación de las características de diseño y manufactura de las carrocerías de autobuses interprovinciales en el Ecuador, con énfasis en la respuesta que estas brindan en caso de presentarse un vuelco lateral.**

**INTRODUCCION**

En el presente estudio se analizaron los procesos de diseño y manufactura, de autobuses interprovinciales, y la respuesta que brindan al momento de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral; enfocándonos en parámetros importantes como: la resistencia mecánica, el diseño mecánico, la seguridad activa y pasiva de los ocupantes, el confort, entre otros.

Debido a esto, surge la necesidad de conocer y evaluar, por qué un autobús interprovincial al presentar un accidente de tipo vuelco lateral, exhibe una alta tasa de mortalidad en sus ocupantes; tomando en cuenta la respuesta que brindan los elementos de seguridad, con el fin de salvaguardar la vida, y enfocándonos en la configuración del autobús al momento de su fabricación.

En el primer capítulo se presenta un análisis de la normativa local, en donde se encuentran parámetros de diseño y manufactura de los autobuses interprovinciales; así como, los requisitos de los elementos de seguridad para su homologación, además de ensayos que analizan la estructura del autobús al momento de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral.

En el segundo capítulo se trata sobre las distintas normas técnicas establecidas en otros países, realizando una comparativa entre de los ensayos y estudios que se efectúan, con el objetivo de establecer diferencias y similitudes concernientes al diseño y manufactura con la normativa local; así como, ensayos destinados a la estructura y elementos de seguridad.

En el tercer capítulo se detallan los procesos de construcción de los autobuses de transporte interprovincial, materiales empleados y técnicas de construcción. Además, los

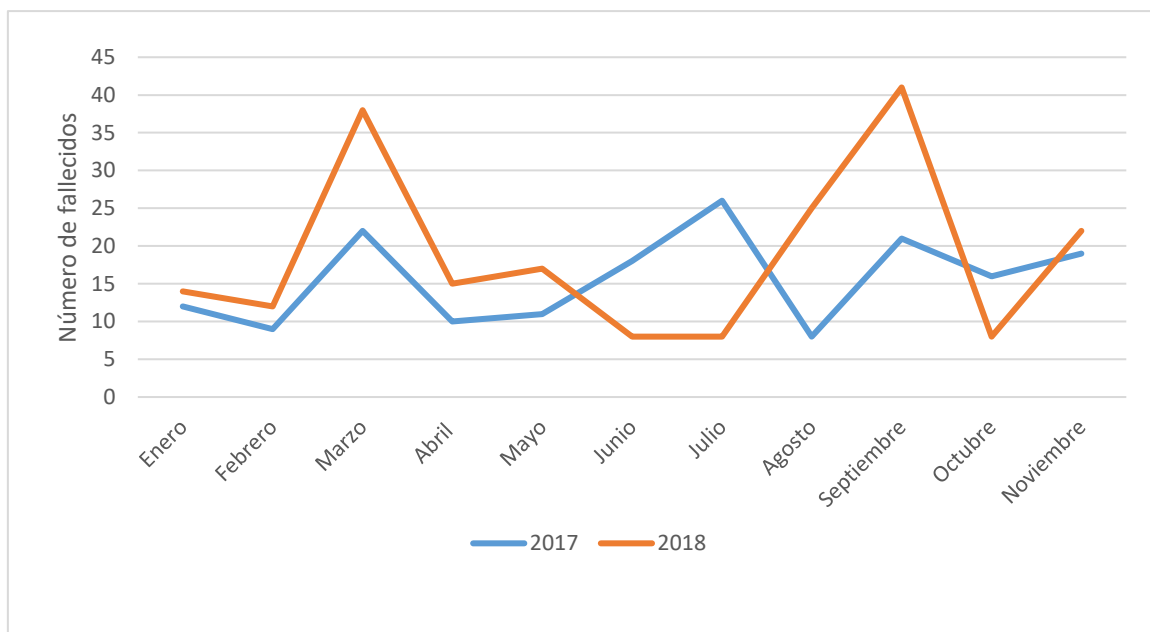
ensayos de estructura mecánica y los procesos de inspección que realizan los entes homologadores para cumplir con la respectiva homologación.

En el cuarto capítulo se muestran los resultados de una inspección de autobuses colisionados y no colisionados, con el fin de analizar y observar el estado de los elementos de seguridad, que son los encargados de salvaguardar la vida de los ocupantes en un accidente; además, se realizaran ensayos de tintas penetrantes en la inspección de soldadura realizada en la estructura de un autobús.

Al concluir todos los capítulos se establecieron las oportunidades de mejoras en los procesos de diseño y manufactura a las cuales están regidas las empresas.

#### a. Motivación de la investigación

Según datos obtenidos por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), donde exhibe accidentes de tránsito de autobuses interprovinciales; en donde, se ven afectados los pasajeros presentando lesiones o incluso falleciendo durante el accidente. La figura 1.1 muestra la cantidad de personas que han fallecido en accidentes de autobuses interprovinciales en los años 2017, y 2018.



**Figura 1.1** Cantidad de personas fallecidas en accidentes de autobuses interprovinciales en el Ecuador, en los años 2017 y 2018. **Fuente:** (Agencia nacional de tránsito, 2018) **Elaborado por:** Autores

Existen varios tipos de accidentes que forman parte de estas cifras; sin embargo, la investigación se enfocará hacia los accidentes de tipo “vuelco lateral”, en los que se han visto involucrados autobuses interprovinciales, en la tabla 1.1, se observan datos



recopilados de accidentes ocurridos durante los años 2017, 2018 y 2019, en donde autobuses interprovinciales han sido partícipes de accidentes de tránsito de tipo “vuelco lateral”, así también, se muestra la cantidad de heridos y fallecidos.

**Tabla 1.1**

*Accidentes de tránsito de autobuses interprovinciales de tipo vuelco lateral durante los años 2017, 2018, 2019 y en curso.*

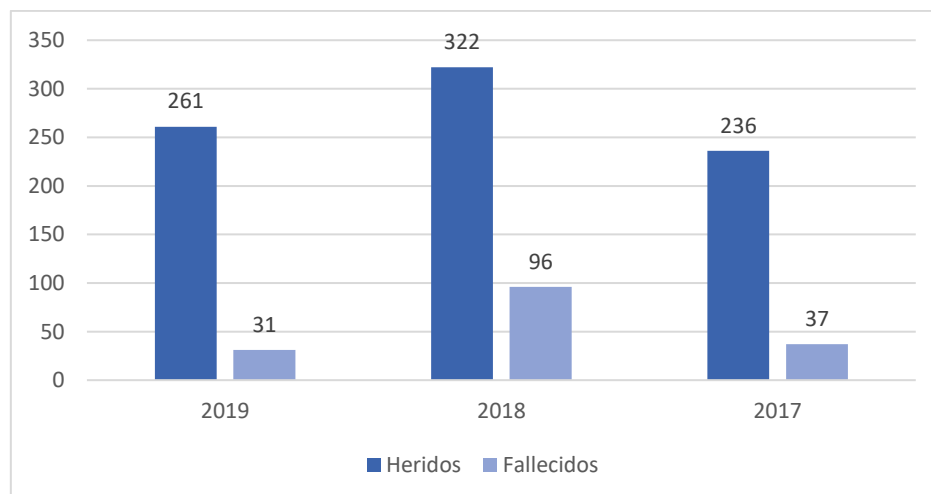
Compañía	Fecha	Lugar	Heridos	Fallecidos	Fuente
Coop. La Mana	15 de julio 2017	Vía Aloag-Santo Domingo	26	14	El Universo
Coop. San Cristóbal	28 de junio 2017	Vía Los Bancos - Las Mercedes	20	10	El Universo
Coop. Otavalo	24 de junio 2017	Panamericana Norte, Quito	10	0	El Universo
Bus contratado	2 de junio 2017	Vía Guaranda-Ambato	42	2	El Universo
Coop. Insilivi	26 de marzo 2017	Sector Guangocalle, Sigchos	3	1	El Universo
Coop. Coactur	24 de marzo 2017	Vía Isidro Ayora-Pedro Carbo	25	0	El Universo
Coop. Turismo Oriental	22 de marzo 2017	Vía Cuenca-Molleturo	7	2	El Universo
Coop. Trans Periférico	15 de marzo 2017	Quito	7	1	El Universo
Coop. Flor del valle	7 de marzo 2017	Vía Pelileo-Baños	16	1	El Universo
Coop. Riobamba	3 de enero 2017	Vía Ambato-Guaranda	33	3	El Universo
Coop. Sucre	5 de diciembre 2017	Vía Quevedo - Santo Domingo	11	3	El Mercurio
Coop. Rutas de América	29 de agosto 2017	Provincia Chimborazo	27	0	El Mercurio
Coop. Aerotaxi	11 de agosto 2017	Vía Santo Domingo - Quevedo	9	0	El Mercurio
Coop. Turismo Oriental	16 de septiembre de 2018	Vía Cuenca - Quito	23	5	El tiempo
Coop. Viajeros Internacional	2 de septiembre de 2018	Km 21 Cumbe - Loja	37	11	El tiempo
Cooperativa Cañar	10 de enero de 2018	Sector Inganilla - Tambo	14	6	El mercurio
Coop. Nambija	18 de septiembre de 2018	Vía Balsas. Machala	15	12	Metro Ecuador
Coop. Viajeros Internacional	16 de septiembre de 2018	Colta, sector Columbe	27	5	Metro Ecuador
Coop. Turismo del Oriente	14 de agosto de 2018	Km 8 Vía Pifo - Papallacta	19	24	Univisión
Coop. Internacional	21 de diciembre de 2018	Vía Panamericana	20	1	El Rio
Coop. Oriental	18 de julio de 2018	Vía Babahoyo- San Juan	19	0	24 Ecuador
Coop. Señor de los Milagros	12 de agosto de 2018	Km 57 Vía Cuenca - Molleturo	36	11	Pichincha Universal
Coop. Viajeros Internacional	2 de septiembre de 2018	Vía Cuenca - Loja	37	11	CNN Español
Coop. Turismo Oriental	16 de agosto de 2018	Vía Cuenca - Quito	23	5	La hora
Coop. Los Chillos	15 de diciembre de 2018	Av. Princesa Toa	38	5	Notimerica
Coop. Interparroquial	22 de septiembre de 2018	Vía Punin - Flores	14	0	El mercurio
Coop. Bolívar	18 de abril de 2019	Km 28 Pilahuin	3	0	Extra
Coop. Super Taxis Cuenca	5 de febrero de 2019	Cantón Alausí	23	5	El Mercurio
Coop. Carchi	13 de mayo de 2019	Vía panamericana Sector Cunquer	19	9	El Tiempo
Coop. El Dorado	1 de agosto de 2019	Vía Palsapamba	18	3	Manabí noticias
Coop. Interprovincial	13 de febrero de 2019	Km 25 Vía Pifo - Papallacta	7	0	El telégrafo
Coop. Interprovincial	4 de mayo de 2019	Provincia El Oro	7	0	Ecuador TV
Coop. Interprovincial Santa	10 de agosto de 2019	Paso lateral Ambato	12	1	mundo.sputniknews
Coop. Baños	29 de agosto de 2019	Vía El chaco	15	1	El Comercio

Compañía	Fecha	Lugar	Heridos	Fallecidos	Fuente
Coop. Babahoyo	1 de agosto de 2019	Vía Balsapamba	7	1	El Comercio
Coop. Carchi	13 de mayo de 2019	Vía Tulcán - Baños	36	9	TN8
Coop. Sucua	18 de enero de 2019	Vía Patuca - San José	17	1	Aldía
Coop. Petrolera	22 de septiembre de 2019	Vía Punin – Flores	14	0	El Comercio
Coop. Loja	29 de agosto de 2019	Vía Cariamanga – Gonzanama	24	0	Crónica
Coop. La Mana	27 de septiembre de 2019	Ruta Quevedo – Guayaquil	9	0	Expreso
Coop. Petrolera	15 de agosto de 2019	Ruta Lago Agrio – Tena	12	1	El Telégrafo
Coop. Loja	16 de agosto de 2019	Paso lateral Ambato	8	0	El Telégrafo
Coop. Coactur	16 de agosto de 2019	Vía "La union" Esmeraldas	8	0	El Telégrafo
Coop. Flor del Valle	6 de junio de 2019	Sector Oyacoto	16	0	ECU911
Coop. Coactur	5 de agosto de 2019	Ruta Quito Pedernales	6	0	El Diario

**Fuente:** (Diarios y prensa web) **Elaborado por:** Autores

Con los datos recopilados en los tres años se determina un promedio de 15 accidentes de tipo “vuelco lateral”. en autobuses interprovinciales. Así también tomando como referente los datos antes recopilados, existen accidentes en los cuales primero se produjo un choque y posteriormente finiquito en un vuelco lateral. Dando como resultado una cifra significativa de víctimas mortales.

La figura 1.2, muestra la cantidad de personas heridas y fallecidas, que han resultado en los años 2017, 2018 y 2019, debido a este tipo accidente.



**Figura 1.2** Cantidad de personas fallecidas y heridas en accidentes de autobuses interprovinciales de tipo “vuelco lateral” **Fuente:** (Diarios y prensa web) **Elaborado por:** Autores

Para conocer las afectaciones que sufren las personas en un vuelco lateral de un autobús, se realizó una entrevista al Dr. Juan Carlos Salamea Molina, MD FACS (Fellow of the American College of Surgeons), Cirujano General Laparoscópico con subespecialidad en Trauma y Emergencia. Jefe del Servicio de Emergencia del Hospital del Río de la ciudad

de Cuenca, quien manifiesta que los usuarios de autobuses que forman parte de los accidentes de tránsito de tipo “vuelco lateral” resultan heridas por diferentes causas, y las lesiones se ocasionan a partir del momento que el autobús pierde estabilidad. De acuerdo a su percepción, las lesiones se presentan por:

**Tabla 1. 2**

*Lesiones que pueden darse en un autobús al momento de presenciar un accidente de tipo “vuelco lateral”*

Motivo	Causa	Descripción
No utilizar el cinturón de seguridad o mala sujeción de los asientos con el autobús	Traumas torácicos que causan daños en los órganos internos	Desplazamiento de los pasajeros en el interior del automotor, provocando aplastamientos entre si
	Lesiones a la altura de la columna incluyendo daños medulares (lesiones leves o paraplejia)	
	Fracturas	
Golpes contra la ventana o el compacto al momento del accidente	Traumas craneoencefálicos	Golpes contra elementos del autobús al momento del accidente
	Lesiones cervicales, cara y miembros inferiores	Lesiones por el efecto latigazo
Desprendimiento de partes de la carrocería, latas o explosión de la ventana	Perforaciones con compromiso vascular o de órganos vitales	Perforaciones por elementos del autobús
	Compromiso vascular ( perforación de arterias o venas) o amputaciones	

**Fuente:** (Salamea Molina, 2019) **Elaborado por:** Autores

Las cifras recabadas e información obtenida, permiten comprender la magnitud del problema, e incentiva a investigar cuáles son las prestaciones que la carrocería y la estructura de los autobuses ofrecen para preservar la vida de los ocupantes. Por lo que se concluye que en nuestro país, todas las unidades vehiculares que ofrecen el servicio de transporte de pasajeros interprovinciales deben certificarse, en su estructura en carrocerías que se importan, y las que se manufacturan localmente, vigilando que estas cumplan con todos los estándares de calidad establecidos en la norma, NTE 1323:2009 “Vehículos Automotores. Carrocería de buses. Requisitos”, diseñada para garantizar y precautelar la integridad de los ocupantes en caso de presentarse un accidente de tipo “vuelco lateral”.

#### **b. Problemática:**

Los autobuses interprovinciales que experimentan accidentes de tipo “vuelco lateral”, presentan una elevada tasa de mortalidad de sus ocupantes. Actualmente, no se han encontrado estudios que hayan analizado esta problemática, y/o que aporten con

directrices para mejorar las prestaciones de las carrocerías de autobuses al presentarse un accidente de este tipo.

La normativa nacional vigente, ha sido elaborada con base en reglamentos internacionales, en ella se contemplan tanto aspectos de diseño mecánico estructural, como del equipamiento de las unidades, adicionalmente en ella se observa la validación de la propuesta de diseño a través de la realización de una prueba que evalúa el desempeño estructural de la carrocería al experimentar un vuelco lateral, esta prueba puede ser física o por medio de simuladores, ejecutados en programas de ingeniería asistida por computador. No obstante, en esta prueba se analiza únicamente el comportamiento de la estructura del carenado, con base en la premisa de que ningún componente debe invadir la zona de resguardo, la cual se define en base de restricciones geométricas.

En las observaciones efectuadas, en cuantiosos accidentes de tipo vuelco lateral que se han presentado en el país, y en los que han fallecido ocupantes; podrían tener un desempeño estructural eficiente, con base en los criterios definidos en la normativa (supuesto que deberá ser validado en esta investigación); por ello es posible que existan otros factores que están ocasionando una elevada tasa de mortalidad de los ocupantes.

Se cree que los siguientes elementos que forman parte del habitáculo, cumplen un rol importante durante un volcamiento lateral; sin embargo, no se han definido pruebas para evaluar sus prestaciones durante un accidente, a saber: mecanismos de sujeción de asientos, cinturones de seguridad, mamparas, cristales, marcos de ventana, entre otros.

Por otro lado, es importante analizar las causas que inciden sobre el volcamiento de los autobuses, basados en las cifras se podría pensar, que este tipo de accidente es más frecuente en nuestra región que en otras partes del mundo, factor que podría atribuirse a las características geográficas propias de nuestra zona, las cuales obligan a que las carreteras tengan gradientes de elevación considerables, vías con una gran cantidad de curvas, y la presencia de curvas pronunciadas con peraltes incipientes, entre otros.

Adicionalmente, se desconoce si los autobuses son diseñados y son equipados con elementos de seguridad pasiva, y si estos resultan eficientes en caso de presentarse accidentes.

**c. Objetivo general:**

Determinar las características de diseño y manufactura de las carrocerías de buses interprovinciales en el Ecuador, con énfasis en la respuesta que estas brindan en caso de presentarse un vuelco lateral.

**d. Objetivos específicos:**

- Definir los requisitos de diseño y manufactura de las carrocerías de buses, estipulados dentro de la normativa nacional.
- Determinar el estado tecnológico de los procesos de diseño y manufactura de las carrocerías de autobuses interprovinciales que circulan en el país.
- Identificar las oportunidades de mejora en los procesos de diseño y manufactura utilizados actualmente para la construcción de carrocerías.

## CAPITULO I

### ANÁLISIS DE NORMATIVA LOCAL

Los autobuses interprovinciales son vehículos diseñados para transportar numerosas personas a través de vías urbanas y rurales, que en los últimos años han llamado la atención, de los pobladores y autoridades de nuestro país, el acrecentamiento de las víctimas mortales que dejan los accidentes de tránsito que involucran a los autobuses interprovinciales en accidentes de tipo “vuelco lateral”. Motivo por el cual se deben analizar las normas, a las cuales están regidos estos automotores para su construcción y homologación. (Cárdenas, 2017)

Las normas y reglamentos que rigen a los autobuses, están establecidas por el instituto ecuatoriano de normalización INEN, el cual contempla los requisitos a cumplir de los vehículos de transporte de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial, con la finalidad de salvaguardar la vida y seguridad de las personas, medio ambiente y la propiedad

La cámara nacional de fabricantes de carrocerías (CANFAC) establece en la tabla 1.3 un total de 10 normativas y 4 reglamentos técnicos para la conformidad de automotores carrozados; de las cuales, la norma y el reglamento que se toma como referente en este estudio son: la Norma Técnica Ecuatoriana 1323 y el Reglamento Técnico Ecuatoriano 043, en la que se establecen los requisitos de diseño, fabricación y montaje para las carrocerías de buses de fabricación nacional o importados.

**Tabla 1.3**

*Normas y reglamentos que forman parte de la cámara nacional de fabricantes de carrocerías (CANFAC).*

CÁMARA NACIONAL DE FABRICANTES DE CARROCERÍAS		
<b>REGLAMENTOS</b>	<b>RTE INEN 034</b>	- Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores
	<b>RTE INEN 038</b>	- Bus urbano
	<b>RTE INEN 041</b>	- Vehículos de transporte escolar
	<b>RTE INEN 043</b>	- Vehículos de transporte público de pasajeros interregional, interprovincial e intraprovincial.
<b>NORMAS</b>	<b>NTE INEN 1323:2009</b>	- Vehículos automotores. Carrocerías de buses. Requisitos
	<b>NTE INEN 2664:2013</b>	- Vehículos automotores. Fabricantes de Carrocerías Metálicas para Vehículos de Transporte de Pasajeros. Requisitos
	<b>NTE INEN 2205:2010</b>	- Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos
	<b>NTE INEN 1155:2013</b>	- Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar visibilidad
	<b>NTE INEN 1668</b>	- Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional interprovincial e intraprovincial
	<b>NTE INEN 1669:2011</b>	- Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos
	<b>NTE INEN 1992:96</b>	- Servicio de transporte escolar, Requisitos
	<b>NTE INEN 1656:2012</b>	- Clasificación Vehicular

**Fuente:** (CANFAC, 2019) **Elaborado por:** Autores

Se analizaron las normativas que se imponen en nuestro país, dando a conocer los requisitos que debe cumplir la carrocería para la homologación y posteriormente la libre circulación en el país.

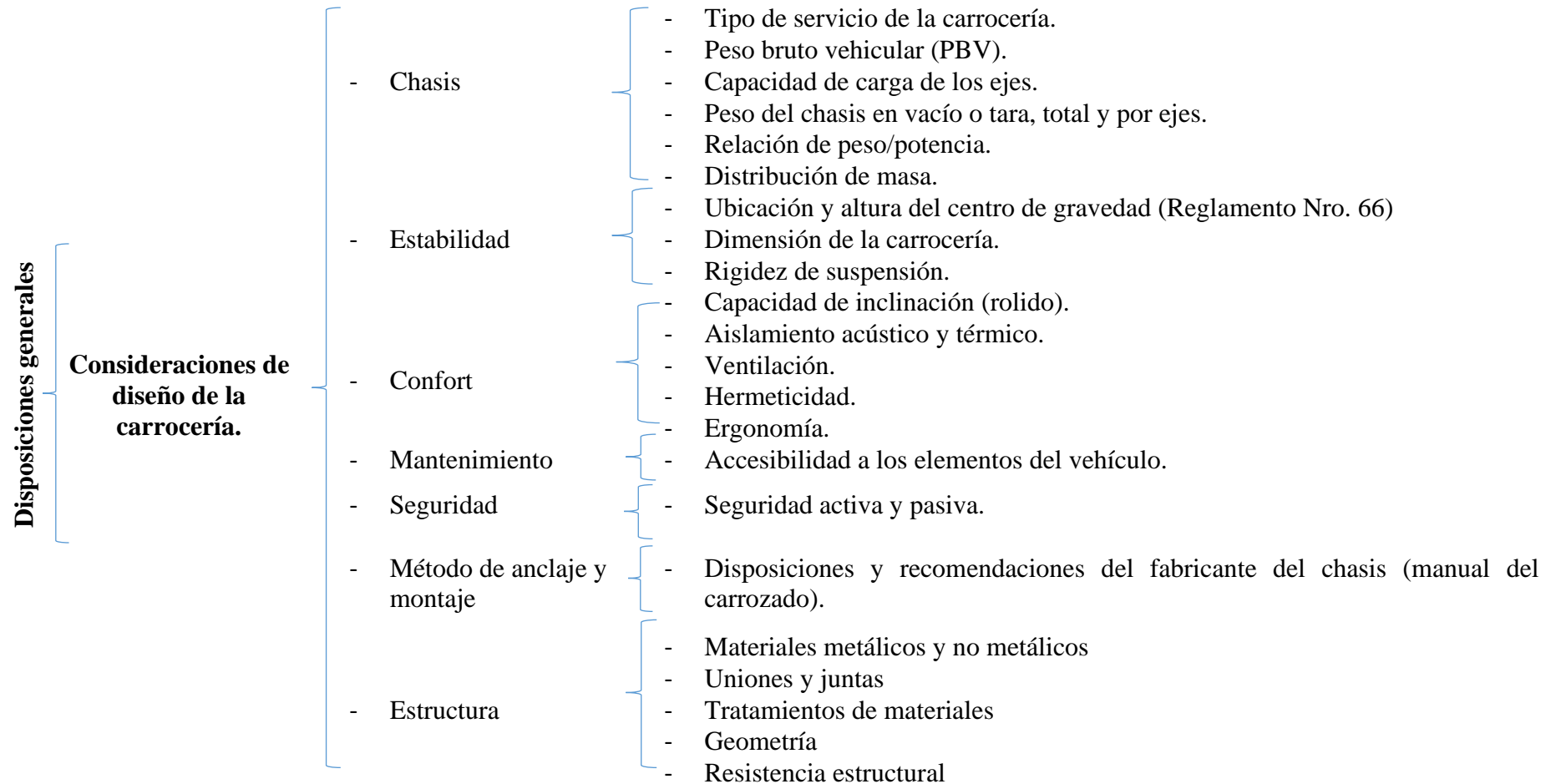
### **1.1. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA NACIONAL REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA CARROCERÍAS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES.**

Los autobuses diseñados y equipados para el transporte masivo de pasajeros que van a ingresar al parque automotor ecuatoriano, sean importados, ensamblados o fabricados en el país deben ser correctamente inspeccionados, de tal forma que cumplan todos los requisitos establecidos por las normas que los rigen, para su correcta certificación y garantizar la seguridad de los pasajeros en caso de suscitarse un accidente de tipo “vuelco lateral”.

#### **1.1.1. Normativa Ecuatoriana para la construcción de carrocerías NTE INEN 1323:2009 “Vehículos automotores. Carrocerías de buses. Requisitos”**

La normativa nacional establece los requisitos que deben aprobar las carrocerías que son fabricadas para poder circular en el país, para eso existen entes homologadores, tanto para su diseño como para su proceso de fabricación; dicha entidad es la Agencia Nacional de Transito (ANT) y el Servicio Ecuatoriano de Acreditación (SAE), la cual realiza sus análisis en función de las normas y reglamentos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el cual es un organismo de normalización, certificación de procesos y productos que se comercializan en el Ecuador.

De esta manera, la normativa nacional que rige la construcción de carrocerías de autobuses interprovinciales, establece la NTE INEN 1323 revisión 2009 “Vehículos automotores. Carrocería de buses. Requisitos”, misma que presenta las siguientes disposiciones generales para el diseño de carrocería; En el cuadro 1.1 que se presenta a continuación se exponen las consideraciones para el diseño y manufactura de los autobuses.

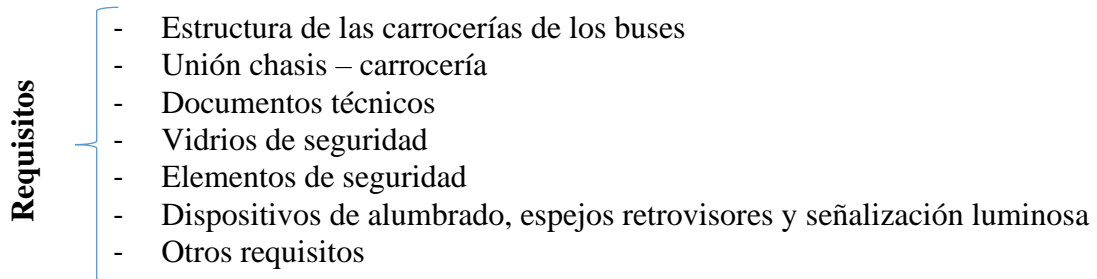


**Figura 1.3.** Disposiciones generales tomadas en consideración para el diseño de carrocería de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323:2009

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009a) **Elaborado por:** Autores



En la figura 1.4 se establecen los requisitos que deben cumplir las empresas carroceras para la fabricación de autobuses interprovinciales, así como, también los requisitos de elementos indispensables para salvaguardar la vida de los ocupantes en caso de presentar un accidente de tipo vuelco lateral.

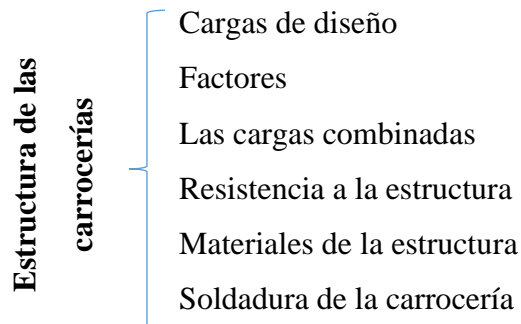


**Figura 1.4.** Requisitos para la conformidad de carrocerías que debe cumplir la norma para la fabricación de buses interprovinciales.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009) **Elaborado por:** Autores

#### 1.1.1.1. Estructura de las carrocerías de autobuses

La estructura de la carrocería de autobuses debe cumplir con ciertas características, además de ensayos que garanticen la rigidez de cada elemento, como se presentan en la figura 1.5 a continuación.



**Figura 1.5.** Parámetros a considerar para la estructura de la carrocería contemplados en la NTE INEN 1323.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

#### a. Cargas de diseño

En el análisis de la estructura de carrocerías existen cargas que se deben considerar en el análisis y aprobación de la estructura que se va a montar, en la figura 1.6 se puede apreciar las cargas a utilizar.

Para el análisis cuasi estático de la estructura de la carrocería se aplicarán las cargas especificadas a continuación.

Cargas de diseño	- Cargas vivas	Expresadas en la Tabla 1.4
	- Carga de giro	Depende de la velocidad y radio de giro como se explica en la Tabla 1.5.
	- Carga de frenado (F)	Desaceleración mayor o igual a $4 \text{ m/s}^2$
	- Carga de aceleración brusca (Ab)	Calculo con el mismo criterio de la carga de frenado, pero en sentido contrario.
	- Carga por resistencia del aire frontal (Raf)	Se aplicará fuerza del aire sobre un área correspondiente a la proyección del autobús – Formula [1]

**Figura 1.6.** Cargas que se toman en consideración para el análisis de las carrocerías

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

Las cargas vivas son aquellas interpretadas por el tipo de servicio del autobús y de tal forma representar la masa de los ocupantes, equipajes, etc.

**Tabla 1.4**

*Tipos de cargas vivas según el tipo de servicio*

Tipo de servicio	Masa de un ocupante (kg)	Masa mínima de equipaje de mano por pasajero (kg)	Masa mínima de equipaje a transportarse en bodegas porta equipajes (kg) (ver nota 4)	Espacio necesario por pasajero de pie (m2)
Urbano	70	-	-	0,16
Urbano (escolar e institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Interurbano (intraprovincial)	70	5	100 x vol	0,16
Larga distancia (interprovincial y turismo)	70	5	100 x vol	Sin pasajeros de pie

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

En la tabla 1.5 se encuentra representada la carga de giro en consideración a la velocidad del vehículo, radio de curva de la carretera y el peralte de la misma.

**Tabla 1.5**  
*Carga de giro*

Velocidad (del vehículo) (km/h)	Radio de curvatura de la carretera (m)	Peralte (%)
80	250	8
85	300	
90	350	
95	400	
100	450	
105	500	
110	550	
115	600	
120	700	
125	800	
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

La carga de resistencia aerodinámica es la fuerza con que se supera la resistencia de avance de un cuerpo a través del aire, expresada por la fórmula que se presenta a continuación.

$$Raf = \frac{1}{2} \cdot Cx \cdot \rho \cdot Af \cdot V^2 \quad [1]$$

En donde:

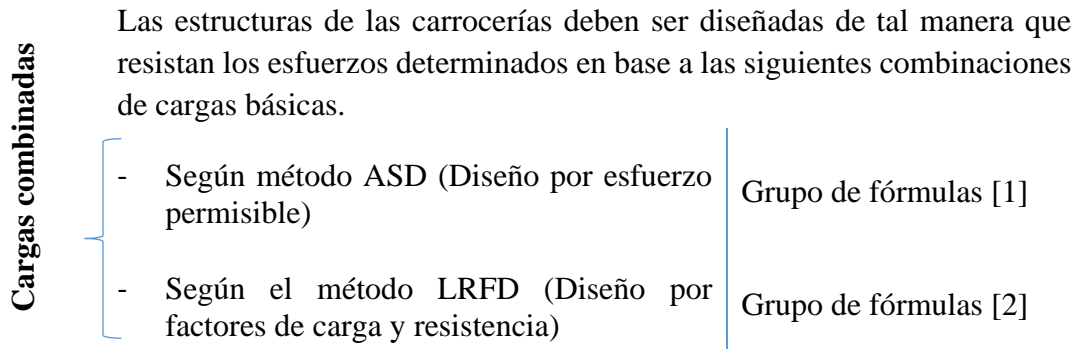
- Raf = carga por resistencia aerodinámica, en (N)
- $\rho$  = densidad del aire, en ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- V = Velocidad del aire, en (m/s). (Como mínimo 25 m/s).
- Af = Área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal, en ( $\text{m}^2$ ).
- Cx = Coeficiente de resistencia frontal del aire. (Como mínimo 0.7)

#### **b. Cargas combinadas y factores**

Existen varios factores que se utilizan para el análisis de cargas combinadas según dos métodos, los cuales son: el método ASD (“*Allowable Stress Design*” – Diseño por esfuerzo permisible) o LRFD (“*Load and Resistance Factor Design*” – Diseño por factores de carga y resistencia)

Según los métodos ASD o LRFD empleados en el análisis de cargas combinados, deben alcanzar la deformación elástica de todos los componentes de las carrocerías, teniendo en

consideración que debe ser iguales o menores a 1/240 veces de longitud como se muestra en el cuadro 1.7.



**Figura 1.7.** Método ASD y método LRFD, establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1323:2009

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

**Grupo de fórmulas [1] -** Combinación para diseño de resistencia permisible sobre la carrocería de un bus.

1. M
2. M + V
3. M + V + G
4. M + V + F
5. M + V + F + Raf
6. M + V + Raf
7. M + V + Ab
8. M + V + Ab + Raf

**Grupo de fórmulas [2] -** Combinaciones para el análisis de la resistencia permisible según un factor de diseño

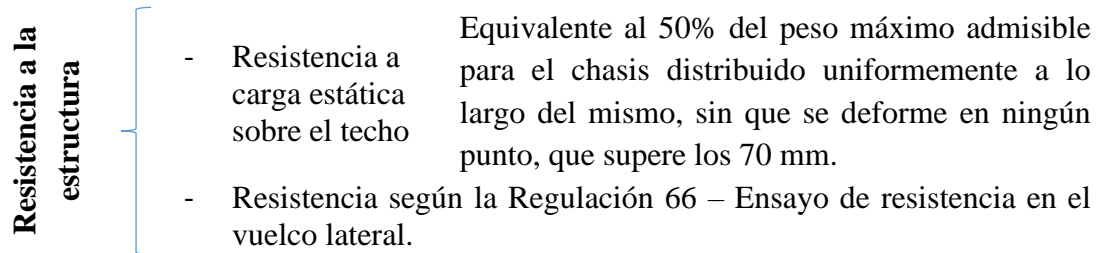
1. 1,4M+V
2. 1,2M + 1,6V + 0,5G
3. 1,2M + 0,5V + 1,6G
4. 1,2M + 1,6F+ 0,8 Raf
5. 1,2M + 0,5 V+ 0,5F+ 1,3Raf
6. 1,2M +1,5Ab +0,5V
7. 0,9M – 1,3Raf
8. 0,9M + 1,3Raf

**c. Resistencia a la estructura**

La estructura es la encargada de absorber de mejor manera la energía que se libera en un choque y evitar la deformación, para proteger a los ocupantes de una agresión externa.

Los ensayos realizados en la estructura son necesarios para garantizar la rigidez del autobús, para aumentar la resistencia mecánica, rigidez a la flexión y rigidez a la torsión.

Existen distintos ensayos de los métodos de cargas combinadas que garantizan la rigidez de la estructura, sin embargo, la Norma 1323 hace referencia a otros ensayos cómo se puede ver en la figura 1.8 que se presenta a continuación.



**Figura 1.8.** Otros tipos de análisis de resistencia de la estructura

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

#### **d. Materiales de la estructura**

Los materiales deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión, deben estar homologados al cumplir los parámetros establecidos por el grupo de normas:

**NTE INEN 1623:2009** “Aceros. Perfiles estructurales conformados en frío, Requisitos inspección” .Donde se encuentran los requisitos de perfiles conformados en frío de acero estructural al carbono y acero de alta resistencia y baja aleación.(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009b).

Requisitos específicos de perfiles homologados:

- ✓ Requisitos dimensionales (longitud nominal, tolerancias en la longitud y espesor).
- ✓ Dimensiones y propiedades de los perfiles en L
- ✓ Dimensiones y propiedades de los perfiles en C
- ✓ Dimensiones y propiedades de los perfiles en G
- ✓ Dimensiones y propiedades de los perfiles en  $\omega$  (omega)
- ✓ Dimensiones y propiedades de los perfiles en Z

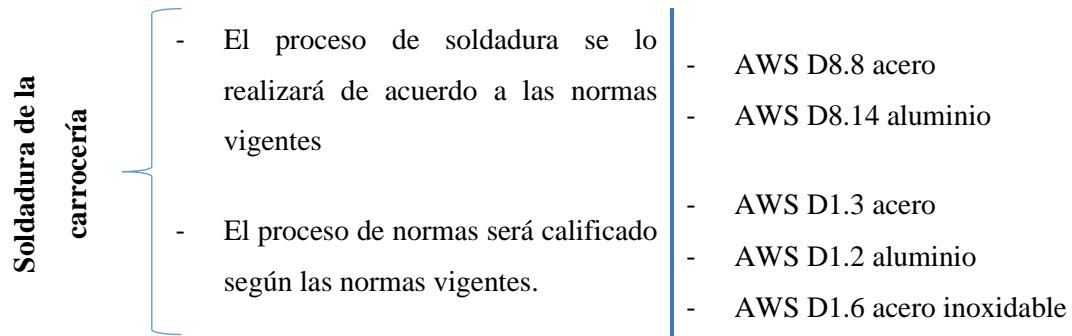
**NTE INEN 2415** “Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales. Requisitos”, donde se encuentran los requisitos de tubos de acero al carbono negros, galvanizados, conformados en frío, soldados, de sección circular, cuadrada, rectangular o especial para aplicaciones estructurales y usos generales.(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2008).

Requisitos específicos:

- ✓ Materia prima
- ✓ Propiedades mecánicas
- ✓ Composición química
- ✓ Propiedades dimensionales
- ✓ Recubrimientos de zinc
- ✓ Soldadura

#### **e. Soldadura de la carrocería**

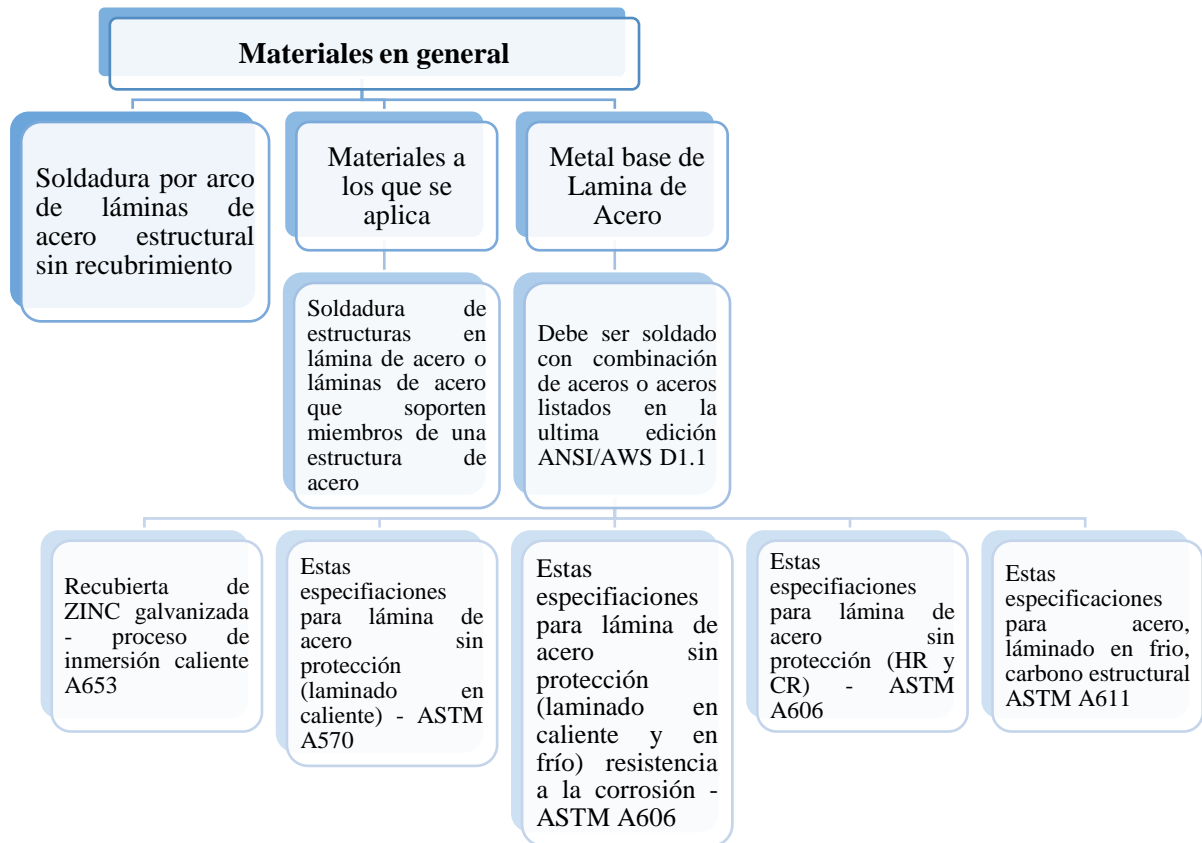
En la figura 1.9 se presenta los requisitos y normas a los cuales se rigen la soldadura empleada en los autobuses.



**Figura 1. 9.** Normativa referente a la soldadura

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009) **Elaborado por:** Autores

Todas las normas que rigen el proceso de soldadura para la construcción de autobuses interprovinciales, están establecidas por las normas AWDS (American Welding Society – Sociedad Americana de Soldadores), en el cuadro 1.8, se pueden encontrar los materiales empleados en general según la normativa mencionada.



**Figura 1.10.** Materiales empleados en general.

**Fuente:**(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

En el **ANEXO I** se encuentran información, cuadros y tablas referentes a:

- ✓ Procesos de soldadura
  - Metales de aporte

- Requisitos del material de aporte
- ✓ Clases de juntas de soldadura
  - Posiciones de soldadura y restricciones para WSP
  - Precalificación de los WPSs (Especificaciones del procedimiento de soldadura)
- ✓ Calificación de soldadura
  - WPS pruebas de calificación de la soldadura

### 1.1.1.2. Unión chasis – carrocería

En la armazón del chasis y la carrocería, se deben seguir todos los estándares de calidad puesto que serán los elementos que recibirán todas las cargas y esfuerzos del vehículo.

Algunos de los parámetros y recomendaciones a seguir en los planos establecidos por el fabricante del chasis para el autobús de transporte interprovincial, indicados por el mismo manual del fabricante, así como, el método de montaje de la estructura al chasis con la finalidad de no realizar uniones invasivas que disminuyan la resistencia estructural de cualquiera de estos dos elementos.

### 1.1.1.3. Documentos técnicos

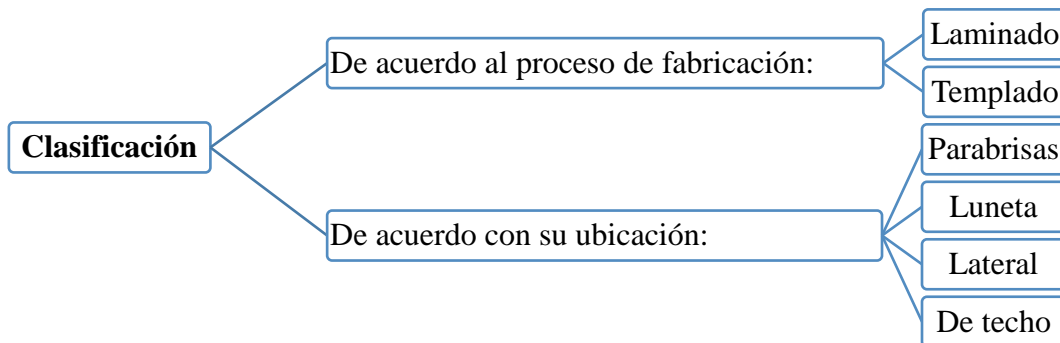
El proveedor de carrocerías debe disponer de memorias de cálculo estructural, listado de materiales, planos de construcción dimensionales, eléctricos y neumáticos enviados por parte de cada empresa carrocera; para cada modelo de carrocería y chasis. El formato de los planos debe cumplir con el CPE INEN 03 Código De Dibujo Técnico – Mecánico para la validación, aprobación y posterior homologación.

### Vidrios de seguridad

Los vidrios de seguridad de los autobuses deben cumplir con la **NTE INEN 084 “Vidrios de seguridad para automotores”**, cuya norma referente es la Norma NTE INEN 1669 **“Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos”** y con la **RTE INEN 034 Elementos De Seguridad En Vehículos Automotores Vigente**, donde la **Resolución Nro. 16382** creada en el 2016 modificó el reglamento **RTE INEN 034** estableciendo que:

- Deben cumplir con la Reglamentación técnica Nro.43 de la ONU/CEPE **“Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de materiales de cristales de seguridad y su instalación en vehículos”**

En donde se establecen los requisitos que deben cumplir los vidrios de seguridad para automotores, enfocándonos en la seguridad y parámetros de diseño que influyen al momento de presentarse un accidente de tipo “vuelco lateral”.



### Disposiciones generales

Los vidrios deben ser transparentes, sin causar distorsión en los objetos visibles a través de ellos, no deben causar ningún tipo de confusión entre los colores de señalización utilizados en señalética de tránsito. Además, los vidrios deben disminuir las heridas de los ocupantes al momento de presentar fragmentación.

El material plástico interpuesto para vidrio laminado será Polivinil Butiral (PVB) u otro material le confiera al vidrio las propiedades específicas que exige la norma<sup>1</sup>.

En el **ANEXO II** se puede apreciar tablas y cuadros referentes a:

- ✓ Requisitos de vidrios de seguridad
- ✓ Requisitos de los tipos de borde del vidrio de seguridad
- ✓ Inspecciones aceptables de los vidrios laminados
- ✓ Inspecciones aceptables de los vidrios templados
- ✓ Dimensiones (Espesor).

Además, se puede apreciar los requisitos de los vidrios de seguridad utilizados en automotores y los métodos de ensayo para la homologación (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011).

#### 1.1.1.4. Elementos de seguridad

Los elementos de seguridad de los autobuses interprovinciales se rigen bajo el reglamento **RTE INEN 034** “Elementos De Seguridad En Vehículos Automotores Vigente”. En

<sup>1</sup> Los vidrios de seguridad de tipo templado no deben ser destinados como parabrisas.



donde establece requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores, con la finalidad de prevenir los riesgos para la salud de los usuarios.

Elementos como:

✓ **Asientos y sus anclajes**

Los asientos destinados para el transporte de pasajero por parte de autobuses interprovinciales deben portar apoya cabezas. El apoyacabeza, la estructura y la fijación de los asientos deben cumplir los requisitos establecidos en las normas técnicas NTE INEN vigentes (Nota<sup>2</sup>).

Donde, la **Resolución Nro. 16382 establece:**

- Automotores con apoya cabeza deben cumplir con la **Reglamentación técnica Nro.25** de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)/ Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) “**Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos**”. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2016)
- Vehículos como autobuses deben cumplir con la **Reglamentación técnica Nro.80** de la ONU/CEPE “**Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes**”. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2016)

✓ **Chasis**

Para la fabricación o ensamblado de buses para pasajeros el chasis debe ser diseñado original para transporte de pasajeros, sin modificaciones, aditamentos o extensiones.

✓ **Cinturones de seguridad**

Los buses de pasajeros intraprovinciales e interprovinciales contar con cinturón de seguridad además deben cumplir con lo dispuesto en el Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034**.

---

<sup>2</sup> En caso no de existir la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, se pueden utilizar normas o directivas que sean aplicables como: Regulaciones del código federal para la homologación de seguridad vehicular, de los Estados Unidos de América. (FR 49 - 571); Regulaciones para la homologación vehicular de tipo de la comunidad económica europea; Regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para certificación en Japón (S.R.R.V); Regulación de seguridad para vehículos motorizados de corea (K.M.V.S.S). Regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito de Brasil (CONTRAN).

Los cinturones de seguridad deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (Nota<sup>3</sup>).

Donde, la **Resolución Nro. 16382** establece:

- Los anclajes de cinturones de seguridad deben cumplir con la **Reglamentación técnica Nro.14** de la ONU/CEPE “**Prescripciones Uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX**”. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2016)

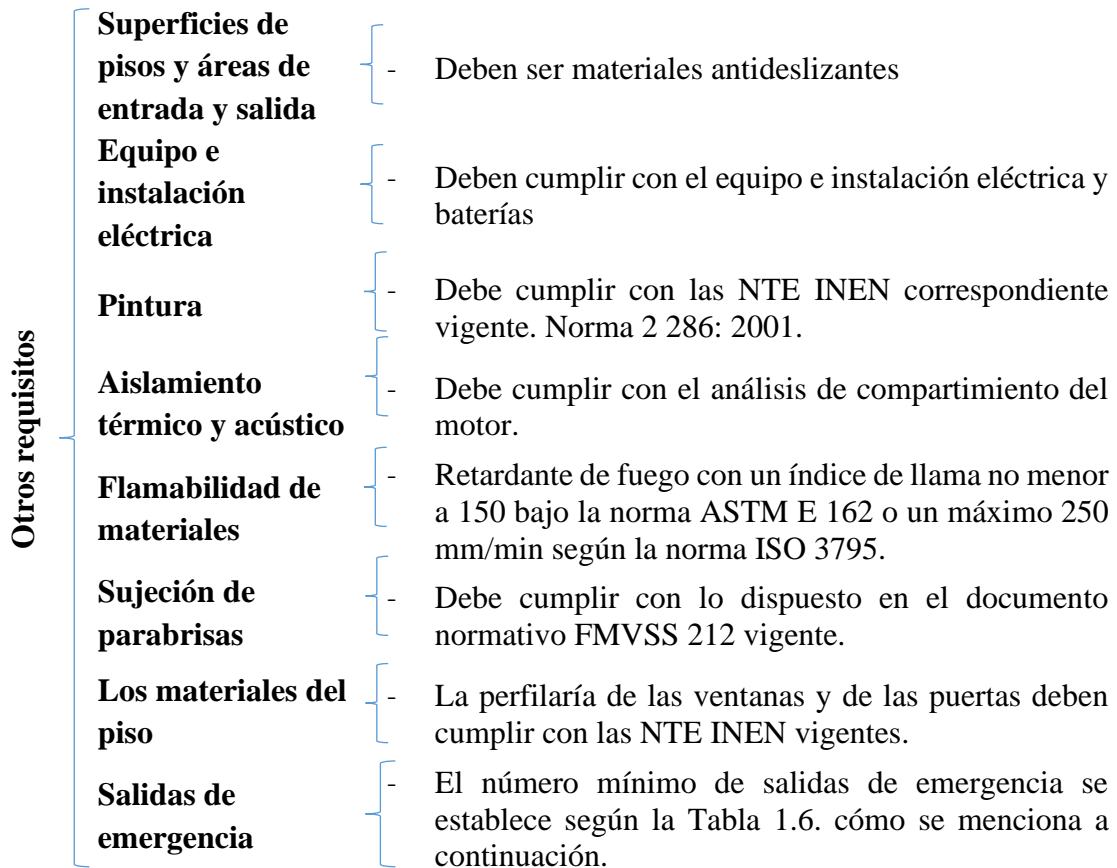
Los dispositivos de alumbrado, espejos y señalización deben cumplir con la norma **NTE INEN 1155 “Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad vigente”** y con el reglamento **RTE INEN 034 “Elementos De Seguridad En Vehículos Automotores Vigente”**.

#### **1.1.1.5. OTROS REQUISITOS**

Existen otros requisitos para la finalización del proceso de construcción de un autobús, los cuales están contemplados en el cuadro 1.9.

---

<sup>3</sup> En caso no de existir la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, se pueden utilizar normas o directivas que sean aplicables como: Regulaciones del código federal para la homologación de seguridad vehicular, de los Estados Unidos de América. (FR 49 - 571); Regulaciones para la homologación vehicular de tipo de la comunidad económica europea; Regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para certificación en Japón (S.R.R.V); Regulación de seguridad para vehículos motorizados de corea (K.M.V.S.S). Regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito de Brasil (CONTRAN).



**Figura 1.11.** Requisitos adicionales según la norma 1323 a considerar.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009a) **Elaborado por:** Autores

**Tabla 1.6.**

*Número mínimo de salidas de emergencia en relación al número de pasajeros.*

Número de pasajeros	Número total mínimo de salidas de emergencia
17-30	4
31-45	5
46-60	6
61-75	7
76-90	8
Mayor a 90	9

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009) **Elaborado por:** Autores

### 1.1.2. Normativa ecuatoriana para la construcción de carrocería, RTE INEN 043:2011 “Bus interprovincial e intraprovincial”.

El reglamento RTE INEN 043 “Bus interprovincial e intraprovincial” vigente establece los requisitos mínimos de seguridad, para todos los vehículos de transporte de pasajeros.

Según el reglamento, los vehículos se clasifican por el número de pasajeros, número de ejes, y peso promedio de soporte del chasis, las tablas 1.7 y 1.8 que se presentan a continuación muestran la clasificación de los autobuses.

**Tabla 1.7.**

*Clasificación de los vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial.*

Denominación	Número de ocupantes incluido el conductor
Minibús	Desde 27 hasta 35
Bus	A partir de 36

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

**Tabla 1.8.**

*Clasificación del número de ejes, peso en bruto del chasis y capacidad de pasajeros.*

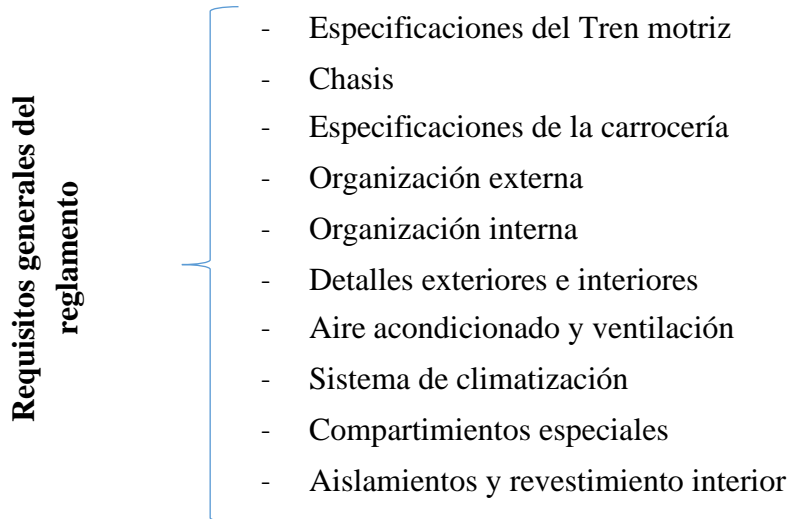
Según el tipo de vehículos	Número de ejes	PBV promedio de un chasis	Capacidad pasajeros
Minibús	2 ejes	10 000 kg	Max. 35
Bus	2 ejes	17 000 kg	Max. 45
	Más de 2 ejes	24 000 kg	Max. 53

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

Además de los requisitos antes mencionados, la norma 1323:2009, establece requisitos generales considerados en el diseño y manufactura de una carrocería, y elementos de seguridad.

#### 1.1.2.1. Requisitos generales del reglamento.

Por otro lado, en la tabla 1.12 se toma como referencia el reglamento técnico ecuatoriano y los componentes de en un diseño del autobús.



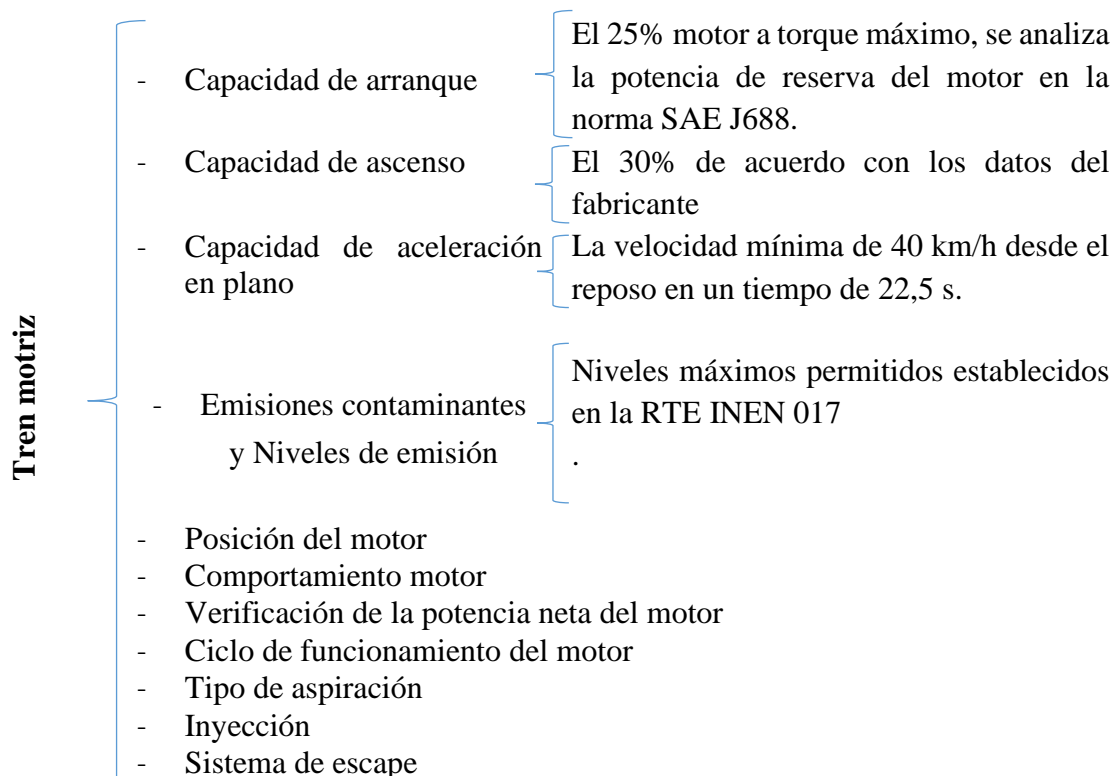
**Figura 1.12.** Sistemas fundamentales de transporte público de pasajeros intrarregionales, interprovincial e intraprovincial.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

**A. Tren motriz**

Los sistemas fundamentales de los vehículos de transporte público de pasajeros son: tren motriz, bastidor, carrocería, organización externa e interna, detalles exteriores e interiores y elementos de seguridad y control.

En la figura 1.13 se pueden apreciar los requisitos y pruebas que se realizan en el autobús para el análisis del tren motriz.



**Figura 1.13.** Requisitos y pruebas que presenta el reglamento para el tren motriz.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

**b. Especificaciones de la carrocería**

En las especificaciones de la carrocería, nos centraremos en los materiales , perfiles y otros aspectos que aportan a la resistencia y ensamblaje de la carrocería como se muestran en la figura 1.14.

<b>Especificaciones de la carrocería</b>	Material de la estructura	Soldadura, remaches y tornillos con el fin de evitar ruidos y vibraciones; otra variación se encuentra en el conjunto chasis – la carrocería puede unirse por una estructura autoportante.
	Parachoques frontal y posterior	Se encuentra prohibido la instalación de defensas adicionales El material debe ser dúctil y tenaz con el cumplimiento de las NTE INEN vigentes La carrocería debe cumplir con la NTE INEN 1323
	Ventanas laterales	Deben cumplir con la RTE INEN 034 y la NTE INEN 1669 vigentes.
	Parabrisas	Deben cumplir con la RTE INEN 034 y la NTE INEN 1669 vigentes.
	Unión chasis – carrocería	
	Superficie del piso	

**Figura 1.14.** Especificaciones de la carrocería, contempladas en el reglamento técnico ecuatoriano 043:2011.

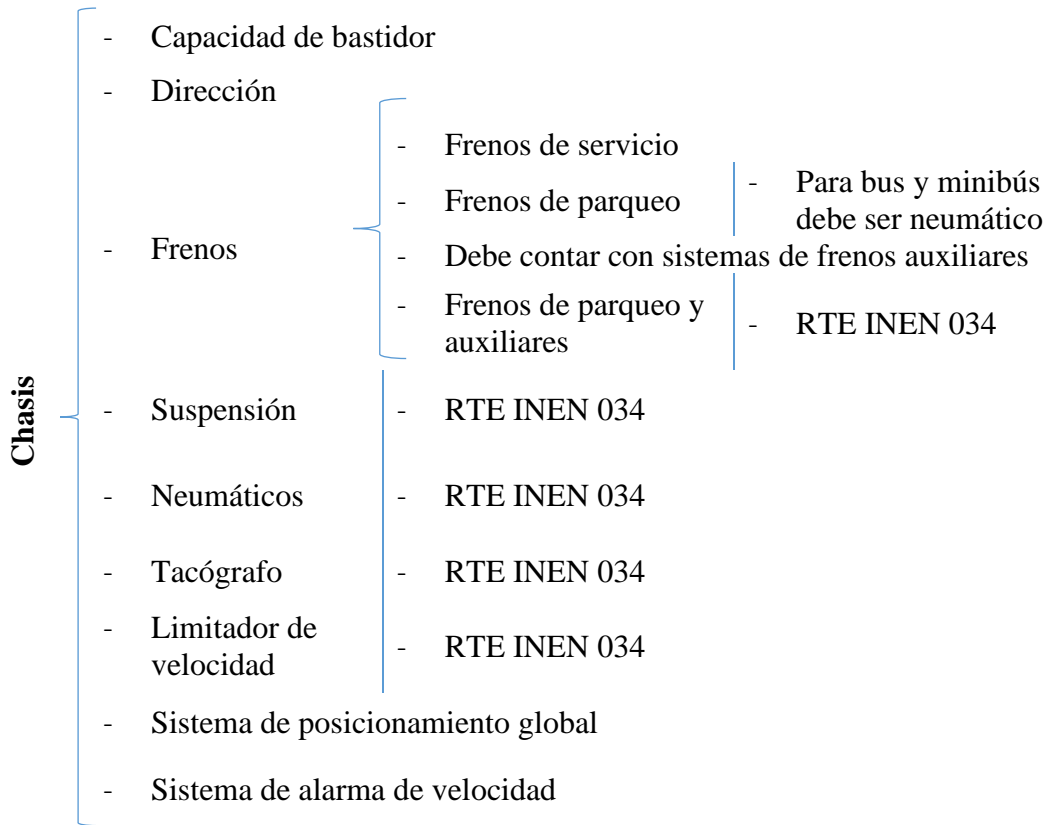
**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

**c. Chasis**

El chasis debe ser certificado, diseñado específicamente para ser utilizado como vehículo de transporte, e implementado con aditamentos o extensiones que estén permitidas por el manual de carrozado y a la vez sean autorizadas por el fabricante, puesto que tiene como objetivo salvaguardar la seguridad de los pasajeros, siguiendo los lineamientos de la **NTE INEN 1668** “Vehículos automotores. Carrocerías metálicas para buses interprovinciales”, donde están los requisitos generales para carrocerías destinadas al transporte masivo de pasajeros a nivel interprovincial.

En la figura 1.13 están los requisitos generales de homologación para el chasis:

- |   |   |
|---|---|
| ✓ Chasis (dimensiones y limitaciones)   | ✓ Ventanas  |
| ✓ Guardachoques                         | ✓ Parabrisas  |
| ✓ Carrocerías (dimensiones)             | ✓ Asientos (tipo de asientos, dimensiones. Respaldo, separación entre asientos, lugar de conductor, tapizado) |
| ✓ Puertas (disposiciones y dimensiones) |   |
| ✓ Accesorios                            | ✓ Piso  |
| ✓ Gradas                                | ✓ Asideros y pasamanos  |
| ✓ Accionamientos                        |   |

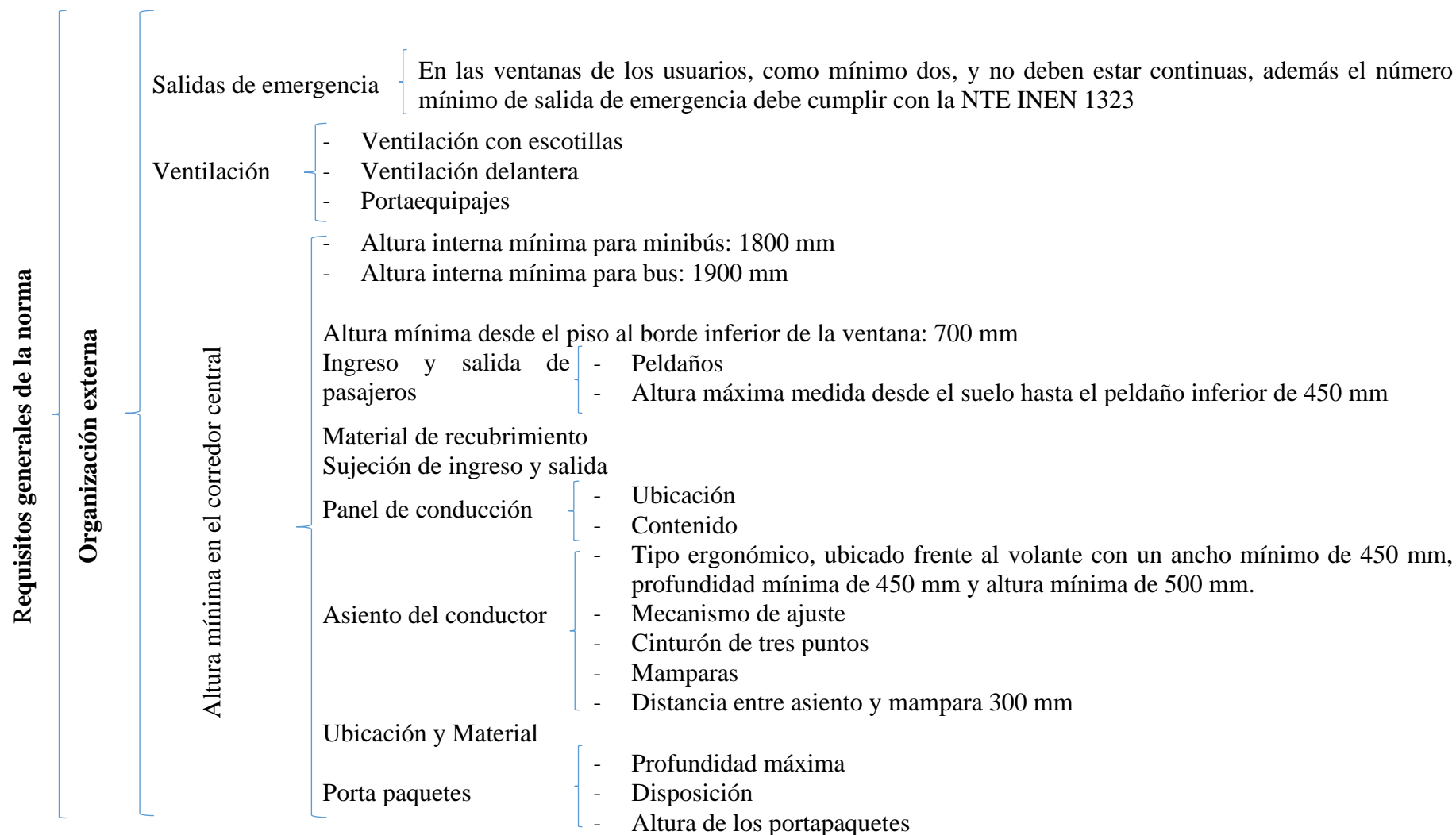


**Figura 1.15.** Descripción de las partes del chasis

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

#### d. Organización externa

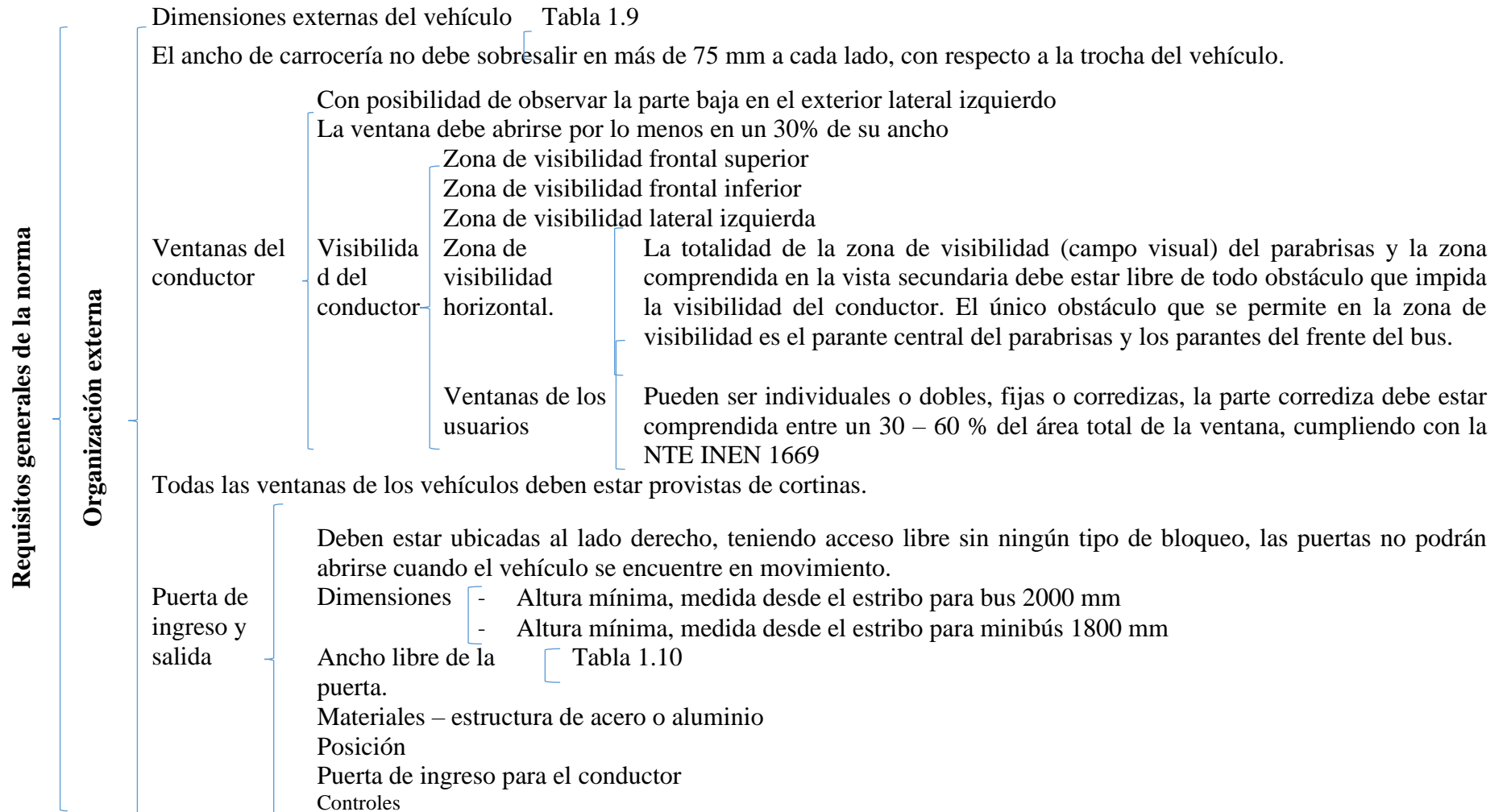
En las figuras 1.16 y 1.17 se puede apreciar puntos que forman parte al diseño de un autobús, enfocándose en el dimensionamiento como materiales y elementos de seguridad de las salidas de emergencia, la ventilación del vehículo de transporte, así como las dimensiones de los componentes que forman parte del corredor central.



**Figura 1.16.** requisitos generales establecidos por la norma 1323

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores





**Figura 1.17.** Requisitos generales establecidos por la norma  
**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

La organización externa plantea dimensiones permitidas para el vehículo plasmadas en la tabla 1.9, mismas que se deben respetar para la respectiva homologación.

**Tabla 1.9.**

*Dimensiones externas del vehículo.*

Descripción	Dimensión permitida	Medición entre
Largo total mínimo:	10 250 [mm]	Extremos finales de la carrocería
Largo total máximo (2 ejes):	13 300 [mm] (CAN 491)	Extremos finales de la carrocería
Largo total máximo (>2 ejes):	15 000 [mm] (CAN 491)	Extremos laterales de la carrocería
Ancho total mínimo:	2 500 [mm]	Extremos laterales de la carrocería
Ancho total máximo:	2 600 [mm] (CAN)	Extremos laterales de la carrocería
Altura total máxima:	4 100 [mm] (CAN)	Nivel de suelo y techo de la carrocería, sin tomas de ventilación superior.
Voladizo delantero mínimo:	2 000 [mm]	El eje delantero y el extremo final de la carrocería frontal
Voladizo delantero máximo:	2 900 [mm]	El eje delantero y el extremo final de la carrocería frontal
Voladizo posterior máximo:	66 % de la distancia entre ejes	El eje trasero y el extremo final de la carrocería posterior
Ángulo de aproximación:	8° - 12°	Entre el eje vertical y punto inferior del guardachoque delanteros.
Ángulo de salida:	8° - 12°	Entre el eje vertical y punto inferior del guardachoque posteriores.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

De igual forma, la organización externa del reglamento, establece en la tabla 1.10 las dimensiones permitidas con respecto al ancho libre de la puerta.

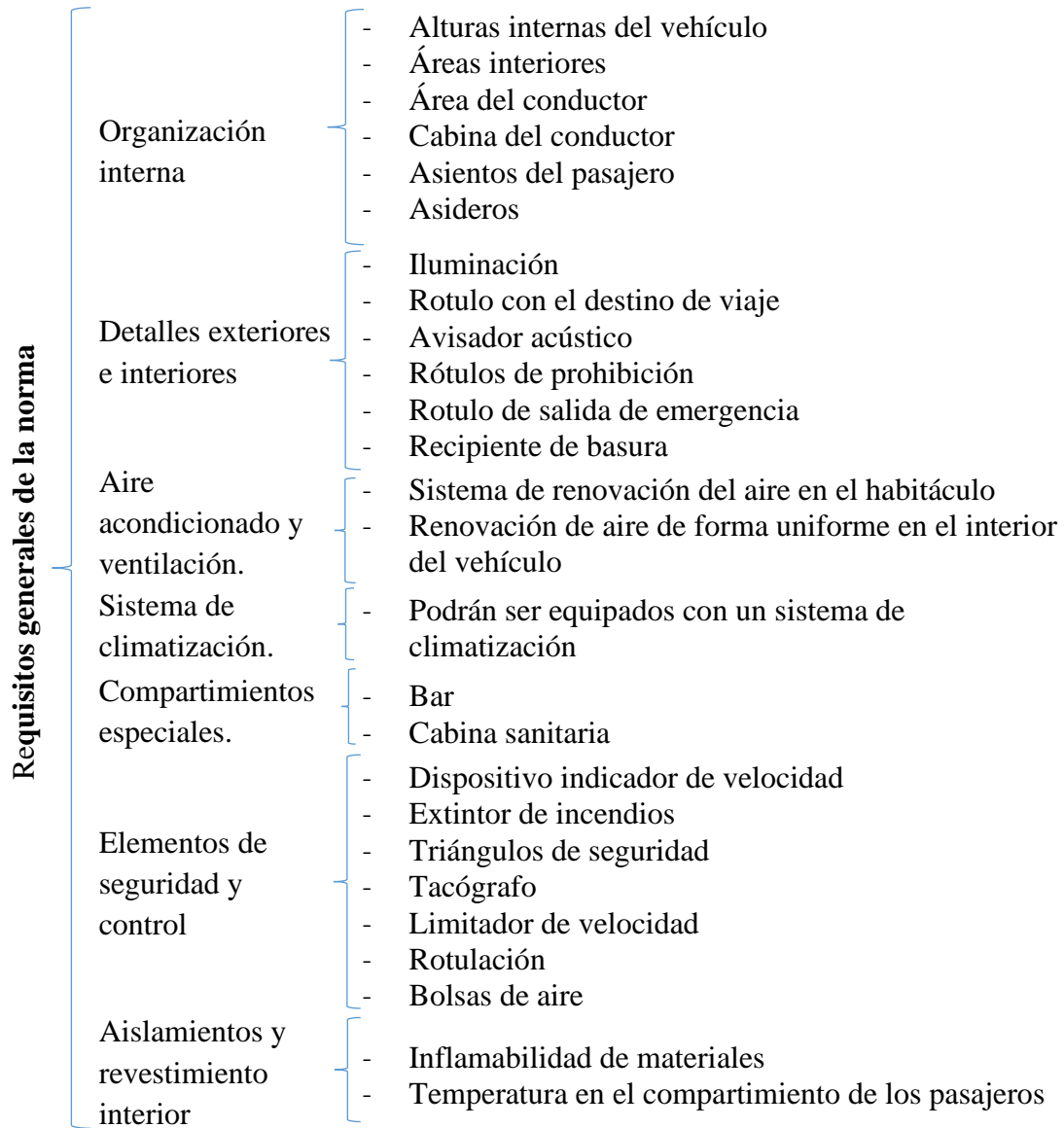
**Tabla 1.10.**

*Dimensiones del ancho libre de la puerta*

Descripción	Dimensión permitida	Medición entre
Largo total máximo	10 000 [mm]	Extremos finales de la carrocería
Ancho total mínimo:	2 500 [mm]	Extremos laterales de la carrocería
Ancho total máximo:	2 600 [mm]	Extremos laterales de la carrocería
Altura total máxima:	3 000 [mm] Sin escotilla	Nivel de suelo y techo de la carrocería, sin tomas de ventilación superior.
Altura total máxima:	3 300 [mm] con escotilla	
Voladizo delantero mínimo:	800 [mm]	El eje delantero y el extremo final de la carrocería frontal
Voladizo delantero máximo:	1100 [mm]	El eje delantero y el extremo final de la carrocería frontal
Voladizo posterior máximo:	66 % de la distancia entre ejes	El eje trasero y el extremo final de la carrocería posterior
Ángulo de aproximación:	8° - 12°	Entre el eje vertical y punto inferior del guardachoque delanteros.
Ángulo de salida:	8° - 12°	Entre el eje vertical y punto inferior del guardachoque posteriores.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

Finalmente, en la figura 1.18 se presentan requisitos adicionales concernientes a las dimensiones como el habitáculo del conductor, los asientos de los pasajeros, iluminación, elementos de confort, etc.



**Figura 1.18.** Otros requisitos generales del reglamento técnico ecuatoriano.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

## 1.2. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ECUATORIANA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARROCERÍAS.

A continuación, se realizará la interpretación y análisis de las cláusulas más importantes de la normativa **NTE INEN 1323:2009** y el reglamento **RTE INEN 043:2011** expresadas con anterioridad.

### 1.2.1. NTE INEN 1323: 2009

Para cumplir con los objetivos de la investigación, se resaltan varios puntos enfocados hacia los requisitos que influyen en el diseño, además de los ensayos a los cuales se someten las estructuras y carrocerías para su respectiva aprobación y posterior homologación, las cuales están contempladas en la tabla 1.11.

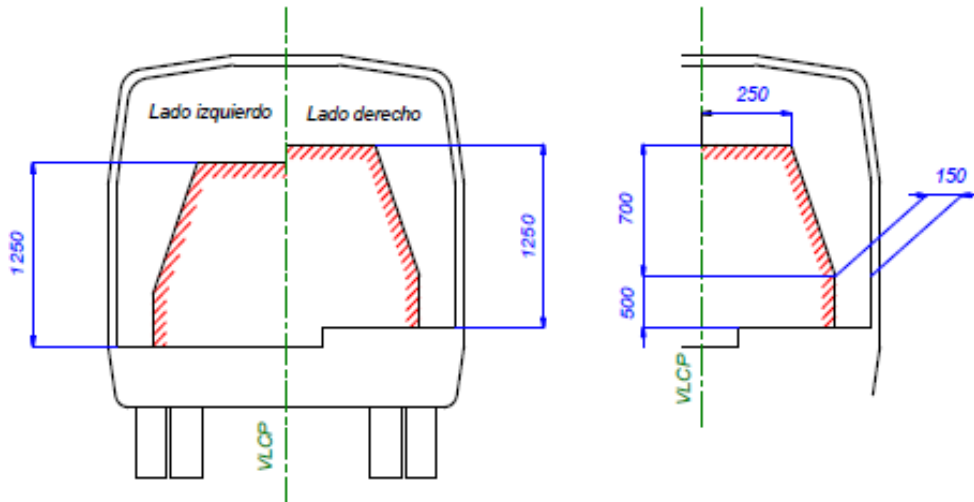
**Tabla 1.11.**

*Análisis de los puntos más importantes en la norma técnica ecuatoriana INEN 1323:2009*

PUNTOS IMPORTANTES	DESCRIPCION Y ANALISIS
<b>Espacio de supervivencia</b>	El espacio de supervivencia es la zona interior del área de pasajeros del autobús contenida en las figuras 1.3 y 1.4 que se contemplan a continuación, dicho espacio va desde el primero hasta el último asiento.
<b>Peso máximo admisible para el chasis</b>	Es la carga máxima que soporta el chasis según el fabricante
<b>Cargas vivas</b>	Las cargas vivas corresponden a el peso de cada ocupante con su respectivo equipaje.
<b>Carga de giro</b>	La carga de giro es la fuerza centrífuga generada en el bus al entrar en una curva a una determinada velocidad. Esta carga debe ser inferior a la fuerza de vuelco.
<b>Carga de frenado Carga de aceleración brusca</b>	Las cargas de frenado y aceleración brusca son prácticamente iguales pero su sentido de aplicación es opuesto y se da en diferentes momentos de circulación. Según la norma 1323:2009 las consideraciones para cargas de frenado y aceleración son mayores o iguales a $4\text{m/s}^2$ .
<b>Carga por resistencia del aire frontal</b>	Es la fuerza externa provocada por la oposición del aire al sentido de circulación del bus considerada solamente en su parte frontal.
<b>Combinaciones de carga</b>	Las combinaciones de cargas tratan de diseñar las estructuras de tal manera que resistan diversas combinaciones de esfuerzos básicos.
<b>Resistencia de la estructura</b>	El techo de la estructura debe soportar una carga uniforme y disfrutar del 50% del peso máximo admisible por el chasis y no se debe deformar en ningún punto más de 70mm. Deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las normas INEN.

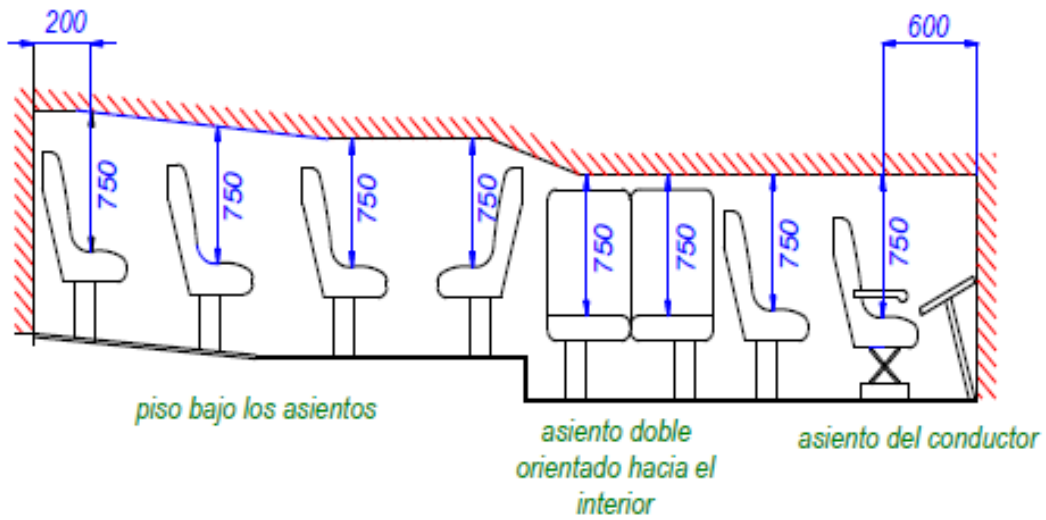
**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009a) **Elaborado por:** Autores

**Espacio de supervivencia**



**Figura 1.19.** Dimensiones del espacio de supervivencia de un autobús en una sección de la parte frontal.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009a) **Elaborado por:** Autores



**Figura 1.20.** Dimensiones del espacio de supervivencia de un autobús en una sección de la parte lateral.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009a) **Elaborado por:** Autores

### 1.2.2. RTE INEN 043:2011

En la tabla 1.12 se resaltan varios puntos enfocados hacia los requisitos que influyen en el diseño de un autobús interprovincial contemplados en la RTE INEN 043:2011.

**Tabla 1.12.**

*Análisis de los puntos más importantes contemplados en el reglamento técnico ecuatoriano INEN 043:2011.*

<b>PUNTOS IMPORTANTES</b>		<b>DESCRIPCION Y ANALISIS</b>
<b>Clasificación del bus</b>		Esto depende del tipo de autobús que se considere debido a que influye por el número de ocupantes, número de ejes y capacidad de pasajeros; sin embargo, nos enfocaremos en el autobús de transporte interprovincial.
<b>Especificaciones de la carrocería</b>	<b>General</b>	Se enfoca en los materiales, perfiles además de otros aspectos que conciernen a la conformidad de la carrocería.
	<b>Material de la estructura</b>	Los materiales a emplear deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN.
	<b>Unión de chasis – carrocería</b>	Las uniones realizadas entre el chasis y carrocería se toman en consideración siguiendo las recomendaciones del fabricante.
<b>Dimensiones externas del vehículo</b>		Las dimensiones están condicionadas al tipo de chasis a utilizarse, por lo tanto, no pueden estar fuera de los rangos establecidos como se muestra en la tabla correspondiente a dimensiones externas.

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2010) **Elaborado por:** Autores

## CAPITULO 2

### ANÁLISIS DE NORMATIVA INTERNACIONAL

Luego de analizar las normas y reglamentos técnicos nacionales que rigen el diseño y manufactura de los autobuses interprovinciales, sean estos de fabricación nacional o importados; la norma NTE INEN 1323:2009 antes mencionada referencia un ensayo para analizar la estructura de los autobuses, establecido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) en el **Reglamento Nro. 66 “Prescripciones técnicas uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura”**.

En donde se establecen los requisitos del fabricante, como: parámetros de homologación, parámetros de construcción, ensayos propuestos a elección del fabricante para validación de la estructura de autobuses.

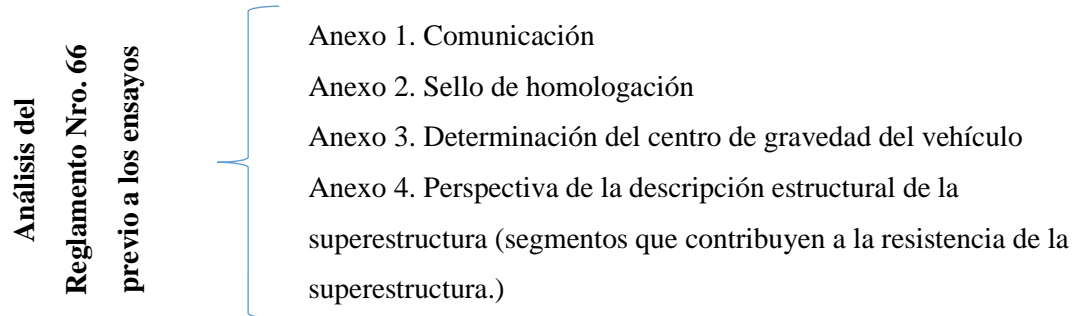
Posteriormente, se realizó un análisis comparativo a nivel internacional entre las distintas normas, reglamentos, resoluciones y decretos que presentan distintos países como: Colombia, Chile, Argentina, Brasil, México, Estados Unidos y, a España como país europeo; referente al diseño y manufactura, homologación y validación de la estructura y carrocería de autobuses interprovinciales

#### **2.1. ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE VUELCO ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO 66 DE LA COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS**

La reglamentación europea para autobuses fue generada a nivel técnico fundamentalmente en Ginebra y transmitida a la directiva de Bruselas (*European Comisión*), los últimos avances en materia reglamentaria a nivel europeo, realizando mejoras en la seguridad cuando se presente un accidente en este modo de transporte: accidentes interurbanos destacando uno de los más importantes el vuelco, sin menospreciar el impacto frontal o fronto-lateral.

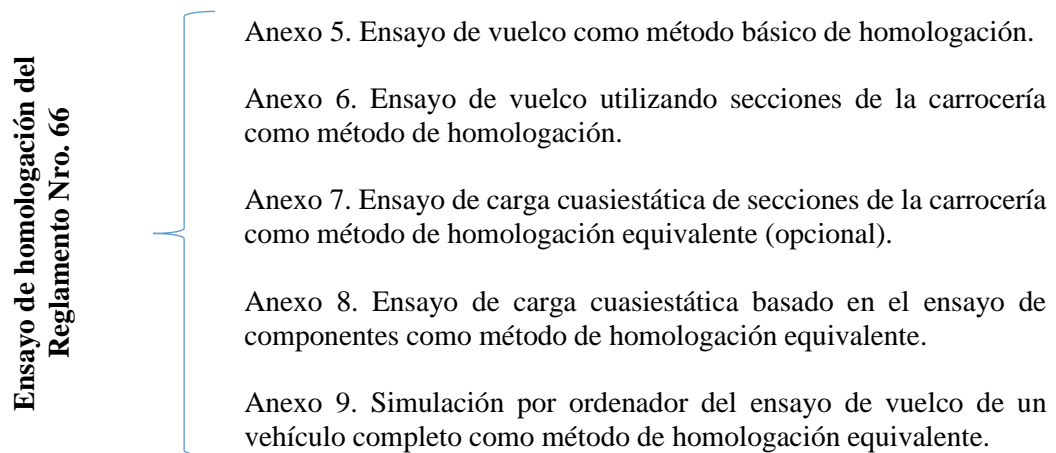
La creación del reglamento Nro. 66, analiza la resistencia estructural de un autobús durante un vuelco, y establece que la superestructura podrá asegurar que; durante y después de un vuelco, ningún elemento invada o sobresalga de un espacio de supervivencia destinado para la seguridad de los usuarios. (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

Además, el reglamento analiza elementos como: montantes y paneles estructurales, así como las partes rígidas, salientes, portaequipajes y aparatos de ventilación, excluyendo paredes, separaciones, arcos u otros elementos de refuerzo de la superestructura del vehículo; sin embargo, el reglamento consta de dos partes: en la figura 2.1 se contemplan los anexos de los que está conformado el Reglamento Nro. 66; la primera establece los requisitos para la respectiva homologación y en la figura 2.2. se encuentran los ensayos que se pueden realizar para la validación de la estructura del autobús.



**Figura 2.1.** Anexos del Reglamento Nro. 66 para la homologación de un autobús

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores



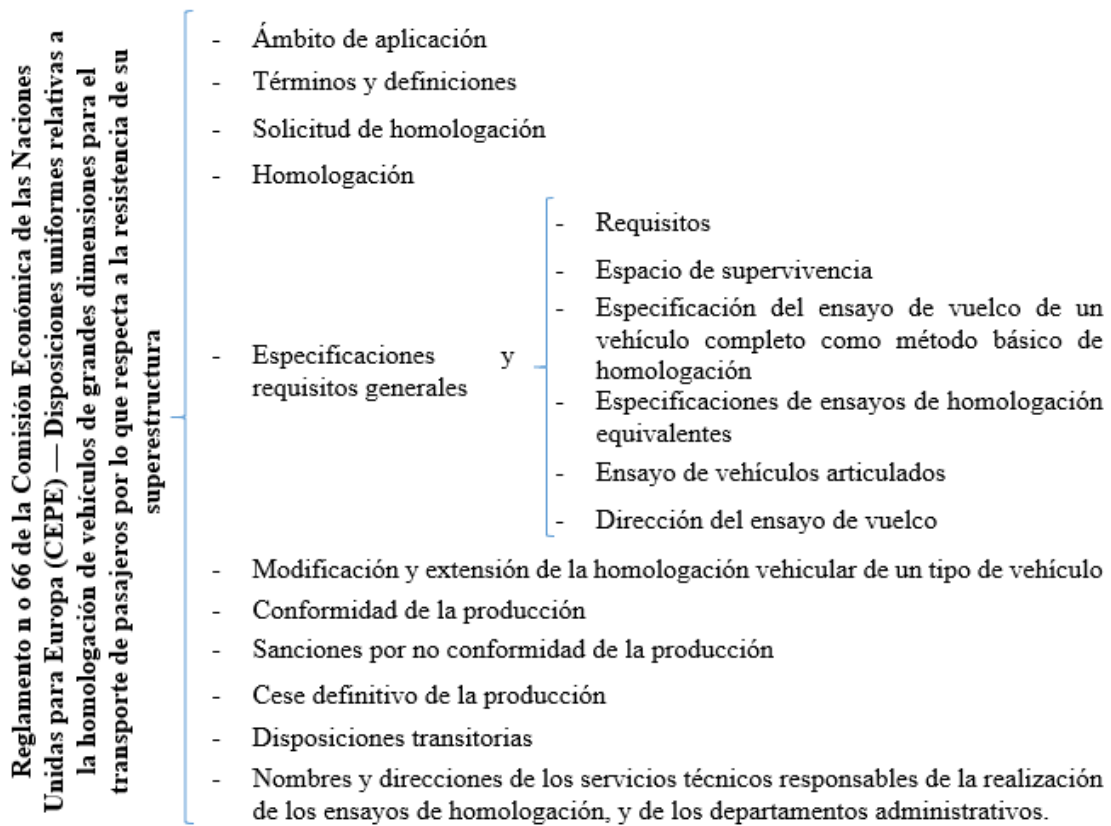
**Figura 2.2.** Ensayos del Reglamento Nro. 66 para la homologación del autobús

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

Es necesario contemplar los parámetros que conforman el reglamento Nro. 66 de la comisión económica de las naciones unidas para Europa que están establecidos en la figura 2.3.



**Cuadro 2.1.** Parámetros que conforman el reglamento Nro. 66



**Figura 2.3.** Parámetros que conforman el reglamento Nro. 66

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

### 2.1.1. Ámbito de aplicación

Los vehículos seleccionados para este análisis son de un solo piso, rígidos o articulados pertenecientes a la categoría M2 o M3, a la clase II o III o a la clase B, para más de 16 viajeros; además a petición de los fabricantes, el presente reglamento también podrá aplicarse a cualquier vehículo M2 o M3 que no se incluya en estas categorías. En la tabla 2.1 se presenta la descripción de las categorías de los buses que se analizarían en el reglamento Nro. 66.

**Tabla 2.1.**

*Categorías de los autobuses tipo M*

**Categoría M : Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.**

<b>M1</b>	Vehículos de ocho asientos o menos sin contar el asiento del conductor
<b>M2</b>	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
<b>M3</b>	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar del asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

**Los vehículos de la categoría M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disponibilidad de los pasajeros se clasificarán en:**

<b>CLASE I</b>	Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.
<b>CLASE II</b>	Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

**2.1.2. Solicitud de homologación**

La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la resistencia de su superestructura la presentará el fabricante, en donde debe constar:

- Datos y parámetros del vehículo o grupo de vehículos
- Dibujos de la disposición general del vehículo, carrocería y distribución interior, con dimensiones principales; ubicación del asiento precisas en el vehículo.
- Posición del centro de gravedad sin carga y con masa total efectiva siguiendo los pasos del anexo 3 del Reglamento Nro.66.
- Masa total efectiva del vehículo y las cargas por eje correspondientes.
- El valor de la energía de referencia [ER] expresado en la fórmula 2.

$$E_R = M \cdot g \cdot h_1 = M \cdot g \left[ 0.8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2} \right] \quad [2]$$

Donde,

- M {
  - Mk, masa en orden de marcha del tipo de vehículo si no está equipado con dispositivos de retención.
  - Mt, masa total efectiva del vehículo si está equipado con dispositivos de retención.  
Mt = Mk + k · Mm, donde:
    - K=0.5
    - Mm= masa total de los ocupantes
- Ho → La altura (metros) del centro de gravedad del vehículo para el valor de masa (M) elegido
- T → Distancia perpendicular (metros) del centro de gravedad del vehículo desde su plano central longitudinal vertical
- B → La distancia perpendicular (metros) del plano central longitudinal vertical del vehículo al eje de rotación en el ensayo de vuelco
- g → La constante gravitacional
- h1 → La altura (metros) del centro de gravedad del vehículo en su posición inicial, inestable, con respecto al plano inferior horizontal de la cuneta.

- f. Dibujos y descripción detalla de la superestructura del tipo de vehículo; anexo 4.
- g. Dibujos detallados del espacio de supervivencia para cada tipo de vehículo que se vaya a homologar.

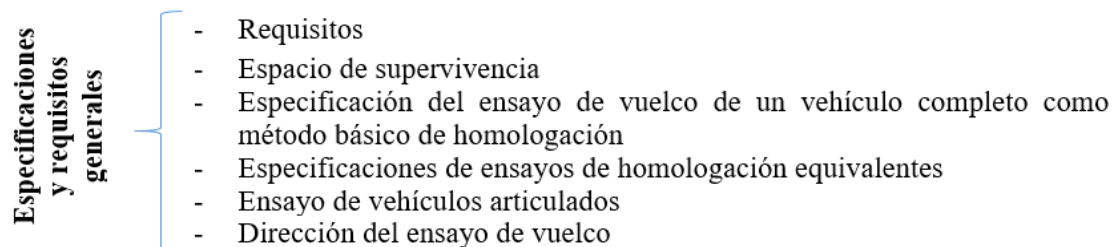
### 2.1.3. Homologación

Los vehículos presentados en la homologación conforme al Reglamento Nro. 66 deben cumplir con las especificaciones y requisitos generales de la norma, se asignará un número de homologación a cada tipo de vehículo que se presente a la solicitud. Los dos primeros dígitos (actualmente 02, que corresponden a la serie 02 de modificaciones).

La homologación, denegación o extensión de la homologación, de un vehículo con arreglo, se aplicará el reglamento a las partes modificadas como se establece en el anexo 1 del reglamento Nro. 66, de los dibujos y diagramas facilitados por los solicitantes de acuerdo con el fabricante y el servicio técnico.

### 2.1.4. Especificaciones y requisitos generales

El reglamento Nro. 66 establece las especificaciones y requerimientos para la respectiva homologación de un autobús contemplados en la figura 2.4. donde se establecen todos los requerimientos con base en el diseño.



**Figura 2.4.** Especificaciones y requisitos generales del reglamento Nro. 66 para la homologación

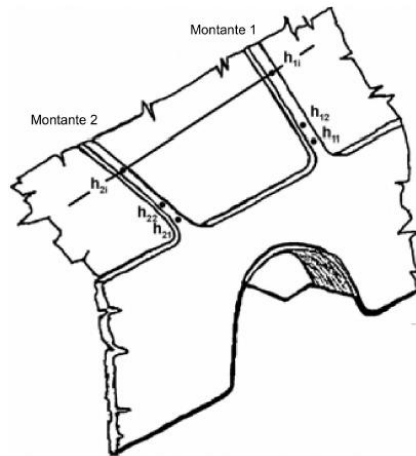
**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

#### 2.1.4.1. Requisitos

La superestructura del vehículo deberá tener la resistencia suficiente para garantizar que el espacio de supervivencia no resulte dañado durante el ensayo de vuelco, como por ejemplo:

- ✓ Elementos como montantes, rejillas portaequipajes no deben invadir el espacio de supervivencia durante el ensayo.
- ✓ Los elementos que forman parte del espacio de supervivencia no pueden sobresalir de la estructura; el contorno de la estructura se debe determinar entre cada montante de

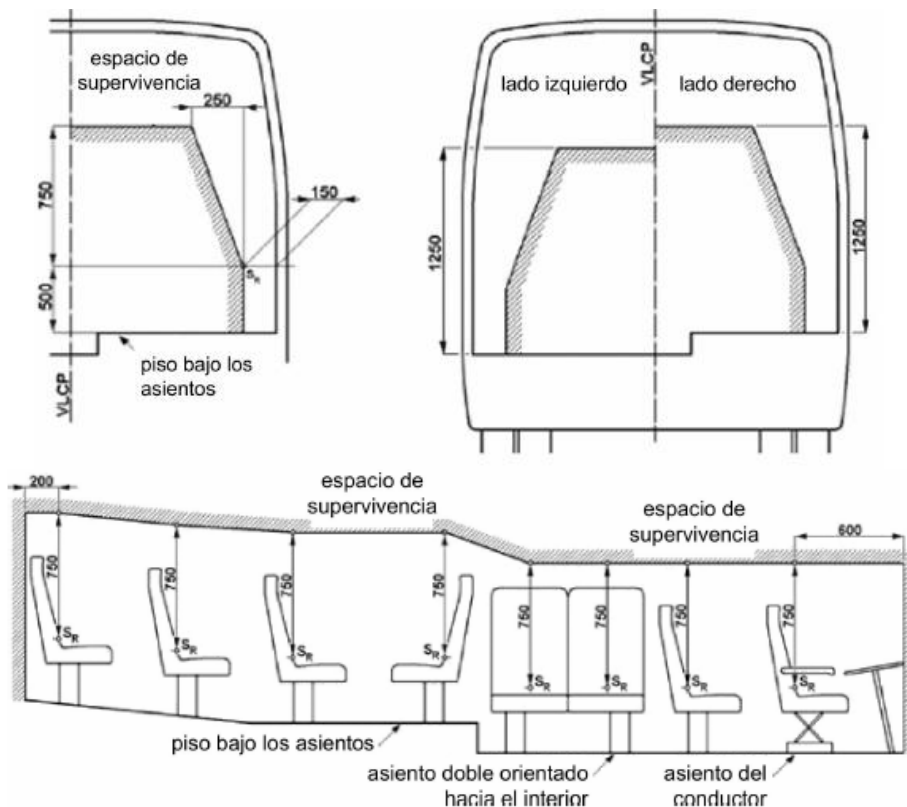
la ventana o puerta adyacente, el contorno entre dos montantes deformados será una superficie teórica, tomando en consideración la altura a nivel del piso como antes del ensayo de vuelco como se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5.** Especificaciones del contorno de la estructura deformada  
Fuente:(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

### 2.1.4.2. Espacio de supervivencia

El espacio de supervivencia es aquel que debe quedar en el compartimento de los pasajeros mientras la superestructura es sometida al ensayo de vuelco; se puede deformar también por el volumen crudo de forma longitudinal como se muestra en la figura 2.6.

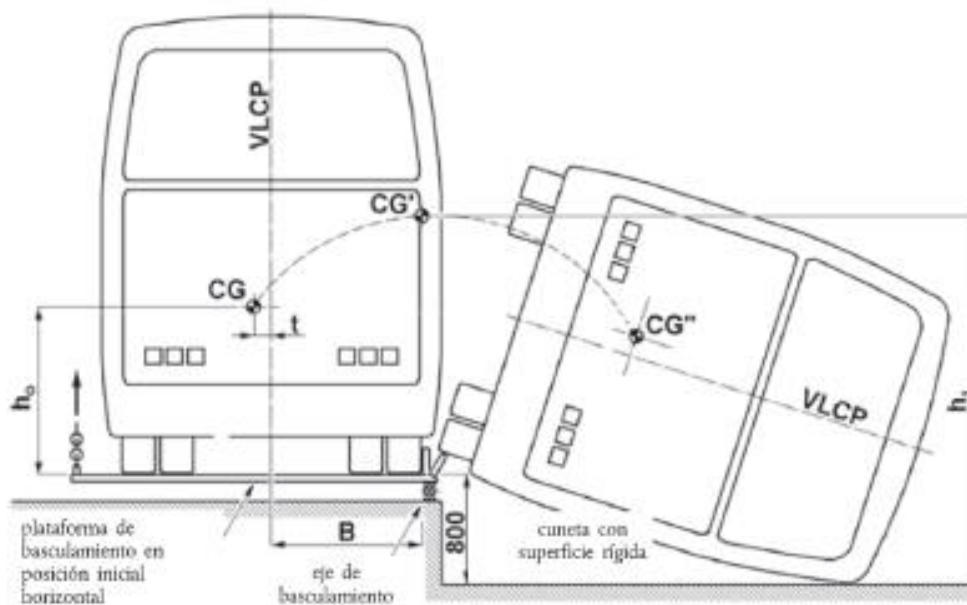


**Figura 2.6** Determinación del espacio de supervivencia de un autobús  
Fuente:(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

El  $S_r$ , (Centro de inercia del ocupante en el asiento), está ubicado en el espaldar de cada asiento orientado hacia adelante, 500 [mm] por encima del piso debajo del asiento, a 150mm de la superficie interior de la pared lateral; no se toman en cuenta los pasos de rueda ni variaciones de la altura del piso, en la parte posterior, el espacio posterior está situado 200 mm, por detrás del punto  $S_r$  del asiento, en la parte delantera a 600 mm por delante del asiento primario (conductor).

#### 2.1.4.3. Especificación del ensayo de vuelco de un vehículo completo como método básico de homologación.

El ensayo de vuelco es de basculamiento lateral como se muestra en la figura 2.5. en donde requiere preparación inicial del autobús para posteriormente ejecutar el ensayo y su interpretación.



**Figura 2.7.** Ensayo de vuelco de un vehículo completo.

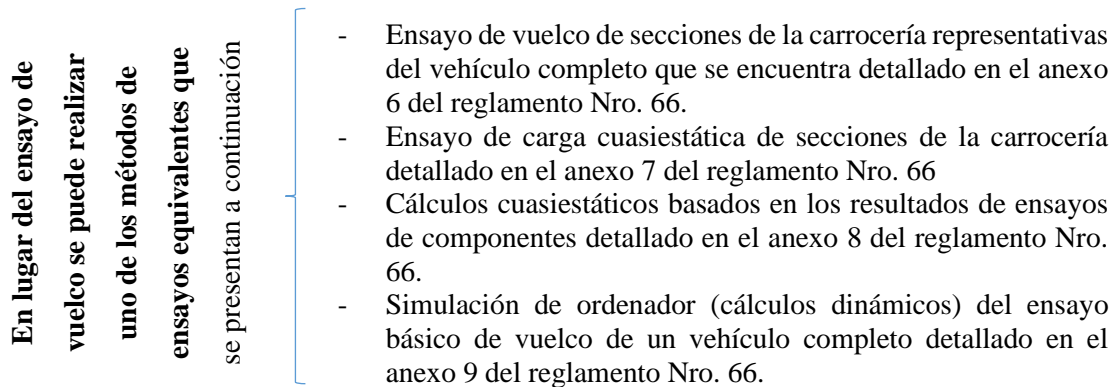
**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

- 1) Se coloca el vehículo en la plataforma de basculamiento, con la suspensión bloqueada, y va inclinándose hacia una posición de equilibrio inestable; existen dos tipos de análisis en esta posición.
  - a. Vehículo no equipado con equipo de retención – ensayo en condiciones de masa en orden de marcha.
  - b. Vehículo equipado con equipo de retención – ensayo en condiciones de masa total efectiva del vehículo.

- 2) El ensayo comienza en la posición inestable del vehículo, velocidad angular cero y el eje de rotación pasa a través de los puntos de contacto con las ruedas en el suelo; el vehículo cae de lado en una cuneta de cemento, de forma horizontal, seca y lisa, cuya profundidad nominal es de 800mm.

#### 2.1.4.4. Especificaciones de ensayos de homologación equivalentes

En la figura 2.8 se establecen los ensayos de homologación equivalentes contemplados en el reglamento Nro. 66, que es el análisis de secciones del autobús o análisis por simulaciones en computadora y extrapolación de resultados.



**Figura 2.8.** Métodos de ensayo de vuelco del reglamento Nro. 66.

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

#### 2.1.4.5. Ensayo de vehículos articulados

La superestructura debe cumplir con la sección de “Requisitos “ de la reglamentación Nro.66, cada sección debe estar sometida a un ensayo por separado analizándolo de cualquiera de las dos maneras, contempladas en el anexo 3 o 5 del reglamento Nro. 66.

#### 2.1.4.6. Dirección de ensayo de vuelco

El ensayo de vuelco se llevará a cabo con un vehículo, basándose en la propuesta de diseño establecida por el fabricante, tomando en consideración el espacio de supervivencia:

- La excentricidad lateral del centro de gravedad y su efecto sobre la energía de referencia en la posición inicial, estimando la energía referencial.
- La asimetría del espacio de supervivencia, tomando en consideración cuando los lados del vehículo son asimétricos del piso, dando el espacio de supervivencia una superficie entre dos líneas con respecto del suelo.

#### **2.1.4.7. Modificación y extensión de la homologación de un tipo de vehículo**

Toda modificación de un tipo de vehículo homologado deberá notificarse al departamento administrativo que concedió la homologación, la decisión del departamento administrativo y al servicio técnico se basarán en los tres criterios en el peor caso:

- ✓ Criterio estructural – si la superestructura cambia se revisará de acuerdo al anexo 4 del reglamento Nro. 66, si no hay cambios o el nuevo diseño de superestructura es más resistente el resultado es más favorable.
- ✓ Criterio energético – si la energía de referencia a cambiado
  - ✓ Criterio de supervivencia

#### **2.1.4.8. Conformidad de la producción**

Todo vehículo homologado con arreglo al presente reglamento está fabricado de acuerdo a las especificaciones y requisitos generales, solo se verificarán los elementos diseñados por el fabricante que forman parte de la superestructura.

#### **2.1.4.9. Sanciones por no conformidad de la producción**

En caso de retirar una homologación se debe notificar a todas las partes contratadas haciendo notar mediante una copia del formulario de homologación donde conste “HOMOLOGACION RETIRADA”, firmada y fechada.

#### **2.1.4.10. Cese definitivo de la producción**

En caso de que se termine de producir definitivamente un tipo de vehículo homologado, se informará al departamento administrativo que otorgo la homologación; y este procederá a emitir una copia del formulario en donde se especifique la indicación “CESE DE PRODUCCIÓN” en letra mayúscula, firmada y fechada.

#### **2.1.4.11. Nombres y direcciones de los servicios responsables de la realización de los ensayos de homologación, y departamentos administrativos.**

Se comunicará a la secretaría de las naciones unidas los datos de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación, del departamento administrativo donde se pueda realizar la homologación, certificación o extensión de la homologación.

Finalmente, el **ANEXO III** contempla todos los anexos del reglamento Nro. 66:

- ✓ Anexo 1 – Comunicación
- ✓ Anexo 2 – Ejemplo de marca de homologación

- ✓ Anexo 3 – Determinación del centro de gravedad
- ✓ Anexo 4 – Perspectivas de la descripción estructural de la superestructura
- ✓ Anexo 5 – Ensayo de vuelco como método básico de homologación
- ✓ Anexo 6 – Ensayo de vuelco utilizando secciones de carrocerías como método de homologación equivalente.
- ✓ Anexo 7 – Ensayo de carga cuasiestática de secciones de la carrocería como método de homologación equivalente.
- ✓ Anexo 8 – Cálculo cuasiestático basado en el ensayo de componentes como método equivalente de homologación.
- ✓ Anexo 9 – Simulación por ordenador del ensayo de vuelco de un vehículo completo como método de homologación equivalente.



## **2.2. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE AUTOBUSES.**

Para cumplir los objetivos del presente trabajo de investigación, fue necesario realizar una comparativa acerca de las normas empleadas en otros países, determinando cuáles son los criterios de diseño, ensayos que se realizan en la estructura y elementos de seguridad que son los encargados de salvaguardar la vida de los ocupantes, de esta forma se analizó las normativas de distintos países:

- ✓ Colombia
- ✓ Chile
- ✓ Argentina
- ✓ Brasil
- ✓ México
- ✓ Estados Unidos
- ✓ España

### **2.2.1. Colombia**

El instituto colombiano de normas técnicas y certificación, INCOTEC, es el organismo nacional de normalización cuya misión es brindar soporte, desarrollo al producto y protección al consumidor.

En donde establece la **Norma técnica colombiana 5206 “Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajeros, requisitos y métodos de ensayo”**

Esta norma contiene todo lo que se refiere a diseño y manufactura de los vehículos automotores destinados para el transporte colectivo, tomando en consideración elementos eléctricos, así como herramientas utilizadas en las puertas, sin embargo, en este trabajo se analizó información referente a requisitos de diseño y manufactura de la carrocería y análisis de superestructura, que pueden ser considerados como elementos de protección para el pasajero al momento de presentarse un accidente de tipo “vuelco lateral”.

#### **Normativas referentes de la NTC 5206**

Se tomaron en consideración las normas referenciales que se consideran para el diseño y manufactura de los autobuses, así como también los métodos de ensayos utilizados para la homologación.

**Tabla 2.2.**

*Referencias utilizadas en la norma técnica colombiana NTC 5206 “Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajeros, requisitos y métodos de ensayo”*

Referencia de la norma técnica colombiana	NTC 957:1997, Práctica para ensayar la resistencia al agua de los recubrimientos en humedad relativa del 100 por ciento (ASTM D2247).
	NTC 1020: 1999, Sistema de combustibles. Camiones y tractocamiones (SAE J703).
	NTC 1141, Automotores. Extintores portátiles.
	NTC 1156:1998, Procedimiento para el ensayo de la cámara salina (ASTM B117).
	NTC 1467:2001. Materiales para vidrio – acristalamiento – de seguridad utilizados en vehículos de seguridad y en equipos para vehículos automotores que operan carreteras.
	NTC 1570:2003, Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores.
	NTC 4821:2005, Instalación de componentes del equipo completo para vehículos con funcionamiento dedicado GNCV o biocombustible gasolina -GNCV.
	NTC 1570:2003 Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores.
	END 0045. Vehículos accesibles con características para el transporte urbano de personas, incluidas aquellas con movilidad y/o comunicación reducida. Capacidad mínima de nueve pasajeros más conductor.
	ISO 303: 2003, Vehículos de carretera. Instalación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa para vehículos de motor y sus Remolques
	FMVSS 302: 1972, Inflamabilidad de materiales interiores: automóviles de pasajeros, vehículos de pasajeros multiusos, camiones y Autobuses
	Método de prueba 1106: 1996, prueba de emisión de ruido. Subdivisión de Normas e Investigación de Vehículos Motorizados Seguridad vial y Dirección de Regulación de Vehículos Motorizados.

**Fuente:**(Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2009) **Elaborado por:** Autores

### a. Vidrios de seguridad

La norma **NTC 1467:2001. Materiales para vidrio** – acristalamiento – de seguridad utilizados en vehículos de seguridad y en equipos para vehículos automotores que operan carreteras y seguir los siguientes requerimientos:

Ventanas de servicio:

- a. Vidrios laminados para uso en parabrisas frontales del vehículo.
- b. Vidrios templados para uso en ventanas laterales y puertas de servicio (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2001).

### b. Resistencia de la superestructura

La superestructura debe cumplir los requisitos de la **NTC 5206**, además, la carrocería debería estar diseñada para soportar una carga estática sobre el techo, equivalente al 50% de la masa máxima técnicamente admisible (MT), distribuida uniformemente a lo largo del mismo, durante un lapso de 5 min, sin experimentar deformaciones que superen los 70 mm en ningún punto.

Los anillos de superestructura o pórticos deberían estar diseñados, además, para soportar como mínimo, una carga estática horizontal igual al 15% de la masa máxima técnicamente admisible (MT), distribuida uniformemente sobre cada uno de ellos, aplicada a la altura del dintel longitudinal del lateral, sin que el mismo sufra un desplazamiento horizontal mayor de 140 mm. Dicha carga estática debería mantenerse aplicada por un lapso de tiempo no menor de 5 min.

Así mismo, la **NTC 5206** referencia regulaciones establecidas por la comisión económica de las naciones unidas para Europa (UNECE) – donde se determinan los ensayos del chasis, carrocería y elementos de seguridad.

Dicho ensayo es el **Reglamento Nro. 66** referenciado de la UNECE – **Prescripciones técnicas uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura;** explicado con anterioridad.

#### **c. Cinturones de seguridad**

La norma **NTC 1570:2003**, Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores. Establecen los requisitos que rigen para los cinturones de seguridad y sistemas de retención, diseñados para vehículos de clasificación M y L y su respectiva clasificación.

Sin embargo, la norma técnica colombiana realiza otro ensayo basado en la norma europea como es el **Reglamento Nro. 80** referenciado de la UNECE – **Prescripción uniforme relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes.**

En donde se presentan los requisitos de diseño de los asientos, cinturón de seguridad y de los anclajes de los asientos, requisitos que son considerados para la respectiva homologación de cada elemento, el reglamento Nro. 80 se presenta en el **ANEXO IV**.

#### **d. Estabilidad**

El **Reglamento Nro. 107** de la comisión económica de las naciones unidas para Europa – **Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción;** establece características generales de construcción, sin embargo, en la tabla 2.3 se detallan los requisitos de ensayo de estabilidad, internamente en el punto 7,4 para vehículos

destinados para el transporte de pasajeros de uno o dos pisos, rígidos o articulados, de la categoría M2 o M3.

**Tabla 2.3.**

*Requisitos establecidos en el Reglamento Nro. 107 de las naciones unidas*

<b>Requisitos</b>	➤ Generalidades	➤ Mantenimiento de la dirección de los vehículos articulados
	➤ Masas y dimensiones	➤ Barras de sujeción y asideros
	➤ Prevención de accidentes	➤ Protección de los huecos de escalera y de los asientos expuestos.
	➤ Ensayo de estabilidad	➤ Porta equipajes y protección de los ocupantes
	➤ Prevención del riesgo de incendio	➤ Trampillas de evacuación
	➤ Salidas	➤ Entretenimiento visual
	➤ Acondicionamiento interior	➤ Trolebuses
	➤ Iluminación interior artificial	➤ Ayudas visuales y de comunicación
	➤ Sección articulada de los vehículos articulados	

**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) **Elaborado por:** Autores

De igual forma el reglamento Nro. 107 esta detallado en el **ANEXO IV**.

### 2.2.2. Chile

Las normas en Chile son establecidas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, donde sus principales funciones son proponer las políticas nacionales en materia de transporte y telecomunicaciones, de acuerdo a las directrices del gobierno y ejercer dirección y control de empresas públicas y privadas que operen medios de transporte y controlar el cumplimiento de sus leyes, reglamentos y normas pertinentes.

Una de las normas que rige a Chile para el diseño y manufactura de los autobuses, es el **Decreto 175** “Condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicio interurbano de transporte público de pasajeros” el cual referencia al **Decreto 158** “Sistemas y dispositivos de seguridad que deben cumplir los buses destinados a prestar servicio de transporte público y privado de pasajeros”; donde están nombrados el **Reglamento Nro. 107** de la UNECE para el respectivo ensayo de estabilidad en el punto 7,4 para vehículos destinados para el transporte de pasajeros de uno o dos pisos, rígidos o articulados, de la categoría M2 o M3.

De tal forma, en el **ANEXO IV** se puede contemplar los decretos 175 y 158, sin embargo, se presenta la tabla 2.4 referencias en las que se basa la norma chilena y en la tabla 2.5 una comparativa de la normativa chilena con otros países.

**Tabla 2.4.**

*Referencia de la norma chilena con respecto a otros países y entidades que las analizan*

Entidad		País
<b>Directiva CEE</b>	Regulación para la homologación de tipo de la Comunidad Económica para Europa	Europa
<b>CFR 49 571</b>	Código de regulaciones federales para homologación vehicular título 49 (Transportación) parte 571 (Normas Federales de seguridad de los vehículos) para homologación vehicular.	Estados Unidos de América
<b>SRRV</b>	<i>Safety regulation of road vehicles</i> , regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para la certificación	Japón
<b>KMVSS</b>	<i>Korean motor vehicles safety standards</i> , regulación de seguridad de vehículos motorizados	Corea
<b>CONTRAN</b>	<i>Conselho Nacional de trânsito</i> , regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito	Brasil

**Fuente:** (Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transporte, 2013a) **Elaborado por:** Autores

### **Comparativa de la normativa chilena con países, en similitud con sus ensayos y pruebas.**

**Tabla 2.5.**

*Normas de diferentes países para los respectivos análisis de chasis, carrocerías y dispositivos de seguridad de Chile.*

Característica	Europa	Estados Unidos de América	Japón	Corea	Brasil
<b>Comportamiento al fuego</b>	Directiva 95/28/CEE	CFR 49 571 – 302	Artículo 20 technical estándar 11-4-7	Artículo 95	Resolución 672/87 CONTRAN
<b>Resistencia del asiento y anclajes</b>	Directiva 74/408/CEE – reglamento 80	CFR 49 571 – 207	Artículo 22 attachment 30	Artículo 97	Resolución 811/96 CONTRAN
<b>Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes</b>	Directiva 77/541/CEE reglamento 16 y 76/115/CEE reglamento 14	Cinturón CFR 49 571 – 209 y anclaje CFR 49 571 – 210	Artículo 22 - 3 attachment 31:32	Artículo 103	Resolución 811/96 CONTRAN
<b>Estabilidad</b>	Directiva 2001/85/CEE o Reglamento Nro. 107 anexo I número 7,4 Ensayo de estabilidad	-	-	-	-
<b>Resistencia a la estructura</b>	Directiva 2001/85/CE Anexo IV resistencia de la superestructura Reglamento 66	-	-	-	Resolución 811/96 CONTRAN

**Fuente:** (Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transporte, 2013a) **Elaborado por:** Autores

Para el análisis de la superestructura, referencia la norma **Directiva 2001/85/CE del parlamento europeo y del consejo** – “**disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del conductor**”; este análisis de la superestructura debe cumplir con una homologación de conformidad con el reglamento UNECE/ONU Nro. 66 de la CEPE.

### 2.2.3. Argentina

En Argentina, todo lo referente a normas de diseño y manufactura están contempladas en el “**Manual De Especificaciones Técnicas Para Vehículos De Transporte Por Automotor De Pasajeros**” establecido por la secretaria de transporte

Donde, referencia la ley No 24.449 establece en el Artículo 1, el ámbito de aplicación donde se puede determinar que esta ley y sus normas regulan el uso de la vía pública, y son de aplicación a la circulación de vehículos terrestres en la vía pública, a las actividades vinculadas con el transporte de personas.

En el Capítulo V del manual, se expresa como tema principal el vehículo; el artículo 28 establece de manera general que todo vehículo que se fabrique en el país o importando para ser librado en el tránsito público debe cumplir con las condiciones de seguridad activas y pasivas; además, el artículo 29 establece algunas condiciones generales de seguridad que los vehículos deberán cumplir.

También, se plantean algunas resoluciones que modifican el manual de especificaciones técnicas con lo que concierne a la mejora de los diseños de los autobuses, que influirán en la seguridad activa y pasiva de los usuarios, como, por ejemplo:

<b>Resolución</b>	<b>Descripción</b>
<b>Resolución 11/2006</b>	Estructura de asientos y requisitos mecánicos para el anclaje de asientos.
<b>Resolución 101/2008</b>	Análisis del autobús aplicando el ensayo de estabilidad
<b>Resolución 757/2006</b>	Las unidades deben estar provistas de correajes de sujeción de tipo pélvico en los asientos de la primera fila de ambas hileras y en el asiento de la última fila ubicado frente al pasillo de tránsito

Las resoluciones están presentadas en el **ANEXO IV**.

#### **2.2.4. Brasil**

En Brasil el tráfico es administrado por CIRETRANS que resulta ser la circunscripción regional de tráfico del gobierno de *Goiás*, cuando se creó el departamento de tráfico del estado (DETRAN) vinculado con la secretaria de seguridad pública, en donde se asociaron con otras agencias y entidades directamente relacionadas con el problema del tráfico, como la policía, policía federal de carreteras, ayuntamientos y los departamentos de educación y salud del estado, en la búsqueda de un objetivo en común, el tráfico seguro.

Una de las resoluciones que rige a Brasil para los componentes de seguridad. Es la Resolución 316/2009 donde se “Establece los requisitos de seguridad para vehículos de transporte colectivo de pasajeros M2 y M3 (tipos de minibús o ómnibus) de fabricación nacional y extranjera”, donde, se consideran parámetros para el diseño manufactura y análisis de componentes que conforman la superestructura de un autobús.

Las resoluciones brasileñas no referencian normas de otro país, sin embargo, guardan similitudes con ensayos realizados por la comisión económica de las naciones unidas para Europa, como: reglamento Nro. 66 para el ensayo de vuelco, reglamento Nro. 107 para el ensayo de estabilidad; además realizan ensayos para la homologación de los elementos de seguridad como: cinturones de seguridad, anclaje de los cinturones de seguridad, anclaje de asientos, requisitos de asientos, entre otros ensayos.

La resolución 316/2009 se encuentra detalla en el **ANEXO IV**.

### 2.2.5. México

Según los Estados Unidos Mexicanos, por ley federal sobre metrología y normalización faculta a la secretaria de comunicaciones y transporte, la elaboración de normas oficiales que establezcan las características, especificaciones y métodos de prueba para su comprobación, respecto de la fabricación y operación de los vehículos y equipos de autotransporte.

Dado esto, se establece la norma oficial mexicana **NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.**

En donde la norma establece características y especificaciones técnicas de seguridad mínima que debe cumplir el minibús con capacidad de 16 a 30 personas, que prestan servicios de autotransporte económico y mixto, en caminos de jurisdicción federal, dentro de los Estados Unidos Mexicanos.

**Tabla 2.6.**

*Contenido de la norma mexicana.*

<b>Características y especificaciones técnicas y de seguridad</b>	<b>Especificaciones mecánicas y de emisiones contaminantes del vehículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad máxima permitida</li> <li>✓ Frenos</li> <li>✓ Sistema de frenos</li> <li>✓ Indicador de falla del circuito de frenos</li> <li>✓ Tipo de llanta</li> <li>✓ Ejes y suspensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dirección</li> <li>✓ Tren motriz</li> <li>✓ Localización del escape</li> <li>✓ Niveles máximos de emisiones contaminantes</li> <li>✓ Resistencia y durabilidad a la fatiga</li> </ul>
	<b>Características de diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dimensiones</li> <li>✓ Cajas de rutas</li> <li>✓ Puertas de ascenso y descenso</li> <li>✓ Vidrios de puerta</li> <li>✓ Estableras de ascenso y descenso</li> <li>✓ Altura libre en el interior</li> <li>✓ Dimensiones del pasillo</li> <li>✓ Dimensiones de los asientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anclajes de los asientos</li> <li>✓ Asientos con superficies redondeadas</li> <li>✓ Espacio disponible para carga</li> <li>✓ Medios de sujeción en el interior del vehículo</li> <li>✓ Visibilidad desde el interior del vehículo</li> <li>✓ Iluminación en el interior del vehículo</li> <li>✓ Sistema de aviso al operador</li> </ul>
	<b>Características y especificaciones de seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Salidas de emergencia</li> <li>✓ Extintores</li> <li>✓ Triángulo de seguridad</li> <li>✓ Sistema de desempaño de parabrisas</li> <li>✓ Materiales anti-inflamables utilizados</li> <li>✓ Luces de advertencia intermitentes</li> <li>✓ Faro de luces de alta y baja intensidad con indicador de luz alta en el tablero</li> <li>✓ Luces de galibo</li> <li>✓ Luces de reversa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Luces direccionales</li> <li>✓ Luces indicadoras de frenado</li> <li>✓ Tapón para el tanque de combustible con llave, sujetador o chapa de puerta</li> <li>✓ Altura de la defensa</li> <li>✓ Espejos retrovisores en ambos lados</li> <li>✓ Limpiadores</li> <li>✓ Lavaparabrisas</li> <li>✓ Espejo retrovisor interior</li> </ul>

**Fuente:** (Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, 1999) **Elaborado por:** Autores



Referencias contempladas en la norma mexicana:

**Tabla 2.7.**

*Referencias contempladas en la norma NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999*

<b>NORMA</b>	<b>Descripción de la norma</b>
<b>NOM-016-SCT-2</b>	Industria - Hulera - Llantas para camión - Especificaciones y métodos de prueba.
<b>NOM-012-SCT-2</b>	Sobre el peso y dimensiones máximas con las que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.
<b>NOM-027-STPS</b>	Señales y avisos de seguridad e higiene.
<b>NOM-026-STPS</b>	Seguridad - Colores y su aplicación.
<b>NMX-D-139</b>	Industria Automotriz-Dispositivos de advertencia.
<b>NMX-2-12</b>	Muestreo para la inspección por atributos.
<b>NOM-044-ECOL</b>	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3 857 kg.
<b>NOM-045-ECOL</b>	Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.
<b>NOM-047-ECOL</b>	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado del petróleo, gas natural y otros combustibles.
<b>NOM-050-ECOL</b>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado del petróleo, gas natural y otros combustibles.
<b>NOM-076-ECOL</b>	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como los hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado del petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos en planta, con peso bruto vehicular mayor de 3 857 kg.
<b>NOM-077-ECOL</b>	Procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.
<b>NOM-079-ECOL</b>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.
<b>NOM-008-SCFI-1993</b>	Sistema de unidades de medida.
<b>NMX-CC-3</b>	Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable al proyecto/diseño, la fabricación, la instalación y el servicio.
<b>NMX-CC-4</b>	Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación e instalación.
<b>NOM-131-SCFI</b>	Determinación, asignación del número de identificación vehicular - Especificaciones.
<b>NOM-100-STPS</b>	Seguridad – Extintores contra incendio a base de polvo químico o seco con presión contenida – especificaciones

**Fuente:** (Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, 1999)

**Elaborado por:** Autores

La norma mexicana se encuentra detallada en el **ANEXO IV**.

### **Concordancia con normas internacionales**

No se establece concordancia con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración, y en virtud de haberse elaborado tomando en consideración características propias de infraestructura de las carreteras nacionales, de las necesidades sobre capacidad, de las características mecánicas, de seguridad y medio ambiente, así como de dimensiones.

#### **2.2.6. Estados Unidos**

Según el código de regulaciones federales (CFR: *code of federal regulations*) en donde se encuentran la codificación de las reglas y regulaciones generales y permanentes (también conocida como legislación administrativa) publicada en el Registro Federal por los departamentos ejecutivos y las agencias del gobierno federal en Estados Unidos; dividida en 50 títulos que representan diversas áreas de regulación federal, en este caso para el análisis de las normas concernientes al diseño y manufactura de los autobuses el título 49 – Transporte.

Según el título establecido por el CFR nos lleva al análisis de vehículos en la parte 571, establecidos por las siguientes normas:

- ✓ 571 norma 209; conjuntos de cinturones de seguridad
- ✓ 571 norma 210; anclajes del conjunto del cinturón de seguridad
- ✓ 571 norma 212; montaje de parabrisas
- ✓ 571 norma 214; protección contra impactos laterales
- ✓ 571 Norma 220; protección contra vuelcos del autobús escolar.
- ✓ 571 Norma 221; fuerza conjunta del cuerpo de autobús escolar
- ✓ 571 Norma 222; asiento del pasajero del autobús escolar y protección contra choques.

Todas las normas establecidas por Estados Unidos están detalladas en el **ANEXO IV**.

### 2.2.7. España

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, CEPE (UNECE o ECE) se estableció en 1947 con el fin de mantener la cooperación económica entre los estados miembros; 56 estados miembros.

La división de transporte de la UNECE provee servicios de las regulaciones de vehículos, además la sección de innovación del transporte y de regulación de vehículos, en nuestra investigación es necesario la verificación de los requisitos establecidos para el diseño y manufactura referente a la confiabilidad de la carrocería y estructura de autobuses al momento de presentarse un accidente de tipo “vuelco lateral”, por lo que se analiza los niveles de esfuerzo, deformación, energía, establecidas en estos reglamentos:

- ✓ Seguridad ante impactos frontales, estado de cinturones de seguridad, donde se han presentado modificaciones de los fabricantes de asientos, carrocerías, etc.
- ✓ Seguridad ante vuelco, aumento de requisitos de resistencia estructural.

Según estudios presentados por INSIA – UPM (El Instituto Universitario de Investigación del Automóvil), al presentarse un mínimo índice de fallecidos, las empresas dedican inversiones en nuevas tecnologías para mejorar la seguridad destacando la seguridad pasiva, fabricación y reglamentación de autobuses y autocares.

Las reglamentaciones de Europa presentan avances para mejorar la seguridad ante los accidentes más lesivos en este modo de transporte: accidentes interurbanos destacando el vuelco sin menospreciar el impacto frontal o fronto-lateral.

- **Impacto frontal:** La incorporación de cinturones de seguridad para garantizar la retención correcta de los pasajeros ante un choque frontal, adjuntando los requisitos de sillas de ruedas impuestos por la directiva 2001/85/CE.
- **Impacto lateral (Vuelco):** La implementación del Reglamento Nro. 66 para la resistencia estructural. Ensayos de verificación de estabilidad lateral de la directiva 2001/85/CE o Reglamento Nro. 107.

### 2.2.7.1. Impacto frontal

Es utilizado para Categorías M2 vehículos de más de 9 plazas (incluido el conductor) hasta 5 toneladas y M3 vehículos de más de 9 plazas (incluido el conductor) de más de 5 toneladas.

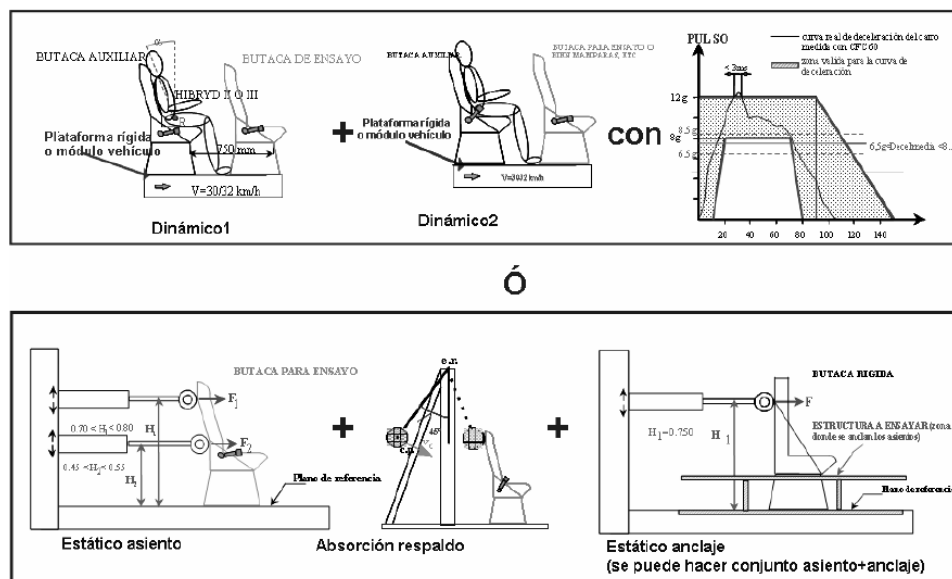
Autocares sin pasajeros de pie (clase 3 con capacidad mayor de 22 pasajeros y clase b menor de 22 viajeros) y autobuses a vehículos (clase 1,2 con capacidad mayor de 22 pasajeros y clase A con capacidad menor de 22 pasajeros).

En este caso se destaca la situación interurbana debido a mayor velocidad del vehículo, debido a esto se establece mayores requisitos, instalación de cinturón de seguridad y sistema de retención.

#### A. Resistencia de asientos y anclajes

Directiva 2005/39/CE o Reglamento 80R01 “**Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes**”

Se puede escoger entre un ensayo dinámico o ensayo estático “equivalente”, y los resultados deben garantizar la ausencia de lesiones, así como la resistencia del asiento y sus respectivos anclajes, aunque existe la opción de ensayar por separado el asiento (sobre módulo rígido) y el anclaje (con asiento rígido).



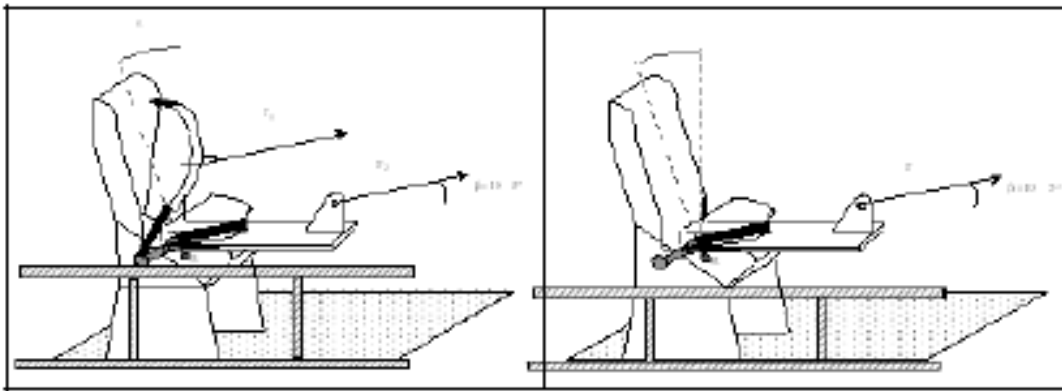
**Figura 2.9.** Ensayo de los asientos y anclajes

Fuente: (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2013)

## B. Anclajes de cinturón de seguridad

Se utiliza la Directiva 76/115-2005/41/CE o Reglamento 14R06. **“Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, los sistemas de anclajes ISOFIX, los anclajes superiores ISOFIX y las plazas de asiento i-Size [2015/1406]”**.

En la figura 2.7 se observa la fuerza  $F$ , se aplica y se mantiene 0,2s (200ms), dependiendo de la categoría del vehículo y la deceleración son distintas: 10g's para vehículos M2 y 6,6 g's para vehículos M3. Tomando la masa del pasajero de 68 kg, los valores de  $F$  aprox. Son de 675 y 450 N para M2 y M3 para asientos de tres puntos, para cinturones de dos puntos se utiliza fuerza 1,64 veces mayor resultando 1110 y 740 N para M2 y M3.



**Figura 2.10.** Ensayo de cinturones de seguridad  
Fuente: (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015b)

## c. Cinturón de seguridad, sistema de retención e instalaciones

Se destaca la Directiva 77/541- 2005/3 o Reglamento 16R04 **“Cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor”**

Requisitos para los cinturones de seguridad, hebillas y demás, finalmente se compran homologadas. En el reglamento se establece requisitos de la correcta instalación de los cinturones al asiento, mínimo puntos de anclaje. Para autocares de más de 3,5 toneladas instalar cinturón abdominal o de 2 puntos, salvo en plazas expuestas (donde no se tenga delante algo que no garantice una correcta retención del pasajero) donde es necesario instalar cinturones de 3 puntos. Para autocares de menos de 3,5 toneladas deberán llevar cinturón de 3 puntos en todas las plazas (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015c)

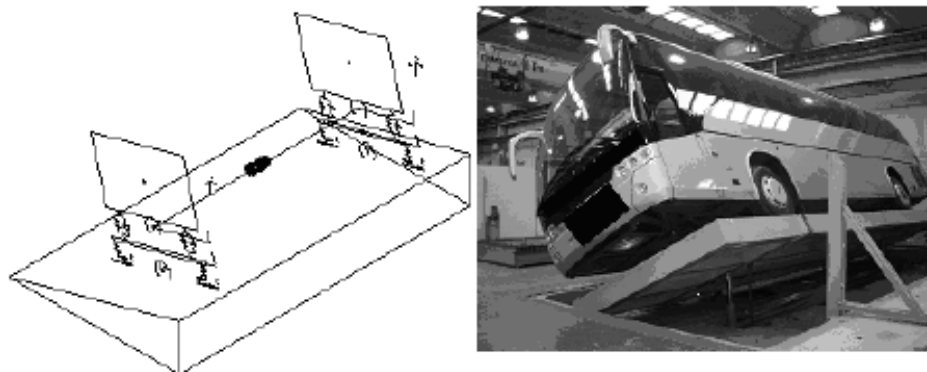
### 2.2.7.2. Vuelco lateral

Es un accidente severo en los autobuses; gracias a esto se ha generado reglamentaciones para mejorar la seguridad en este accidente, la energía puesta en juego en caso de vuelco depende de la masa y de la posición del centro de gravedad.

- Las instalaciones de cinturones hacen que los asientos se vuelvan más pesados debido a las modificaciones estructurales, la masa de los pasajeros está ubicada en una posición elevada lo que aumenta el CG, además que, en caso de suscitarse un vuelco lateral, la masa del pasajero queda fija y no se considera la masa para un vuelco; también, la ubicación de los pasajeros hace que el CG del vehículo aumente afectando la estabilidad.
- La reglamentación europea (EURO 4 y EURO 5) ha generado bastidores que afectan la masa total del vehículo. La incorporación de plataformas para personas especiales y zonas de anclaje de sillas de ruedas, modifica las entradas debilitando la estructura en esa zona. Y de alguna forma aumentando el peso dependiendo de la modificación que se realice.

#### a. Estabilidad lateral

El aplica la Directiva 2001/85/CE o Reglamento Nro. 107 “**Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción**” establece los requisitos de ensayo de estabilidad de vuelco en el punto 7,4 del reglamento; donde contempla que el vehículo debe soportar sin que produzca el vuelco del vehículo un ángulo de inclinación de plataforma de 28°, con la masa de los pasajeros de 68 kg en cada asiento como se contempla en figura 2.8.

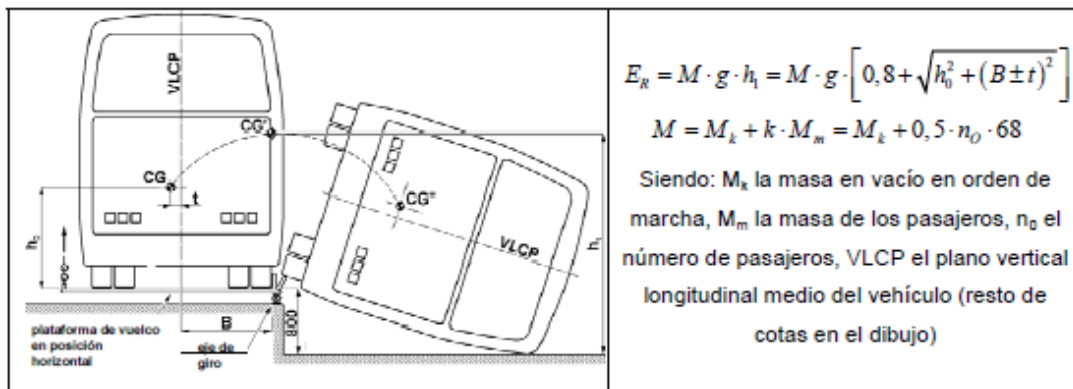


**Figura 2.11.** Ensayo de estabilidad.

**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2001)

### b. Resistencia estructural: influencia de los cinturones de seguridad

El Reglamento Nro. 66 “**Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura**” donde se establece el objetivo de preservar un espacio de supervivencia para los pasajeros en el ensayo de vuelco como se muestra en la figura 2.9.



**Figura 2.12.** Ensayo de vuelco y resistencia estructural

**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

Las últimas versiones del reglamento tienen en cuenta la influencia de pasajeros retenidos, utilizando la masa de estos en los ensayos realizados, produciendo un cambio en el centro de gravedad. Lo que conlleva a un aumento del espacio de supervivencia, protegiendo al conductor, al guía y a los pasajeros ubicados en la última fila.

### 2.3. REQUISITOS DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LA SUPERESTRUCTURA EN OTROS PAISES ADEMÁS DEL REGLAMENTO NRO. 66

Después de realizar un análisis de normativa internacional, en la tabla 2.8 se plantea cuáles son los ensayos que se realizan en el Ecuador, y cuál es la normativa utilizada en el resto de países.

**Tabla 2.8.**

*Comparativa de ensayos realizados en el Ecuador en comparación a la normativa internacional.*

	<b>RESISTENCIA DEL ASIENTO Y ANCLAJES</b>	<b>RESISTENCIA DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES</b>	<b>ESTABILIDAD LATERAL</b>	<b>RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA</b>
<b>ECUADOR</b>	Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 034:2008 “Elementos mínimos de seguridad”	Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 034:2008 “Elementos mínimos de seguridad”	-	Reglamento 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
<b>COLOMBIA</b>	Reglamento 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.	NTC 1570:2003 Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores.	Reglamento 107 anexo I número 7,4 Ensayo de estabilidad de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.	Reglamento 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
<b>BRASIL</b>	Resolución 811/96 CONTRAN	Resolución 811/96 CONTRAN	Resolución 811/96 CONTRAN	Resolución 811/96 CONTRAN
<b>CHILE</b>	Resolución 811/96 CONTRAN ANEXO 2 en donde se fija condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicios interurbanos de transporte público de pasajeros	Resolución 811/96 CONTRAN ANEXO 2 en donde se fija condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicios interurbanos de transporte público de pasajeros	Reglamento 107 anexo I número 7,4 Ensayo de estabilidad de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.	Reglamento 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
<b>ARGENTINA</b>	Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros	Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros	Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros	-
<b>MÉXICO</b>	NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.	NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.	NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.	NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	CFR 49 571 – 207	Cinturón de seguridad CFR 49 571 – 209 y anclaje de cinturón de seguridad CFR 49 571 – 210	-	Protección contra vuelcos del autobús escolar CFR 49 571 - 220;
<b>EUROPA</b>	Directiva 74/408/CEE – reglamento 80	Directiva 77/541/CEE reglamento 16 y 76/115/CEE reglamento 14	Directiva 2001/85/CEE o reglamento 107 anexo I número 7,4 Ensayo de estabilidad	Directiva 2001/85/CE Anexo IV resistencia de la superestructura Reglamento 66

**Elaborado por:** Autores



#### 2.4. REQUISITOS DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LA SUPERESTRUCTURA Y VALIDACION DE LA CARROCERIA Y ESTRUCTURA.

Finalmente, se realizó un resumen de toda la normativa recabada, ya que nos ayudó a determinar cuáles son los ensayos que no se utilizan en nuestro país, en la siguiente tabla 2.9 se presenta información acerca de las normas que rigen el diseño de autobuses interprovincial, descripción de la norma y normas que referencian, con su respectiva descripción.

**Tabla 2.9.**

*Normas establecidas en cada país, su respectiva descripción y normas que referencian.*

PAÍS	NORMAS SEGUIR	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OTRAS NORMAS REFERENCIADAS	DESCRIPCIÓN
ECUADOR	NTE INEN 1323:2013 “Vehículos automotores. Carrocerías de buses. Requisitos”.	<b>Ensayos establecidos en la norma:</b> ✓ Análisis de la estructura de las carrocerías de buses. ✓ Análisis de la resistencia de la estructura. ✓ Materiales de la estructura. ✓ Soldadura de carrocería (proceso y procedimiento de soldadura).	<b>Reglamento Nro. 66 de la comisión económica de las naciones unidas (CEPE)</b> – Homologación de vehículos de grandes dimensiones por lo que respecto a la resistencia de su superestructura.	Garantiza la resistencia estructural de un autobús durante un vuelco, homologación y métodos de ensayo
			NTE INEN 1669. - Vidrios de seguridad	Establece requisitos que deben cumplir los vidrios de seguridad
			RTE INEN 034 - Elementos de seguridad	Establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores con la finalidad de prevenir los riesgos para la salud de los usuarios.
			NTE INEN 1623 - Aceros Perfiles estructurales conformados en frío	Requisitos de perfiles de acero estructural al carbono para su respectiva homologación
			NTE INEN 1415 - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural	Requisitos de tubos de acero para aplicaciones estructurales y usos generales
	RTE INEN 043 “Vehículos de transporte público de pasajeros interregional, interprovincial e intraprovincial”.	<b>Requisitos que deben tener los autobuses interprovinciales e intraprovinciales:</b> ✓ Requisitos del chasis y especificaciones de la carrocería ✓ Ventanas laterales y parabrisas ✓ Unión chasis – carrocería ✓ Dimensiones del autobús ✓ Mamparas y Asientos de pasajeros	NTE INEN 1668 - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales  NTE INEN 1669. - Vidrios de seguridad  RTE INEN 034 - Elementos de seguridad  NTE INEN 1323:2013 “Vehículos automotores. Carrocerías de buses. Requisitos”.	Requisitos generales para carrocerías destinadas al transporte masivo de pasajeros a nivel interprovincial   Las normas técnicas y reglamentos técnicos ecuatorianos están relacionados entre sí; analizadas y contemplados en el trabajo con anterioridad.
COLOMBIA	NTC 5206 “Vehículos para el transporte terrestre publico colectivo y especial de pasajeros, requisitos y métodos de ensayo”	<b>Requisitos y análisis establecidos en la norma:</b> ✓ Limitaciones en el diseño y fabricación de los autobuses. ✓ Dimensiones ✓ Materiales ✓ Elementos de sujeción ✓ Resistencia Mecánica de la estructura ✓ Portaequipajes y protección del conductor y pasajeros. ✓ Maniobrabilidad <b>Ensayos</b>	NTC 1467:2001, Materiales para vidrio - acristalamiento - de seguridad utilizados en vehículos de seguridad y en equipos para vehículos automotores que operan en carreteras	Materias y ensayos realizados para la homologación de los vidrios utilizados en la construcción de los autobuses.
			NTC 1570:2003, Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores.	Requisitos que rigen para los cinturones de seguridad y sistemas de retención, diseñados para vehículos de clasificación M y L y su respectiva clasificación.
			<b>Reglamento Nro. 80</b> – Homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros.	Requisitos de diseño de los asientos, cinturón de seguridad y de los anclajes de los asientos, requisitos que son considerados para la respectiva homologación de cada elemento.

PAÍS	NORMAS SEGUIR	A	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OTRAS NORMAS REFERENCIADAS	DESCRIPCIÓN			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Métodos para verificar la distribución de carga</li> <li>✓ Método matemático para determinar la distribución de cargas</li> <li>✓ Métodos de verificación para el pasillo</li> <li>✓ Método para verificar la resistencia de los asideros</li> </ul>	<p><b>Reglamento Nro. 107</b> – Disposiciones uniformes a la homologación de vehículos de categorías M2 o M3, punto 7,4 ensayo de estabilidad.</p> <p><b>Reglamento Nro. 66</b> – Homologación de vehículos de grandes dimensiones por lo que respecto a la resistencia de su superestructura.</p>	<p>Aspectos generales de construcción adjuntando el ensayos de estabilidad de vehículos destinados para el transporte de pasajeros de uno o dos pisos, rígidos o articulados, de la categoría M2 o M3.</p> <p>Garantiza la resistencia estructural de un autobús durante un vuelco, homologación y métodos de ensayo de la superestructura.</p>			
CHILE	Decreto 175/2006 “Condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicio interurbano de transporte público de pasajeros”	A	<p><b>Condiciones y ensayos con los que debe contar el autobús:</b></p> <p>Comportamiento frente al fuego</p> <p>Resistencia del asiento y sus anclajes</p> <p>Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes</p> <p>Estabilidad</p> <p>Resistencia de la superestructura</p>	<p><b>Decreto 158/2013</b> “Sistemas y dispositivos de seguridad que deben cumplir los buses destinados a prestar servicio de transporte público y privado de pasajeros”</p>	<p>Para el presente decreto se entenderá por:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Sistema antibloqueo de frenos (ABS)</li> <li>b. Programa electrónico de estabilidad (ESP)</li> <li>c. Sistema automático de detección y supresión de fuego</li> <li>d. Luz trasera antiniebla</li> <li>e. Alarma de retroceso</li> </ol>			
				<p><b>Reglamento Nro. 107</b> – Disposiciones uniformes a la homologación de vehículos de categorías M2 o M3, punto 7,4 ensayo de estabilidad.</p>	<p>Aspectos generales de construcción adjuntando el ensayo de estabilidad de vehículos destinados para el transporte de pasajeros de uno o dos pisos, rígidos o articulados, de la categoría M2 o M3.</p>			
	<p>Las condiciones y ensayos que se realizan en la normativa chilena equivalen a ciertas normativas que rigen a otros países por su respectiva entidad:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Directiva CEE</b></li> <li>✓ <b>CFR 49 571</b></li> <li>✓</li> <li>✓ <b>SRRV</b></li> <li>✓ <b>KMVSS</b></li> <li>✓ <b>CONTRAN</b></li> </ul> </td> <td style="width: 40%; vertical-align: top;"> <p>Regulación para la homologación de tipo de la Comunidad Económica para Europa</p> <p>Código de regulaciones federales para homologación vehicular título 49 (Transportación) parte 571 (Normas Federales de seguridad de los vehículos) para homologación vehicular.</p> <p><i>Safety regulation of road vehicles</i>, regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para la certificación</p> <p><i>Korean motor vehicles safety standars</i>, regulación de seguridad de vehículos motorizados</p> <p><i>Conselho Nacional de trânsito</i>, regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito</p> </td> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> <p><b>Europa</b></p> <p><b>Estados Unidos de América</b></p> <p><b>Japón</b></p> <p><b>Corea</b></p> <p><b>Brasil</b></p> </td> </tr> </table>					<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Directiva CEE</b></li> <li>✓ <b>CFR 49 571</b></li> <li>✓</li> <li>✓ <b>SRRV</b></li> <li>✓ <b>KMVSS</b></li> <li>✓ <b>CONTRAN</b></li> </ul>	<p>Regulación para la homologación de tipo de la Comunidad Económica para Europa</p> <p>Código de regulaciones federales para homologación vehicular título 49 (Transportación) parte 571 (Normas Federales de seguridad de los vehículos) para homologación vehicular.</p> <p><i>Safety regulation of road vehicles</i>, regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para la certificación</p> <p><i>Korean motor vehicles safety standars</i>, regulación de seguridad de vehículos motorizados</p> <p><i>Conselho Nacional de trânsito</i>, regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito</p>	<p><b>Europa</b></p> <p><b>Estados Unidos de América</b></p> <p><b>Japón</b></p> <p><b>Corea</b></p> <p><b>Brasil</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Directiva CEE</b></li> <li>✓ <b>CFR 49 571</b></li> <li>✓</li> <li>✓ <b>SRRV</b></li> <li>✓ <b>KMVSS</b></li> <li>✓ <b>CONTRAN</b></li> </ul>	<p>Regulación para la homologación de tipo de la Comunidad Económica para Europa</p> <p>Código de regulaciones federales para homologación vehicular título 49 (Transportación) parte 571 (Normas Federales de seguridad de los vehículos) para homologación vehicular.</p> <p><i>Safety regulation of road vehicles</i>, regulaciones de seguridad para vehículos de carretera para la certificación</p> <p><i>Korean motor vehicles safety standars</i>, regulación de seguridad de vehículos motorizados</p> <p><i>Conselho Nacional de trânsito</i>, regulación de seguridad vehicular del consejo nacional de tránsito</p>	<p><b>Europa</b></p> <p><b>Estados Unidos de América</b></p> <p><b>Japón</b></p> <p><b>Corea</b></p> <p><b>Brasil</b></p>						

PAÍS	NORMAS A SEGUIR	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OBSERVACIÓN
ARGENTINA	Referente a normas de diseño y manufactura están contempladas en el “Manual De Especificaciones Técnicas Para Vehículos De Transporte Por Automotor De Pasajeros” establecido por la secretaria de transporte publicado de carácter privado de libre difusión; sin embargo, existen resoluciones que se encargan de cambiar el manual.		
	<b>Resolución 101/2008</b> – vehículos para transporte de pasajeros de larga y media distancia de tipo “doble piso” o “piso y medio” cuya altura supera 3,80 m debe satisfacer el ensayo de estabilidad.	<b>Ensayo de estabilidad</b> Masa de la unidad en orden de marcha <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Masa de la unidad con carga completa</li> <li>✓ Unidad en condición de marcha</li> <li>✓ Plataforma de ensayo</li> <li>✓ Unidad representativa</li> </ul>	<b>“Manual De Especificaciones Técnicas Para Vehículos De Transporte Por Automotor De Pasajeros”</b> establecido por la secretaria de transporte.  Todas las resoluciones publicadas son aquellas que modifican el <b>“Manual De Especificaciones Técnicas Para Vehículos De Transporte Por Automotor De Pasajeros”</b> , y al momento de ser aprobadas complementan al citado manual.
	<b>Resolución 11/2006</b> – Estructura de asientos y requisitos mecánicos para el anclaje de asientos.	<b>Métodos de ensayo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estructura de los asientos</li> <li>✓ Requisitos mecánicos para el anclaje de asientos</li> </ul>	
<b>Resolución 757/2006</b> - Las unidades deben estar provistas de correajes de sujeción de tipo pélvico en los asientos de la primera fila de ambas hileras y en el asiento de la última fila ubicado frente al pasillo de tránsito	<b>Correaje de sujeción</b>		
BRASIL	<b>Resolución 316/2009</b> - “Establece los requisitos de seguridad para vehículos de transporte colectivo de pasajeros M2 y M3 (tipos de minibús o ómnibus) de fabricación nacional y extranjera”	<b>Anexos y evaluaciones:</b> <b>Anexo II</b> – Prueba de estabilidad en los vehículos M2 y M3 (aplicación a carreteras) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apéndice 1 – Requisitos generales</li> <li>✓ Apéndice 2 – verificación de estabilidad</li> </ul> <b>Anexo III</b> Resistencia a rodar Resistencia a colisiones laterales y frontales (Condiciones de resistencia a impacto frontal, condiciones de resistencia a los impactos en el lado izquierdo) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia de la superestructura - Prueba de vuelco</li> </ul> <b>Anexo IV</b> - Requisitos sobre los bancos de vehículos M2 y M3 con respecto a sus anclajes. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Requisitos para la instalación de asientos en un tipo de vehículo.</li> <li>✓ Requisitos y procedimiento relativo al ensayo estático.</li> <li>✓ Características de absorción de energía de parte posterior de dos bancos de vehículos de categoría M2 y M3.</li> </ul> <b>Anexo VII</b> – planos de referencia del sistema de vehículo M3 dimensional <b>Anexo VIII</b> – dispositivo para la destrucción de lentes en ventanas M2 y M3 vehículos de emergencia.	La <b>Resolución 316/2009</b> abarca todos los ensayos tanto para los componentes de seguridad y como para el análisis de diseño y construcción, además, que dicha resolución no referencia ninguna norma equivalente realizada en otros países.

PAÍS	NORMAS A SEGUIR	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OBSERVACIÓN						
MÉXICO	NOM – 067 - SCT2 / SECOFI - 1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.	<p><b>Ensayos destinados al análisis del diseño de la subestructura y carrocería, así como elementos de seguridad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad máxima permitida</li> <li>✓ Resistencia a la durabilidad a la fatiga</li> <li>✓ Anclaje de los asientos</li> <li>✓ Asientos con superficies redondeadas</li> <li>✓ Determinación del tipo de ejes y suspensión</li> <li>✓ Determinación de la pendiente</li> <li>✓ Determinación de la desnivelación del minibús</li> <li>✓ Determinación de la formación elástica</li> <li>✓ Determinación de la resistencia a las cargas dinámicas</li> <li>✓ Determinación de la resistencia de los materiales al fuego</li> </ul>	No se establece concordancia con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración, y en virtud de haberse elaborado tomando en consideración características propias de infraestructura de las carreteras nacionales, de las necesidades sobre capacidad, de las características mecánicas, de seguridad y medio ambiente, así como de dimensiones.						
ESTADOS UNIDOS	571 norma 209; conjuntos de cinturones de seguridad	<p>Requisitos de los cinturones de seguridad, aplicado a la correa y hebilla para el uso de pasajeros de vehículos livianos, vehículos de transporte de pasajeros, buses y autobuses.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Requisitos para correas</li> <li>✓ Resistencia para el hardware</li> <li>✓ Fuerza de ajuste</li> <li>✓ Ajuste de bloqueo de inclinación</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Correas</th> <th style="text-align: left;">Hardware</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>✓ Resistencia a la abrasión</td> <td>✓ Resistencia a la corrosión</td> </tr> <tr> <td>✓ Resistencia a la luz</td> <td>✓ Resistencia a la temperatura</td> </tr> </tbody> </table>	Correas	Hardware	✓ Resistencia a la abrasión	✓ Resistencia a la corrosión	✓ Resistencia a la luz	✓ Resistencia a la temperatura	<p>Todas las normas están presentadas según el código de regulaciones federales (CFR: <i>code of federal regulations</i>) en donde se encuentran la codificación de reglas y regulaciones generales y permanentes (a veces llamada legislación administrativa) publicada en el Registro Federal aplicadas directamente al transporte de pasajeros.</p> <p>Además, cabe recalcar que las normas establecidas no muestran referencia alguna con alguna otra norma de otro país.</p>
	Correas	Hardware							
	✓ Resistencia a la abrasión	✓ Resistencia a la corrosión							
	✓ Resistencia a la luz	✓ Resistencia a la temperatura							
	571 norma 210; anclajes del conjunto del cinturón de seguridad	Requisitos de los anclajes con el fin de asegurador su ubicación adecuada para la restricción efectiva de los ocupantes y reducir el mal funcionamiento							
	571 norma 212; montaje de parabrisas	Requisitos de retención del parabrisas para vehículos automotores durante choques, para reducir lesiones por accidentes de tránsito y muertes							
	571 norma 214; protección contra impactos laterales	Requisitos del rendimiento para la protección de los ocupantes en impactos laterales, para disminuir riesgo de lesiones graves y mortales a los ocupantes.							
571 Norma 220; Protección contra vuelcos del autobús escolar.	Requisitos de rendimiento para la protección contra vuelcos del autobús escolar con el propósito de reducir el número de muertes y la gravedad de las lesiones.								
571 Norma 221; Fuerza conjunta del cuerpo de autobús escolar	Requisitos para la resistencia de las juntas del panel del cuerpo de los autobuses escolares en los cuerpos de los ocupantes, con el propósito de reducir las muertes y lesiones durante un choque.								
571 Norma 222; Asiento del pasajero del autobús escolar y protección contra choques.	Requisitos de protección de los ocupantes para el asiento del pasajero en el autobús escolar y las barreras de restricción, con el propósito de reducir las muertes y la gravedad de las lesiones durante un choque y maniobras repentinas de manejo.								

PAÍS	NORMAS A SEGUIR	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OBSERVACIÓN
España /Europa	<b>Reglamento Nro. 80R01</b> - “Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes”	Requisitos y métodos de ensayo establecidos para la homologación y análisis con lo que respecta a la resistencia de los asientos y a sus respectivos anclajes.	La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, CEPE (UNECE o ECE) se estableció en 1947 con el fin de mantener la cooperación económica entre los estados miembros; 56 estados miembros.  Y todos los miembros deben cumplir los reglamentos que están instaurados para el diseño y construcción de carrocerías de autobuses destinados para el transporte de pasajeros.
	<b>Reglamento Nro. 14R06</b> - “Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, sistemas de anclajes ISOFIX, anclajes superiores ISOFIX y las plazas de asiento i-Size [2015/1406]”.	Requisitos y métodos de ensayo establecidos para la homologación y análisis con lo que respecta a los anclajes del cinturón de seguridad.	
	<b>Reglamento Nro. 16R04</b> - “Cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor”.	Requisitos y métodos de ensayo establecidos para la homologación y análisis con lo que respecta a los cinturones de seguridad.	
	<b>Reglamento Nro. 107</b> - “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción”	Establece los requisitos generales para la construcción de vehículos de grandes dimensiones destinados para el transporte de pasajeros y establece el ensayo de estabilidad de vuelco en el punto 7,4 del reglamento	
	<b>Reglamento Nro. 66</b> - “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura”	Establece los requisitos para el análisis de la resistencia de la superestructura de vehículos de grandes dimensiones destinados para el transporte de pasajeros.	

Elaborado por: Autores

Para analizar el estado tecnológico de los procesos de diseño y manufactura de un autobús interprovincial; los requisitos utilizados en la normativa local acerca del diseño, referencian normas extranjeras encontrando similitudes con lo que respecta a dimensiones, configuración, materiales utilizados en la construcción de autobuses y el análisis de elementos de seguridad (cinturones de seguridad y sus anclajes, asientos y sus anclajes, vidrios y mamparas, etc.), sin embargo, en la evaluación de la carrocería, podemos acotar que se realiza el análisis estructural por programas asistidos por computadora siguiendo los parámetros de la reglamentación establecida por la ONU/CEPE, y no realiza una prueba análoga de ninguna clase al momento de provocar el vuelco de un autobús, ni un ensayo de estabilidad como se puede apreciar en otros países.

Por otro lado, Colombia prescribe la norma NTC 5206 “Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajero, requisitos y métodos de ensayo”, proponiendo una tabla de referencias bibliográficas con sus respectivas normas dando cumplimiento a los parámetros de diseño y manufactura de un autobús las, (normas locales para neumáticos, alumbrado, elementos de seguridad, etc.). Cada una de estas normas certifican directamente la reglamentación establecida por la ONU/CEPE para cada uno de los ensayos, prescritos como: análisis estructural, de estabilidad, y elementos de seguridad (cinturones de seguridad y sus anclajes, asientos y sus anclajes, vidrios, mamparas, etc.)

Chile, presenta un decreto 175/2006, “Condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicio interurbano de transporte público de pasajeros”, para establecer requisitos en el proceso de diseño y construcción de autobuses, el decreto 158 “Sistemas y dispositivos de seguridad, al cual se debe dar cumplimiento con las unidades destinadas a prestar servicio de transporte público y privado de pasajeros”, aquí se contemplan los requisitos para los elementos de seguridad; cabe recalcar que Chile realiza una comparación con otros países como: Europa (ONU/CEPE), Estados Unidos (CFR 49-571), Japón (SRRV), Corea (KMOVSS), Brasil (CONTRAN), acerca de los ensayos que se realizan para el análisis de: elementos y su comportamiento al fuego, resistencia del asiento y anclajes, resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes, estabilidad y resistencia estructural.

Argentina, presenta resoluciones donde actualizan un documento base presentado por la secretaria de transporte designado como “Manual De Especificaciones Técnicas Para Vehículos De Transporte Por Automotor De Pasajeros”, aquí se describe los procesos que deben cumplir las empresas para el diseño y construcción de un autobús. Estas resoluciones actualizan el manual con el fin de implementar nuevos métodos de diseño y fabricación, así como, los métodos de ensayo aplicados para la aprobación de los elementos de seguridad como: estructura del autobús, requisitos mecánicos para el anclaje de asientos, análisis del autobús aplicando el ensayo de estabilidad proporcionado por la ONU/CEPE, análisis de correajes de sujeción de tipo pélvico en los asientos (cinturones de seguridad).

Brasil, contempla la Resolución 316/2009 donde se “Establece los requisitos de seguridad para vehículos de transporte colectivo de pasajeros M2 y M3 (tipos de minibús o ómnibus) de fabricación nacional y extranjera”, donde presenta todos los parámetros de diseño y construcción que debe seguir una empresa carrocera: dimensiones, alumbrado, materiales, etc.; es importante destacar que Brasil no referencia ninguna norma extranjera, pero se puede encontrar similitud en los ensayos a la estructura con la reglamentación de la ONU/CEPE: ensayo de estabilidad y resistencia estructural.; sin embargo, presenta pruebas dinámicas y ensayos de impacto en bancos de prueba para cinturones de seguridad, asientos y sus anclajes.

México, establece la norma oficial NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad, donde se encuentran los parámetros de diseño y las especificaciones de seguridad que deben cumplir los autobuses, además, presenta una tabla de referencias bibliográficas de todas las normas para las cuales se rigen en la construcción y los métodos de ensayo (adjuntan ensayos de pruebas dinámicas); cabe mencionar que México no referencia ninguna norma extranjera puesto que su normativa es adaptada a la infraestructura de las carreteras, características mecánicas, de seguridad y medio ambiente propios del país.

Estados Unidos en el código de regulaciones federales (CFR) presentan un conjunto de normas para el diseño, construcción y evaluación de autobuses, donde abarca parámetros como: cinturones de seguridad, anclajes de cinturones de seguridad, montaje de parabrisas, protección contra impactos laterales.; a diferencia de otras normas extranjeras

no presentan evaluación de la estructura en buses de tipo interprovincial, pero si la presentan en autobuses de tipo escolar (protección contra impactos laterales, protección contra vuelcos y análisis del asiento del pasajero del bus escolar y protección contra choques).

Todos los países que forman parte de la ONU/CEPE, como España, deben cumplir con todas las reglamentaciones establecidas por la división de transporte UNECE, donde presentan los reglamentos para el diseño y construcción de autobuses, reglamentos para la evaluación de la estructura y evaluación de los elementos de seguridad.



### CAPÍTULO 3

#### PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARROCERÍAS

Las empresas carroceras son las encargadas de la fabricación de autobuses interparroquiales, interprovinciales, buses tipo, escolares, etc. Cumpliendo con las normas establecidas en cuanto al diseño del autobús y estructuración de la planta. De tal forma que cumplan con las expectativas de los clientes, aplicando responsablemente las leyes y normas nacionales.

Las empresas carroceras cuentan con un sistema de control de calidad propio, en donde, verifican cada uno de los procesos de construcción de los autobuses que brindaran servicio de transporte de pasajeros.

Estos sistemas de control de calidad permiten un seguimiento de los procesos de construcción previo a la entrega final del producto de las carrocerías de autobuses, pruebas y ensayos, observación del acabado de la carrocería, estado de sus elementos y la respuesta que brindan en caso de presentarse un accidente de tipo “vuelco lateral”.

Para valorar y conocer los procesos de construcción, se realizó una visita de campo a varias empresas carroceras en Azuay, que nos permitió verificar el estado de la carrocería en su proceso de construcción, materiales empleados, técnicas empleadas en los procedimientos de acabado, instalación de los elementos de seguridad; y así analizar la respuesta que brinda el autobús al momento de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL

La descripción de los procesos de manufactura son importantes para la investigación, ya que permiten conocer el proceso de construcción de un autobús, desde la obtención de la materia prima, pre ensamblado, armado y acabados de la carrocería; por otro lado en el proceso de construcción se puede utilizar cualquier tipo de unidad de transporte (interparroquial, interprovincial, escolar, bus tipo), donde se determinó que se sigue el mismo procedimiento, existiendo variaciones en cada modelo como: altura, tipo de bodega, puerta posterior, tipos de asientos, entre otras cosas.

Además, se visitó varias empresas carroceras en la provincia del Azuay, en la ciudad de Cuenca, donde, nos enfocamos en el proceso de diseño y manufactura de autobuses interprovinciales, con capacidad para 44 pasajeros sentados.

Con la información recabada se conoció cual es el procedimiento de fabricación de carrocerías de autobuses interprovinciales, el cual está contemplado en la figura 3.1 describiendo el proceso de diseño, técnicas empleadas, materiales y herramientas, además, se estableció que el tiempo de duración de ensamble de una unidad es de 2 a 3 meses.

✓ <b>Orden de producción</b>		
✓ <b>Recepción de chasis</b>		
✓ <b>Preparación de materiales</b>		
<b>Armado de estructura</b> Construcción del suplex Armado del piso Armado de laterales y techo Tejido estructural Armado del frente Armado de respaldo	<b>Forrado exterior</b> Forrado exterior del techo Forrado exterior de laterales Forrado exterior de respaldo y frente	<b>Forrado interior</b> Aplicación de poliuretano Forrado de piso Forrado interior de respaldo y laterales Instalación de ventanas Forrado interior del techo Instalación de parabrisas
<b>Acabados</b>		
<b>Acabado exterior</b> Pintado de carrocería Montaje de accesorios exteriores	<b>Acabado interior</b> Ubicación de porta paquetes Construcción de la mampara Montaje de asientos Instalación del tablero Entrega al cliente	

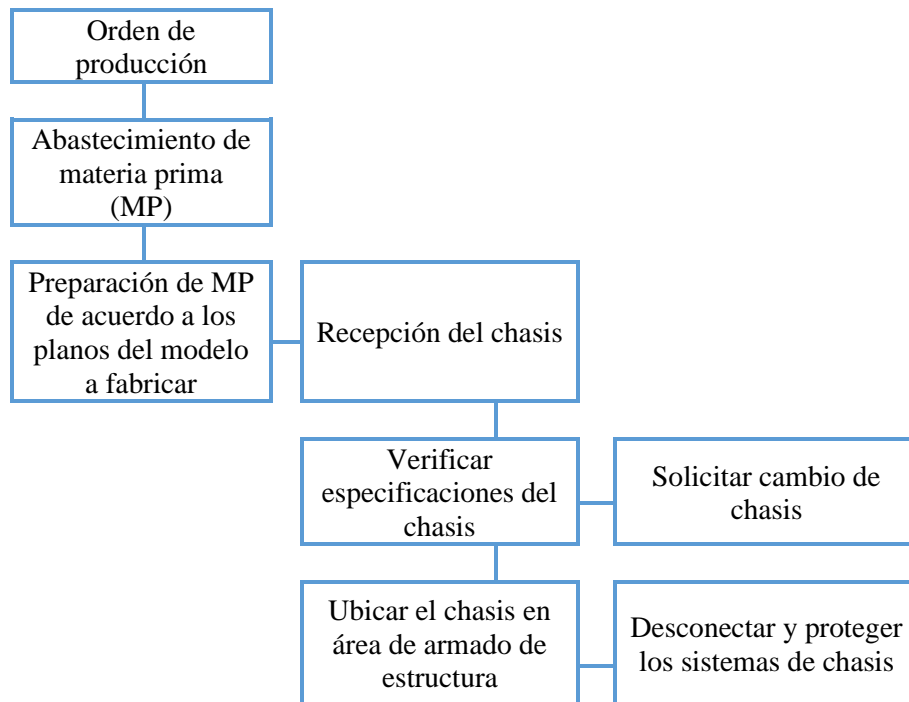
**Figura 3.1.** Proceso de fabricación de una carrocería de autobús interprovincial

**Referencia:** Empresas carrocera “Olímpica” **Elaborado por:** Autores

### 3.1.1. Orden de producción

Como primer punto se debe generar un informe completo del costo de producción en base a requisitos y especificaciones de construcción requeridas por el cliente; con todo esto la empresa carrocera ejecuta el pedido del chasis del tipo de autobús solicitado.

Posteriormente, comienza el proceso de construcción contemplado en la figura 3.2.



**Figura 3.2.** Proceso de producción

**Referencia:** Empresas carrocera “Olímpica” **Elaborado por:** Autores

### 3.1.2. Recepción del chasis

La empresa recibe el chasis solicitado, verificando sus características y accesorios, para la protección del sistema eléctrico, hidráulico y neumático antes de la construcción de la estructura metálica como se puede apreciar en la figura 3.3.



**Figura 3.3.** Chasis Hino modelo AK8JRSA. **Referencia:** Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

### 3.1.3. Preparación de materiales

Se realiza un abastecimiento de la materia prima por parte de la empresa carrocera, a sus respectivos distribuidores, en la provincia del Azuay se utiliza los distribuidores tanto de IPAC y DIPAC, para solicitar materiales como son las planchas galvanizadas, de distintos espesores y texturas, así como los perfiles estructurales que se solicitan con el fin de aumentar la resistencia de la estructura, sin aumentar el peso de la misma.

Los materiales como perfiles, tubos y planchas de tol galvanizado de distintas dimensiones son cortados y fondeados para evitar la corrosión de los mismos, luego se procede a realizar una limpieza antes y al finalizar el armado de la carrocería.

✓ **Limpieza del material** - La materia prima es lijada en su totalidad (planchas y perfiles) para eliminar óxidos, lodo, y demás material adherido.

Además, se realiza este proceso para eliminar los filos cortantes e irregularidades que se presentan en la fabricación del material.

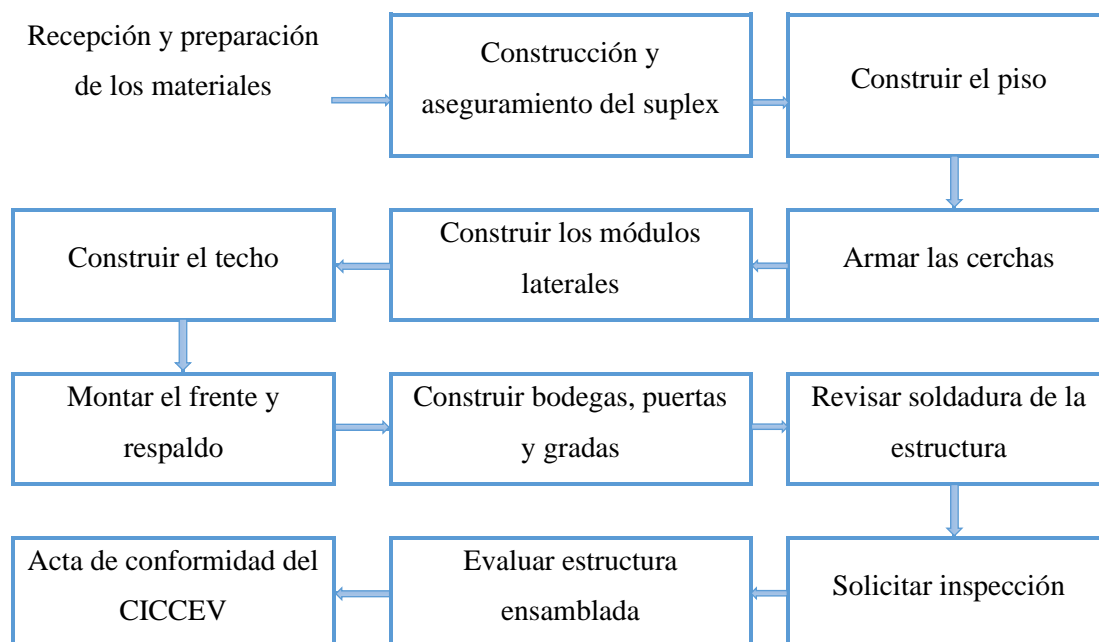
Para continuar el proceso de armado de la estructura se corta el material de acuerdo a las medidas establecidas en los planos de la estructura, procedimiento que se realizan con un disco de corte en la máquina tronzadora.

El proceso de construcción dependerá de la configuración del autobús y de los planos aprobados para que los perfiles que requiere la estructura sean cortados o doblados.

En la visita técnica se observó que, no se lleva a cabo el conteo de material solicitado, no se realiza una verificación de dimensiones en espesores, largo de los tubos o dimensiones de las planchas, entre otros. Sin embargo, en el **ANEXO V** se puede contemplar los materiales empleados en la construcción de la estructura de un autobús interprovincial.

### 3.1.4. Armado de la estructura

En la figura 3.4 se puede apreciar cual es el orden a seguir en el proceso de armado de la estructura de un autobús interprovincial.



**Figura 3.4.** Proceso de armado de la estructura de un autobús interprovincial

**Referencia:** Empresas carrocería “Olímpica” **Elaborado por:** Autores

- ✓ **Construcción del suplex** – Base principal de la estructura metálica, articulado sobre el chasis con perfiles cuadrados, una vez que el chasis es nivelado y se toman las debidas precauciones para soldar sobre él.
- ✓ **Armado de pisos** – Ensamblado con planchas de 2mm antideslizantes inoxidables, ángulos de 100 x 50 de 2,5 mm y ángulo G para la sujeción a los costados.
- ✓ **Armado lateral y techo** – Se forma un arco, los mismos que son armados según especificaciones del fabricante, en el que se utiliza tubo cuadrado estructural galvanizado negro de 100 x 50 de 2,5 mm.
- ✓ **Tejido estructural** – Consiste en añadir elementos estructurales, ya sea de perfiles y ángulos, con el objetivo de fortalecer la resistencia de la carrocería.
- ✓ **Armado del frente** – Es la construcción del frente de la carrocería, requiere trabajo y tiempo puesto que refleja la estética del autobús.
- ✓ **Armado de respaldo** – La construcción de la parte posterior de la carrocería se construye con tubo estructural cuadrado de 100 x 50 de 2,5 mm.



**Figura 3.5.** Configuración del armado de una estructura de autobús interprovincial  
**Referencia:** Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

En las entrevistas realizadas a las empresas carroceras en la ciudad de Cuenca, expresaron que todos estos elementos van soldados entre sí, se aplica soldadura de electrodo revestido SMAW para realizar los puntos de suelda en las uniones y se procede a soldar los elementos con soldadura MAG (también conocida como MIG).

#### **3.1.4.1. Soldadura manual con electrodo revestido (SMAW)**

Toda la estructura es unida mediante puntos de suelda con soldadura eléctrica revestido con electrodo normal 6011 y posteriormente es soldada con soldadura MAG/MIG para los acabados.

#### **3.1.4.2. Soldadura MAG/MIG**

Se utiliza la soldadura MAG de arco protegido con  $\text{CO}_2$  con alambre de aporte de espesor de 0,9 mm, con un amperaje de 30A cuando se trata de soldar la estructura de la carrocería y un amperaje de 40A cuando se va a soldar las bases y anclajes.

Es una soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, tiene la ventaja de eliminar los tiempos muertos empleados en reponer los electrodos consumidos, teniendo un porcentaje de eficiencia de 80 a 90%, además de que no presenta dificultades técnicas de ejecución. (SUNARC, 2007).



**Figura 3.6.** Soldadura MAG/MIG **Referencia:** Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

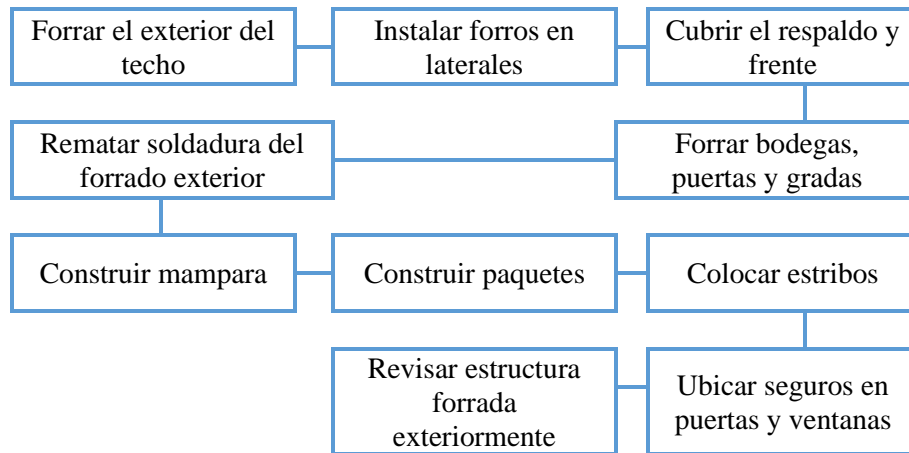
Con la información obtenida, de las empresas carroceras establecen qué, dependiendo del alcance de producción y el tamaño de la empresa, deben contar con un mínimo de 3 soldadores calificados por entes acreditadores, sin embargo, debido al tratamiento y manipulación del material, se pudieron apreciar elementos de la estructura que se encontraban golpeados donde pueden afectar su resistencia, además, se puede apreciar cordones de soldadura no aceptables causados por una incorrecta técnica al momento de soldar.

Existen entes como: el Centro de Ingeniería Aplicada Pace & Sincon Cía. Ltda (CEDINAP), el Centro de transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), la Corporación Ingeniería Avanzada COINAV del Ecuador S.A., el Laboratorio del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua y la Universidad Técnica de Ambato (UTA): Centro de Apoyo al desarrollo Metalmecánico (CADME), estos entes son los encargados de la calificación de los técnicos soldadores, donde realizan ensayos con probetas, y según los resultados obtenidos en los laboratorios se emite un certificado de aprobación a los técnicos, siguiendo la norma técnica internacional de la Sociedad Americana de Soldadores (AWS) (Márquez Jaramillo, 2016).

Estas entidades son las encargadas de realizar un análisis e inspección de la estructura del autobús respecto a sus dimensiones, proceso de construcción, estado de soldadura, acabados, etc. Además, son las encargadas de realizar el ensayo de vuelco para la aprobación del diseño previo a la construcción.

### 3.1.5. Forrado exterior

En la figura 3.7 se puede apreciar todas las actividades a seguir en el proceso de forrado exterior de un autobús interprovincial.



**Figura 3.7.** Proceso de forrado exterior del autobús

**Referencia: Empresas carroceras Elaborado por: Autores**

- ✓ **Forrado exterior del techo** – Cubierto por planchas de tol galvanizado de 1 mm de espesor, sujetas mediante soldadura y selladas con pasta impermeabilizante.
- ✓ **Forrado exterior de laterales** – Se cubre la parte inferior de las ventanas por todo el largo de la carrocería, incluido las puertas de las bodegas y guardafangos de las llantas con planchas de tol galvanizado de 1 mm de espesor.
- ✓ **Forrado exterior de respaldo y frente** – Se recubre la parte exterior del respaldo y frente de la carrocería con piezas prefabricadas en fibra de vidrio, instaladas con remaches y pegada con sikaflex (sellador de juntas elástico y adhesivo multiusos, en base de poliuretano).



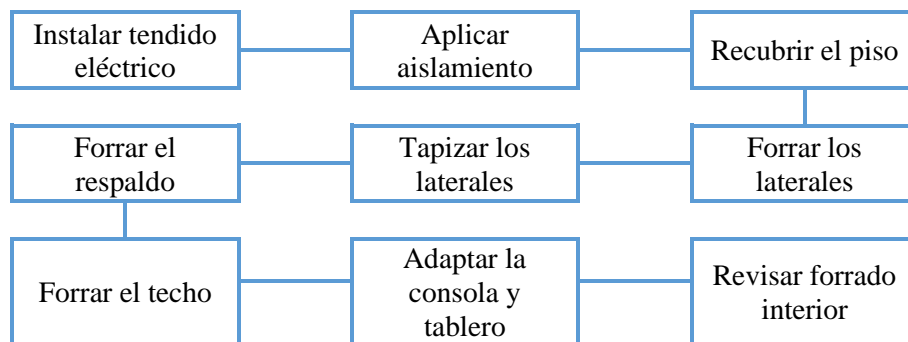
**Figura 3.8.** Forrado lateral y forrado posterior **Referencia: Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.**



Las planchas son cortadas y soldadas con puntos de suelda a la estructura metálica, donde posteriormente se coloca fibra de vidrio en la parte exterior para los acabados, además, se observó que la soldadura no es aceptable en algunas secciones de la estructura por presencia de escoria e impurezas.

### 3.1.6. Forrado interior

En la figura 3.9, se presenta a continuación el proceso de forrado en la parte interior de un autobús interprovincial.



**Figura 3.9.** Proceso de forrado interior

**Referencia:** Empresas carroceras **Elaborado por:** Autores

- ✓ **Aplicaciones de poliuretano** – Se aplica espuma de poliuretano de material fibroso en todo el interior de la carrocería como aislante térmico y acústico.
- ✓ **Forrado de piso** – pueden ser formados de tres formas
  1. El piso de planchas antideslizantes de hierro negro soldado encima de la estructura.
  2. Piso de madera para autobuses interprovinciales porque insonora el viaje, el bus se vuelve más suave, más compacto y se lo recubre con vinil.
  3. Piso lo que corresponde para la región costa, con planchas de aluminio de mayor número de líneas.

Finalmente, en el piso donde se instalan los asientos se recubre con moquetas con pegamento negro y cemento de contacto.

- ✓ **Forrado interior de respaldo y laterales** – La empresa carrocera se encarga de proporcionar los moldes de la fibra de vidrio para los forrados, pero en sentido negativo, para poder realizar los moldes externos que se colocarán en tanto en la parte interna como en la parte externa del autobús.

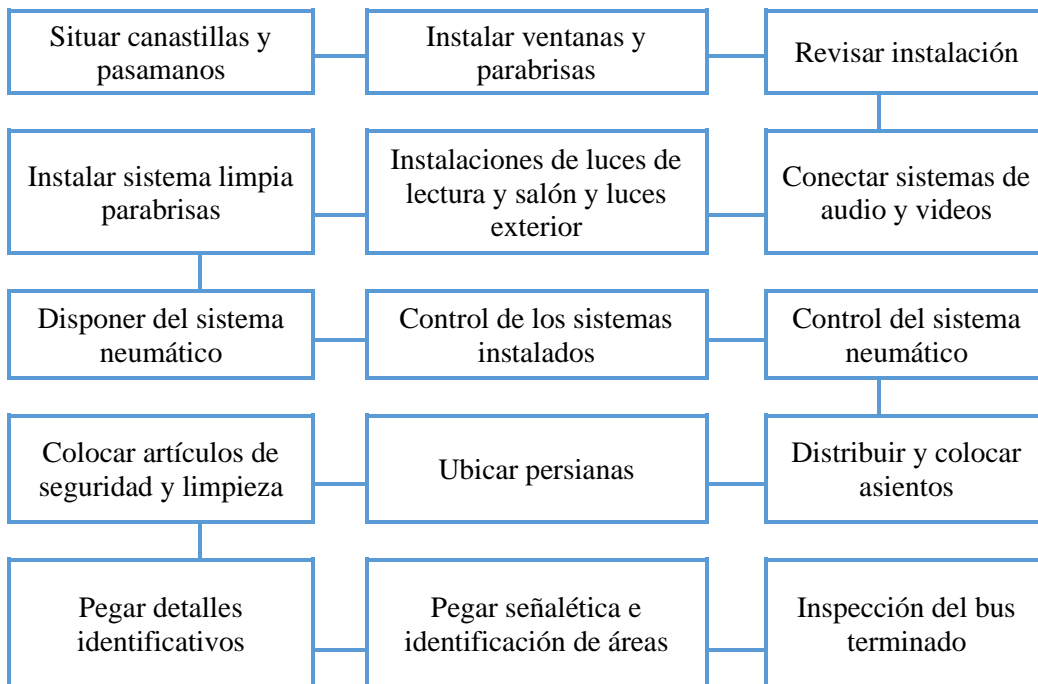
Finalmente se reviste con tapiz expandible prefabricado en fibra de vidrio, y sujeto a los elementos laterales con tornillos y remaches.



**Figura 3.10.** Forrado interior de un autobús interprovincial **Referencia:** Empresascarroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

Las planchas son cortadas y soldadas con puntos de suelda a la estructura metálica después de aplicar poliuretano para posteriormente colocar fibra de vidrio encima de ella para los acabados finales.

**3.1.7. Acabados Generales**



**Figura 3.11.** Proceso de acabados generales del autobús **Referencia:** Empresas carrocera **Elaborado por:** Autores

- ✓ **Instalaciones de ventanas y parabrisas** – Los vidrios de seguridad son de uso automotriz con un espesor mínimo de 4 mm, enmarcados en perfiles de aluminio con cierres herméticos fijados en la carrocería con tornillos y sellado con pasta impermeabilizante.

Las ventanas laterales son de vidrio templado y deben cumplir con la respectiva normal local INEN normalmente utiliza el vidrio templado, con lo que respecta al parabrisas delantero y posterior son de vidrio automotriz laminado con una lámina de PVB para evitar en caso de colisión el desprendimiento de elementos hacia los pasajeros.

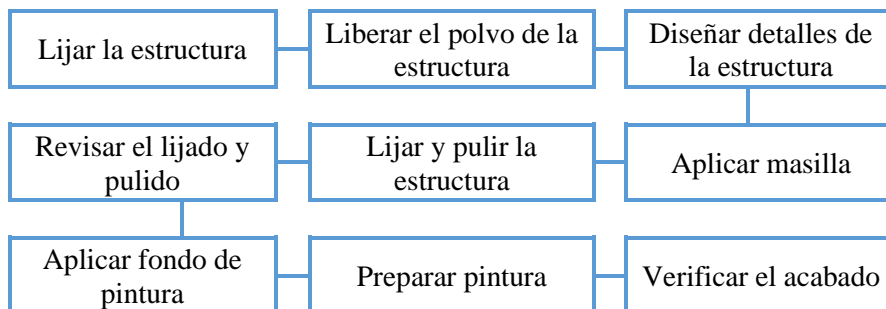
- ✓ **Distribuir y colocar asientos** – Según el diseño de autobús a fabricar, se solicita el número de asientos, y se debe prever en la construcción de la estructura los lugares de sujeción a los cuales van las sujeciones de los asientos.



**Figura 3.12.** Acabados del autobús **Referencia:** Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

En esta sección podemos añadir que los asientos y su anclaje a la estructura metálica, puesto que la configuración de los anclajes del asiento está conformada en dos puntos el uno en un perfil en G común en las zonas laterales y en una viga común en el piso de la estructura metálica. Es preciso mencionar que en caso de ocasionarse un accidente puede verse afectado toda la hilera de asientos.

### 3.1.8. Acabado exterior



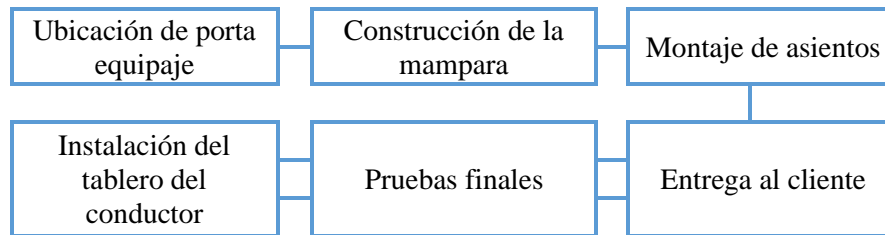
**Figura 3.13.** Proceso de acabado exterior del autobús **Referencia:** Empresas carroceras **Elaborado por:** Autores

- ✓ **Pintado de la carrocería** – Lijado de la estructura para cubrir imperfecciones causadas por soldadura y uniones de planchas de tol, con masilla plástica y poliéster.

- ✓ **Montaje de accesorios exteriores** – Es el acoplamiento de accesorios colocados en la parte exterior de la carrocería.

Una vez pintando y ensamblado todo lo que forma parte del acabado exterior se procede a realizar una prueba de hermeticidad, con la finalidad de mostrarle al cliente que el autobús no sufre filtraciones de agua o polvo.

### 3.1.9. Acabado interior



**Figura 3.14.** Proceso de acabado interior del autobús

**Referencia:** Empresas carrocera **Elaborado por:** Autores

- ✓ **Ubicación del portapaquetes** – Construido de 700 mm de ancho de planchas de tol y galvanizado con expandibles decorativos.
- ✓ **Construcción de mampara** – Es la pared que separa la cabina del conductor y los pasajeros, construido de tubo estructural, forrado con plancha de tol galvanizada de 0,7 mm y tabla triplex de altura de 700 mm y vidrio de seguridad laminado.
- ✓ **Montaje de asientos** – Cuando se realizan los planos, hacen coincidir un perfil donde se va a perforar, por lo que el asiento estará sujeto al piso, a un perfil, y a los laterales está sujeta a una plancha formada en perfil en G.
- ✓ **Anclajes cinturones de seguridad** - Solo anclaje de 3 puntos solo en la primera fila, además del asiento del conductor y del acompañante.
- ✓ **Instalación del tablero** – Constituido de fibra de vidrio y se posiciona delante al volante mediante tornillos, y se coloca los instrumentos manométricos.
- ✓ **Entrega al cliente** – Se verifica la etapa final terminada en base a los requisitos establecidos en la orden de producción y el cliente.



**Figura 3.15.** Estado final del autobús previo a la entrega del cliente **Referencia:** Empresas carroceras ubicadas en la ciudad de Cuenca.

Finalmente, previo a la entrega del autobús se realiza una prueba con el conductor con el objetivo de observar vibraciones, sonidos extraños y la respuesta que brindan los automotores en curva, frenado, y que su funcionamiento sea normal.

### 3.2. ANÁLISIS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Se recomienda que en cada una de las etapas del proceso de construcción se realice un levantamiento de información, como es:

- ✓ Levantamiento del proceso de recepción del chasis y preparación de materiales.
- ✓ Levantamiento del proceso de armado de estructura
- ✓ Levantamiento del proceso de forrado de exterior
- ✓ Levantamiento del proceso de forrado interior
- ✓ Levantamiento del proceso de pintado
- ✓ Levantamiento del proceso de terminados

Toda esta información recabada puede ser utilizada al momento en que la empresa solicita la inspección de algún ente homologador.

#### 3.2.1. Inspección del proceso de fabricación por un ente acreditador.

La empresa carrocera es la encargada de promover la mejora continua y un control adecuado de la calidad de la unidad de autobuses en todos los procedimientos de construcción y manufactura de un autobús, así como un proceso de control interno de acuerdo a los planos ya aprobados; posteriormente se realiza una solicitud de inspección de estructura a un ente acreditador, realizando una inspección de soldaduras, medidas y configuraciones establecidas en los planos (dependiendo de la inspección a realizar los

organismos homologadores son los encargados de llevar las herramientas con las que se inspeccionaran los automotores) (Márquez Jaramillo, 2016).

Se debe detallar que, paralo referente a la inspección de soldadura, se realiza una inspección visual, basándose en el ancho, alto y la porosidad del cordón, donde, en caso de no estar conforme con la soldadura, realizan una inspección por medio de tintas penetrantes.

Finalmente, el organismo detallará un reporte en donde, si no se encuentra algún defecto en la estructura se entregará el certificado de conformidad, caso contrario, no se concederá dicho certificado hasta que la empresa carrocera realice la corrección respectiva y genere nuevamente una solicitud de inspección de estructura o falla que hayan presentado con anterioridad.

### **3.3. ENSAYOS DE VERIFICACIÓN POSTPRODUCCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES,**

Es importante asegurarse que la soldadura cumpla con todas las normas y reglamentos que rigen en nuestro país, para garantizar su calidad, fiabilidad y resistencia. Por lo cual, se debe considerar la ejecución de un sistema de inspección para el producto (material) empleado.

Puesto que, según el procedimiento realizado, existen normas para la calificación y métodos para garantizar que el producto cumple con las especificaciones y estándares de calidad; lo que nos lleva a estos dos métodos de análisis de calidad:

#### **➤ Métodos de prueba mecánica – Ensayos destructivos**

Conocidos como ensayos destructivos, los cuales se utilizan para calificar los procedimientos de soldadores y soldaduras, utilizados principalmente en los procedimientos de soldadura con el fin de analizar la resistencia de los materiales para fortalecerlos y de tal forma evitar el fallo de cualquiera elemento al cual está sometido.

#### **➤ Ensayos no destructivos**

Este tipo de ensayos se utilizan con el fin de calificar al soldador, inspeccionar el procedimiento de soldadura y control de calidad del producto. No afecta la soldadura de ninguna forma y puede analizarse, probarse y aun así puede usarse para la finalidad deseada.

Con frecuencia se analiza una porción de la soldadura para disminuir tiempo y dinero, realizan muestreos aleatorios. Las partes críticas o soldaduras generalmente se analizan en un 100%.

Debido a las inspecciones que se realizan en los procedimientos de producción y fabricación de las carrocerías, se pueden encontrar fallas que pueden ser denominados como discontinuidades o defectos explicados en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.**  
*Conceptos de discontinuidades y defectos*

<b>Discontinuidades</b>	Se consideran interrupciones típicas que se presentan en estructuras y soldaduras, que se pueden presentar por una falla mecánica, metalúrgica o características físicas del material o soldadura.
<b>Defectos</b>	Según la AWS, es una discontinuidad o discontinuidades (porosidad o inclusión de escoria) que por naturaleza se dan, lo que general el producto no cumpla con las normas o especificaciones mínimas aceptables.

**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

Idealmente la soldadura no debería tener discontinuidades, pero se determina imposible, existe una diferencia entre lo aceptable o apto para el servicio y la tolerancia; en donde, la tolerancia en diferentes industrias, se han aplicado para las soldaduras códigos o estándares de tolerancia.

**Tabla 3.2.**  
*Agencias que emiten códigos o estándares de tolerancia.*

<b>Siglas</b>	<b>Nombre</b>
<b>ABS</b> ( <i>American Bureau of Shipping</i> )	Departamento Americano de Transporte de Mercancía
<b>API</b> ( <i>American Petroleum Institute</i> )	Instituto Americano de Petróleo
<b>ASME</b> ( <i>American Society of Mechanical Engineers</i> )	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
<b>ASTM</b> ( <i>American Society for Testing and Materials</i> )	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
<b>AWS</b> ( <i>American Welding Society</i> )	Sociedad Americana de Soldadores
<b>TWI</b> ( <i>British Welding Institute</i> )	Instituto de soldadura británico
<b>USAGov</b> ( <i>United States government</i> )	Gobierno Norte Americano

**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

Cuando se evalúa la soldadura, es necesario tener en cuenta el tipo de discontinuidad, así como su tamaño y ubicación, según el código o estándar (Larry Jeffus, 2019).

- Porosidad
- Inclusiones
- Penetración articular inadecuada
- Fusión incompleta
- Golpes de arco
- Superposición (vuelta fría)
- Socavado
- Grietas
- Relleno insuficiente
- Laminaciones
- Deslaminaciones
- Goteo laminar



En la sección del **ANEXO VI** se encuentra la descripción de los defectos que se pueden encontrar en la soldadura.

### 3.3.1. Ensayos destructivos (ED)

Son utilizados con la finalidad de determinar valores reales en el metal de soldadura y metal base para garantizar el rendimiento de cada uno de ellos. Estas pruebas tienen el fin de determinar diferentes propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, ductilidad o dureza.

#### a. Ensayo de tracción

Los ensayos de tracción se realizan en probetas preparadas como barras redondas (normalmente utilizado para el análisis de soldadura) o tiras planas (normalmente se utilizan para probar la soldadura como el metal circundante); las barras planas generalmente se cortan en un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a la soldadura, además, el tamaño de la barra depende del tamaño del equipo a analizar (Larry Jeffus, 2019).

Dos muestras planas se utilizan para probar secciones de metal delgadas, al analizar la soldadura, la muestra debe incluir la zona afectada por el calor y la placa base.

Se muestra cómo se pueden usar varias barras estándar de menor tamaño, dependiendo del grosor del metal a analizar, se debe preparar la sección a intervenir y colocar en una máquina de pruebas de tracción como la que se muestra en la figura 3.16.



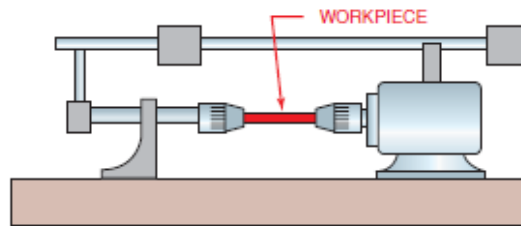
**Figura 3.16.** Máquina de ensayo de tracción para medir la resistencia de soldaduras (máquina de prueba de 60,000 Lb)

Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

#### b. Ensayo de fatiga

Estos ensayos son utilizados para determinar si las soldaduras son capaces de soportar tensiones fluctuantes o cargas cíclicas. El valor máximo de las tensiones es menor que la resistencia a la tracción del material. La resistencia a la fatiga puede producir un concentrador de esfuerzo causado por un fallo en el proceso de soldadura, como:

porosidad, inclusiones de escoria, falta de penetración o grietas, como se muestra en la figura 3.17.



**Figura 3.17.** Ensayo de fatiga  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

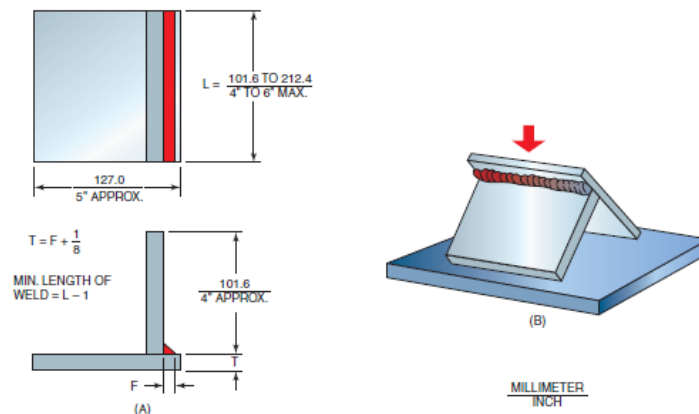
Existen dos tipos ensayos no destructivos en la sección de **ANEXOS VI**; la resistencia al corte de soldadura y las uniones soldadas tope.

### c. Curva alterna

Se procede a realizar el doblado de la muestra con un martillo doblado con un ángulo 30 a 45 grados. Posterior a ello se coloca la pieza en una prensa aplicando presión hasta que aparezca una grieta o depresión de la cara convexa de la muestra. Finalmente, el porcentaje de alargamiento se obtiene dividiendo el alargamiento por la longitud inicial del calibrador y multiplicándolo por 100 (Larry Jeffus, 2019).

### d. Prueba de rotura de soldadura de filete

Se realiza una muestra cómo se visualiza en la figura 3.18, luego se ejerce una fuerza con el fin de producir su ruptura. Se puede usar cualquier medio conveniente para aplicar la fuerza, como una prensa de eje, máquina de pruebas o golpes de martillo. Finalmente, la superficie de ruptura debe examinarse para determinar su solidez, es decir, inclusiones de escoria, superposición, porosidad, falta de fusión u otras discontinuidades.



**Figura 3.18.** Prueba de soldadura de filete  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

### e. Prueba por grabado

Las pruebas por grabado tienen como objetivo, determinar la solidez de una soldadura o la ubicación de una soldadura. Una muestra de pruebas se produce cortando una sección de la unión soldada para obtener una sección transversal completa. La cara del corte es limada y pulida con un paño fino y abrasivo. La muestra se puede colocar en la solución de grabado o reactivo; donde, hace que el límite entre el metal de soldadura y el metal base sea visible, si el límite no es claramente visible.

Las soluciones de grabado más utilizados son el ácido clorhídrico, persulfato de amonio y ácido nítrico como lo indica la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.**

*Prueba de grabado*

<b>Soluciones de grabado</b>	<b>Procedimiento</b>
<b>Ácido clorhídrico</b>	Se mezclan partes iguales de ácido clorhídrico concentrado y agua (agregando ácido al agua). La soldadura se sumerge a temperatura de ebullición. El ácido agranda bolsas de gas y disuelve las inclusiones de escoria, agrandando las cavidades resultantes.
<b>Persulfato de amonio</b>	Se prepara la solución conformada por una parte de persulfato de amonio (sólido) y nueve partes de agua. Se frota con algodón la superficie de soldadura con este reactivo a temperatura ambiente.
<b>Ácido nítrico</b>	Se mezcla una parte de ácido nítrico concentrado con nueve partes de agua. El reactivo se aplica a la superficie de la soldadura con una varilla de agitación de vidrio a temperatura ambiente. El ácido tiene la capacidad de grabar rápidamente y debe usarse solo en superficies pulidas.

**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

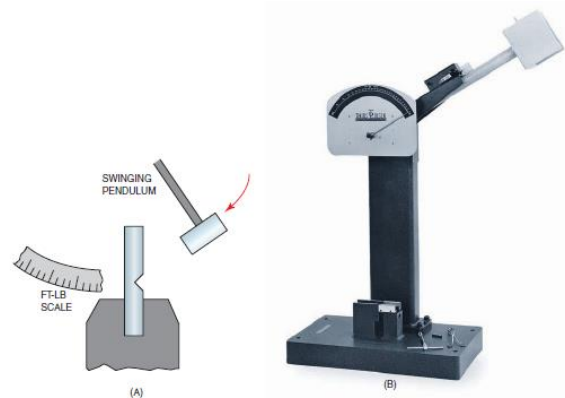
Después del grabado, la soldadura se enjuaga en agua limpia y caliente; se elimina el exceso de agua y la superficie grabada se sumerge en alcohol etílico y se seca.

### f. Prueba de impacto

Una de las pruebas más comunes que se realizan, es la prueba IZOD como se presenta en la figura 3.19, donde la muestra con muesca es golpeada por un yunque montado en un péndulo. La fuerza requerida para romper la muestra es una indicación de la resistencia al impacto del metal. Esta prueba compara la dureza del metal de soldadura con la del metal base.

Otro tipo similar de prueba de impacto es la prueba de Charpy (mientras la prueba de IZOD se sujeta por un extremo, se mantiene verticalmente y generalmente se prueba a

temperatura ambiente) se realiza de forma horizontal, se apoya ambos extremos y se realiza a una temperatura específica. Todas las pruebas de impacto deben estar realizadas según las especificaciones de ASTM.



**Figura 3.19.** Prueba de impacto  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

### 3.3.2. Ensayos no destructivos (END)

Son un método utilizado para probar las soldaduras con el fin de detectar imperfecciones en la superficie, como: grietas, golpes de arco, socavaciones y falta de penetración. Los defectos internos que debieran presentarse podrían incluir inclusiones de escoria, porosidad y metal no fusionado en el interior de la soldadura.

Permiten evaluar, verificar y examinar intersticios o discontinuidades en la superficie y en volumen de la materia de un elemento.

Los END más comunes son:

- ✓ Inspección visual (VT)
- ✓ Inspección ultrasónica
- ✓ Inspección por líquidos penetrantes
- ✓ Probador de dureza

#### d. Inspección visual (VT)

Es un método de prueba no destructivo más utilizado y es el primer paso en caso todos los demás procesos de inspección. La mayoría de las soldaduras solo reciben inspección visual (este procedimiento a menudo se pasa por alto por error cuando se utilizan métodos de prueba no destructivos más sofisticados).

Un programa de inspección visual puede reducir la tasa de rechazo de soldadura en más del 75%, la inspección visual se puede usar fácilmente para verificar el ajuste, la aceptación entre pasadas, la técnica de soldadura y otras variables que afectaran la calidad de la soldadura (Larry Jeffus, 2019).

La inspección visual debe emplearse antes de aplicar otras pruebas no destructivas o mecánicas para eliminar el problema que se haya presentado en la soldadura. Eliminar los excesos que no pasen los códigos o estándares para ahorrar tiempo de preparación.

Para cumplir con esta investigación se describirán los ensayos seleccionados que se realizarán en los elementos o materiales que conforman las unidades colisionadas y no colisionados

#### **e. Ensayo ultrasónico**

Esta prueba es rápida, se emplean pocos suministros consumibles, lo que hace que su uso sea económico para las escuelas. Sin embargo, debido al tiempo requerido no es económico en el campo como un método de prueba no destructiva, aquí se emplea ondas sonoras de alta frecuencia producidas electrónicamente (aproximadamente 250,000 a 25 millones de ciclos por segundo), que penetran metales y muchos otros materiales a velocidades de varios miles de pies/segundo (Larry Jeffus, 2019).

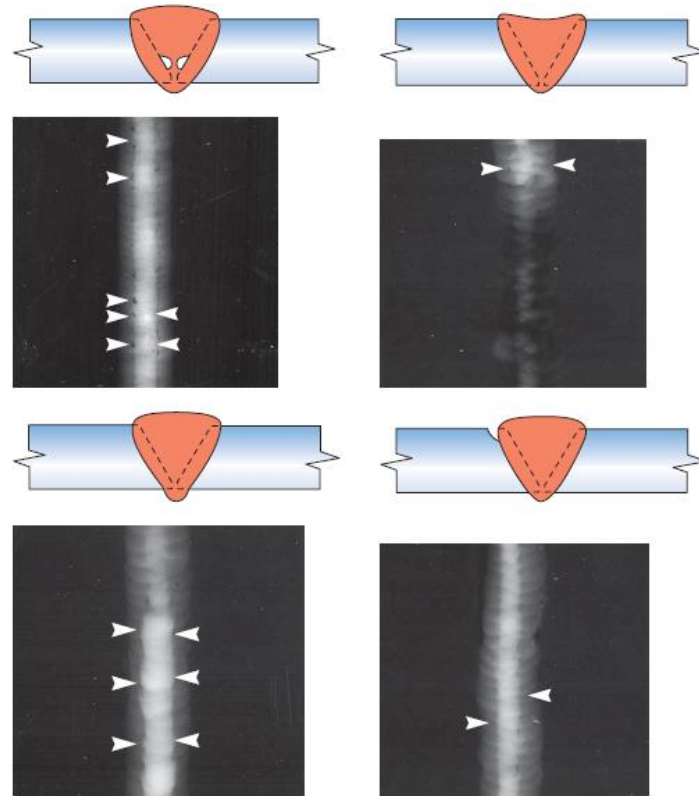
Los dos componentes que conforman el equipo ultrasónico son pulso y resonancia como se puede apreciar en la figura 3,5. El sistema pulso – eco, empleado con mayor frecuencia en la soldadura, utiliza el sonido generado en ráfagas o pulsos cortos.



**Figura 3.20.** Unidad portátil de inspección ultrasónica  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

El sonido se dirige desde una sonda mantenida en un ángulo preseleccionado o en una dirección preseleccionada para que los defectos reflejen algo de energía de regreso a la sonda.

El equipo mide el tiempo que tarda el pulso en regresar de una superficie respectiva, a partir de ahí se calcula la distancia y se presenta información en una pantalla para la interpretación de resultados. Las señales se pueden monitorear electrónicamente para operar alarmas, sistemas de impresión o equipos de grabación.



**Figura 3.21.** Defectos de soldadura e imágenes radiográficas  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

La figura 3.6 muestra la trayectoria del haz de sonido en las pruebas de soldadura a tope. El operador debe conocer el punto de salida del haz de sonido, el ángulo exacto del haz refractado y el grosor de la placa cuando se utilizan ondas de corte y formas de onda de compresión.

**Nota:** Es transcendental la inspección ya que de esta dependen las características de haz ultrasónico que se propaga por el material.

#### a. Ensayos de líquidos penetrantes

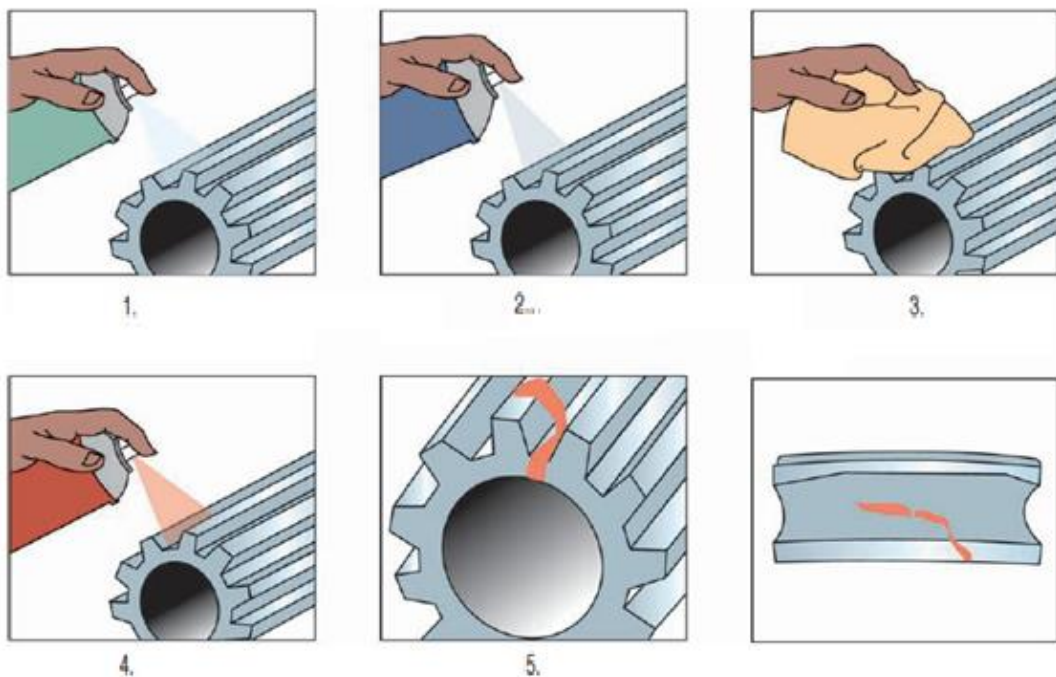
Se utiliza para localizar grietas superficiales diminutas, existen dos tipos de penetrantes de contraste de color y fluorescentes.

- a. Los penetrantes de contraste son de color (normalmente rojo) que se muestra bajo la luz blanca natural.

- b. Los penetrantes fluorescentes son más efectivos puesto que se muestran bajo la luz negra.

Se recomienda seguir los siguientes pasos cuando se usa un penetrante, como se muestran en la figura 3.22.

1. Se realiza una limpieza previa, defectos sospechosos y secan para que estén libres de aceite, agua u otros contaminantes.
2. La superficie de prueba se cubre con una película de penetrante por inmersión, rociado o cepillado.
3. La superficie de aplicación se limpia, lava o enjuaga suavemente sin exceso de penetrante. Se seca con paños o aire caliente
4. Un polvo en desarrollo aplicado a la superficie de prueba actúa como secante para acelerar el proceso por el cual el penetrante se filtra cualquier defecto abierto a la superficie de prueba.
5. Dependiendo del líquido penetrante utilizado, se inspeccione bajo la luz respectiva.



**Figura 3.22.** En el último caso, el penetrante fluorescente un color amarillo verdoso, que define claramente el defecto.

**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

#### f. Prueba de dureza.

La dureza es la resistencia del metal a la penetración y un índice de la resistencia al desgaste y la del metal. Las pruebas de dureza se pueden usar para determinar la dureza la prueba de dureza de la soldadura y la del metal base. Las dos máquinas de prueba de dureza de uso común son los probadores Rockwell y Brinell.

##### - Probador De Dureza Rockwell

En la figura 3.23 se indica un probador de dureza Rockwell el cual utiliza un cono de diamante de  $120^\circ$  para metales duros y una bola de acero endurecido de 1,58 mm o 3,175 mm de diámetro para metales más blandos. El método se basa en medir la resistencia a la penetración, se mide la profundidad de la impresión en lugar del diámetro. La dureza se lee directamente desde un dial en el probador. El probador tiene dos escalas para la dureza de lectura, conocidas como la escala B (para metales blandos) y la escala C (para metales duros).

##### - Probador de dureza Brinell

En la figura 3.24 se encuentra un medidor de dureza Brinell el cual mide la resistencia del material a la penetración de una bola de acero a presión constante (3000 kg) durante un mínimo de aproximadamente 30s, el diámetro se mide microscópicamente y el número de Brinell se verifica en una tabla estándar. Los números Brinell se obtienen dividiendo la carga aplicada por el área de la superficie.



**Figura 3.23.** Probador de dureza Rockwell  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)



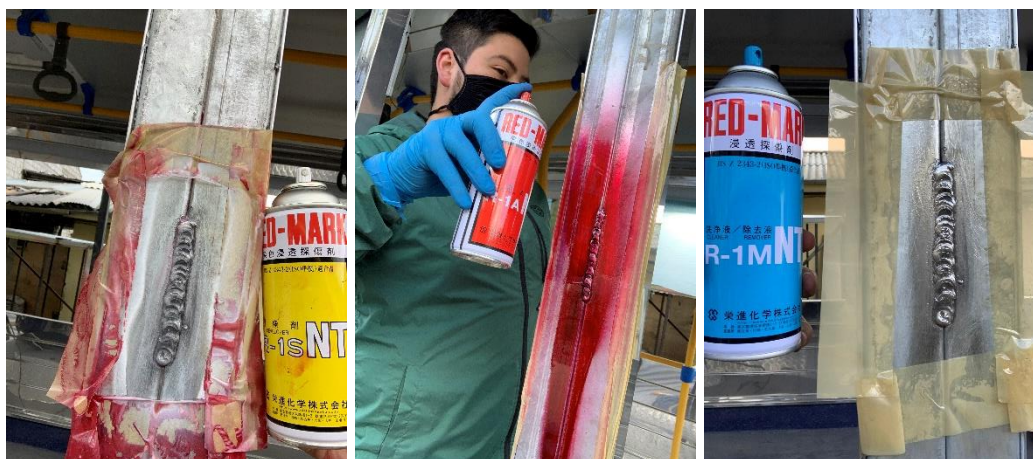
**Figura 3.24.** Probador de dureza Brinell  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)



### 3.4. INSPECCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES

Con el fin de observar el estado tecnológico de los procesos de construcción de los autobuses interprovinciales, se realizó una inspección visual del estado de la soldadura y posteriormente se procede a hacer ensayo de tintas penetrantes.

En la figura 3.25 se puede apreciar el proceso de inspección mediante tintas penetrantes que se realizó en la estructura de un autobús.



**Figura 3.25.** Ensayo de tintas penetrantes. **Elaborado por:** Autores

Al terminar el ensayo se realizó una ficha técnica con el fin de reportar el proceso inspección por tintas penetrantes, la cual está contemplada en el **ANEXO VII**.

#### 3.4.1. Autobuses interprovinciales no colisionados

Se estructuró una ficha técnica de inspección para autobuses interprovinciales no colisionadas, donde se proporcionaron los datos de las personas que participarán en la inspección, así como, los datos de la unidad, guardando un convenio de confidencialidad con el dueño o dueños del autobús.

Se realizó una inspección del estado de la estructura, carrocería, elementos de seguridad (parabrisas, estado de los asientos, sujeción de los asientos, cinturón de seguridad, sujeción de los cinturones de seguridad y parantes); se trató de realizar el análisis en varias unidades de autobuses interprovinciales.

La ficha está contemplada en el **ANEXO VII**.

#### 3.4.2. Autobús interprovincial colisionado

Se formuló una ficha técnica de inspección respectiva para un autobús interprovincial colisionado, donde se proporcionaron los datos de las personas que participarán en la inspección, así como, los datos de la unidad, guardando un convenio de confidencialidad.

Esta ficha se establece con el fin de analizar el comportamiento de la estructura, carrocería, elementos de seguridad (parabrisas, estado de los asientos, sujeción de los asientos, cinturón de seguridad, sujeción de los cinturones de seguridad y parantes) al momento de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral.

La ficha está contemplada en el **ANEXO VII**.

## CAPITULO 4

### INSPECCIÓN DE CARROCERÍAS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES

En este se analiza la inspección de carrocerías a tres unidades de autobuses interprovinciales, con el fin de inspeccionar el estado de sus elementos como: los asientos, sujeción de asientos, cinturón de seguridad, sujeción de cinturón de seguridad, estado de soldadura, vidrios, plásticos protectores, parantes y la mampara. Posteriormente, se realizó un ensayo de tintas penetrantes en una unidad en construcción para observar el estado de la soldadura, además de una inspección visual previa.


Finalmente, se tuvo acceso a una unidad colisionada que sufrió un accidente de tipo vuelco lateral, y se analizó la respuesta de la estructura, como de los elementos de seguridad al momento de sufrir el accidente.

#### 4.1. INSPECCIÓN DE UNIDADES DE AUTOBUS INTERPROVINCIALES

Para la inspección de carrocerías se seleccionó dos autobuses de diferente marca, tomando en consideración que se encuentren en circulación y que los autobuses sean de diferentes años. Las carrocerías evaluadas corresponden a los autobuses descritos en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1**

*Modelos evaluados*

Unidades no colisionadas		
Especificaciones técnicas		Imagen referencial
<b>Marca carrocería:</b>	MARCOPOLO	
<b>Modelo</b>	SCANIA	
<b>Chasis/motor</b>		
<b>Empresa</b>	Coop. Loja	
<b>Año</b>	2012	
<b>Marca Carrocería:</b>	IRIZAR	
<b>Modelo</b>	SCANIA	
<b>Chasis/motor</b>		
<b>Empresa</b>	Super Semeria	
<b>Año</b>	2019	

De esta forma, se procedió a realizar una inspección visual con ayuda de las fichas técnicas antes mencionadas.

## 4.1.1. Inspección de autobuses interprovinciales no colisionadas

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
David Francisco Tapia Tabango		67554	Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias Msc.
Pedro José Mendoza Criollo		63128	
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>			
<b>Placa</b> LAA-1218	<b>Modelo</b> 2012	<b>Tipo de modalidad de transporte:</b> Interprovincial	
<b>Marca</b> MARCOPOLO	<b>Tipo de servicio</b>		
<b>Nro. Chasis</b> (-)	<b>Capacidad total</b> 39 - 50		
			
<b>INSPECCIONES A REALIZAR</b>			
<b>Elementos a inspeccionar</b>	<b>Tipo de inspección</b>	<b>Descripción del estado</b>	
<b>Cristales</b>	Visual	Buen estado	
<b>Evidencia</b>			
<p>El sellamiento está realizado con sikaflex, además de que cuentan con el sello de aprobación NTE INEN 1669, en donde establece que es vidrio templado.</p> <p>De igual forma cuentan con los sellos aprobados en todos los cristales, donde podemos encontrar en los cristales laterales vidrio templado y en los cristales delantero y posterior vidrio laminado.</p>			

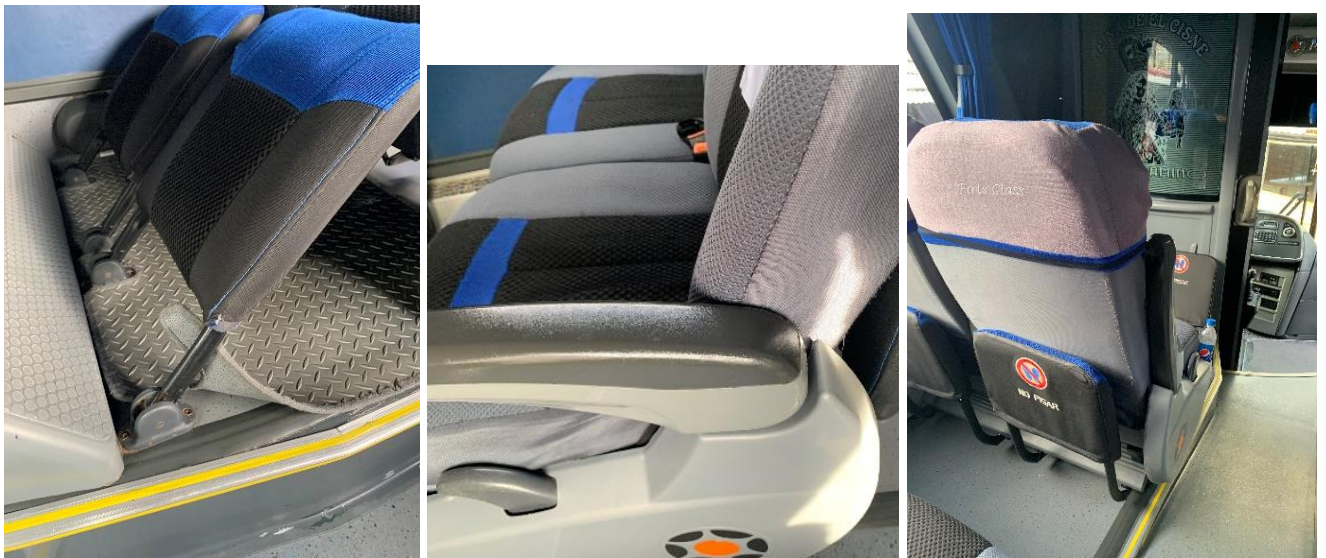


La unión entre el cristal contra el forrado interior se encuentra bien sellado y hermético

<b>Estructura de los Asientos</b>	Visual	Buen estado
-----------------------------------	--------	-------------

**Evidencia**

La estructura de los asientos estaba cubierta por los respectivos plásticos protectores, que no presentaban con ninguna fisura o desperfecto, adjuntando a esto, los forros de los asientos se encontraban en buen estado.



<b>Anclaje de los asientos (Base y sujeción)</b>	Visual	Buen estado
--	--------	-------------

**Evidencia**

El anclaje de los asientos con la base está conformado por pernos y podemos observar que se encuentra en buen estado, aunque se puede notar la presencia de impurezas y en algunos casos oxido

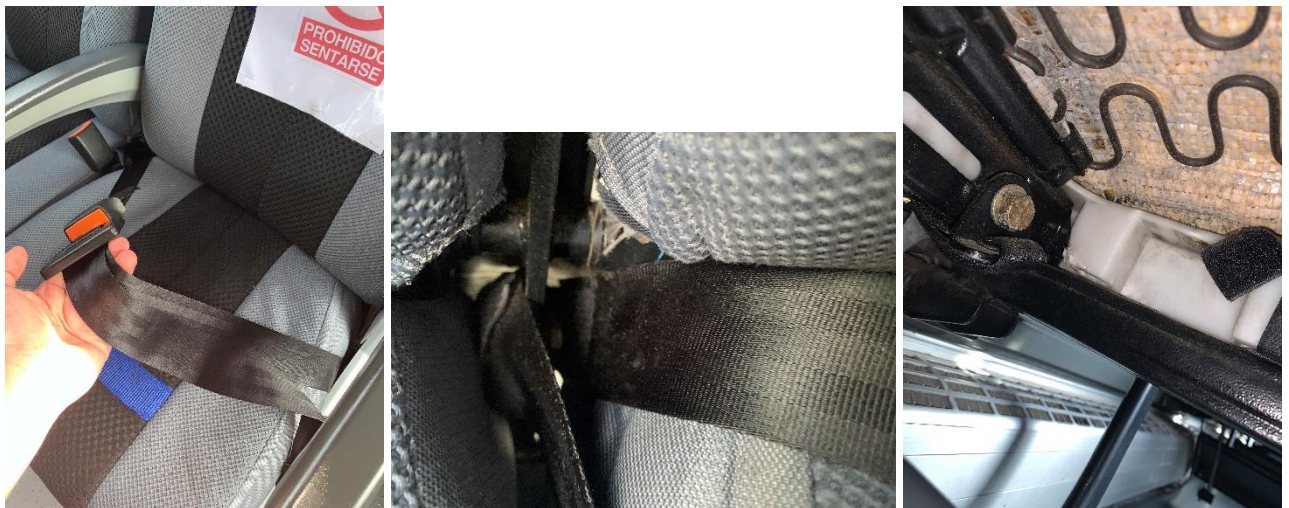


Al momento de encontrar óxido en la zona donde se encuentran las sujeciones de los asientos se puede determinar que esto puede causar una disminución en la resistencia ya que podría generar corrosión en la zona de anclaje.

<b>Cinturones de seguridad</b>	Visual	Buen estado
--------------------------------	--------	-------------

**Evidencia**

Se puede observar que los cinturones de seguridad se encuentran en buen estado y la sujeción de los mismos están dispuestos por pernos en la parte inferior de la estructura de los asientos.



Tanto los asientos de la primera fila como el asiento del conductor y acompañante cuentan con cinturones de seguridad de tres puntos, y el resto de pasajeros cuentan con cinturones de seguridad de dos puntos.

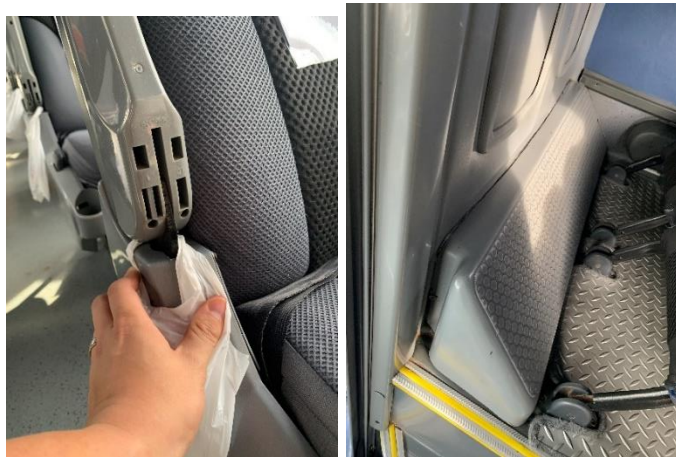
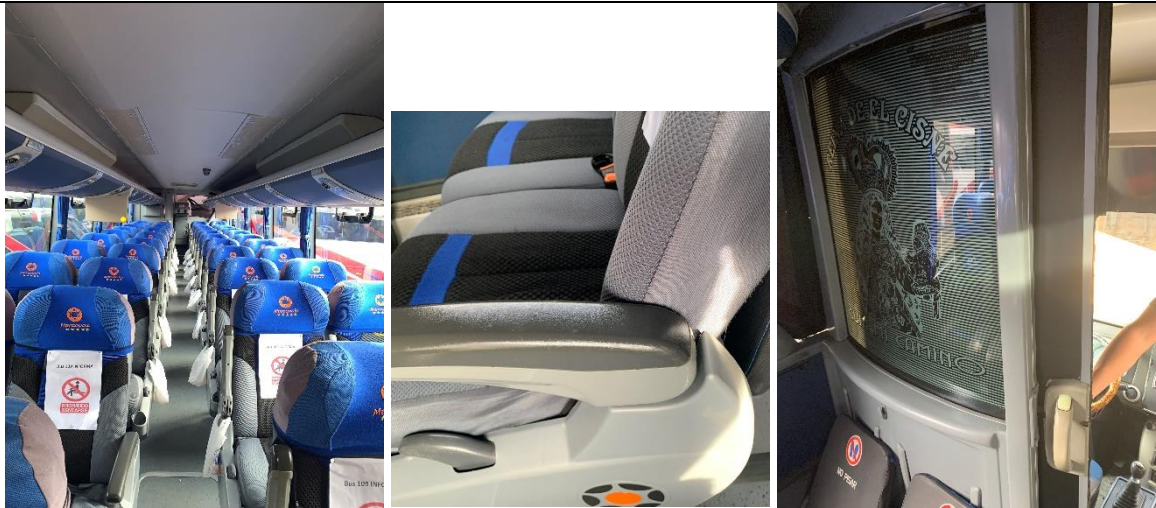
No había presencia de impurezas en la zona de sujeción de los cinturones de seguridad.

<b>Equipamientos (plásticos internos que conforman el autobús)</b>	Visual	Buen estado
--	--------	-------------

**Evidencia**

Los recubres asientos, mampara y protección de los costados se encontraban en buen estado, conformados de fibra de vidrio, madera o plástico.

El cristal que forma parte de la mampara es de vidrio templado.



<b>Unión estructura – carrocería superior</b>	Visual	Buen estado
<b>Evidencia</b>  Cabina, el piso estaba cubierto con un forro, sin embargo, existían zonas descubiertas donde se puede observar planchas de tol galvanizadas antideslizantes.		
<b>Unión estructura – carrocería inferior</b>	Visual	Buen estado



**Evidencia**

Bodegas, las planchas se encuentran unidas a la estructura de la carrocería por medio de tornillos, soldadura y espuma con el fin de sellar y evitar el ingreso de agua y polvo.



**Estructura de la unidad**

Visual

Regular

**Evidencia**

La estructura se encontraba soldada, se podían observar impurezas, además de que se observa espuma con el fin de sellar y de tal forma evitar el ingreso de agua y polvo.





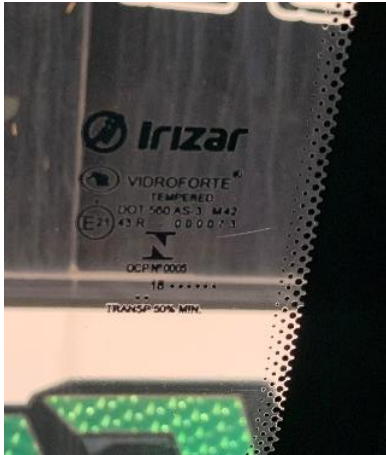


Se puede apreciar que la soldadura en algunas secciones se encuentra pulida, lo cual puede causar una disminución en la resistencia de la misma, además, se puede apreciar cordones de soldadura uniformes, como falta de penetración en los mismos.

#### BIBLIOGRAFÍA

Normas	Reglamentos
<p><b>NTE INEN 1623</b> - Aceros Perfiles estructurales conformados en frío</p> <p><b>NTE INEN 1415</b> - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural</p> <p><b>NTE INEN 1668</b> - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales</p> <p><b>NTE INEN 1669.</b> - Vidrios de seguridad</p>	<p><b>RTE INEN 034</b> - Elementos de seguridad</p>

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
David Francisco Tapia Tabango		67554	Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias Msc.
Pedro José Mendoza Criollo		63128	
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>			
<b>Placa</b> LAA-1218	<b>Modelo</b> SCANIA 2019	<b>Tipo de modalidad de transporte:</b> Interprovincial	
<b>Marca</b> IRIZAR	<b>Tipo de servicio</b> BUS		
<b>Nro. Chasis</b> (-)	<b>Capacidad total</b> 39 - 50		
			
<b>INSPECCIONES A REALIZAR</b>			
<b>Elementos a inspeccionar</b>	<b>Tipo de inspección</b>	<b>Descripción del estado</b>	
<b>Cristales</b>	Visual	Buen estado	
<b>Evidencia</b>			
<p>Los vidrios se encuentran en buen estado, adheridos a los marcos de ventana, y cuentan con su respectivo sello de aprobación tomando en consideración que es un bus importado.</p> <p>Contando con sus respectivos sellos de homologación debido a que el autocar es un vehículo importado, donde podemos encontrar en los cristales laterales vidrio templado y en los cristales delantero y posterior vidrio laminado.</p> <p>La unión entre el cristal contra el forrado interior se encuentra bien sellado y hermético.</p>			



<b>Estructura de los Asientos</b>	Visual	Buen estado
-----------------------------------	--------	-------------

**Evidencia**

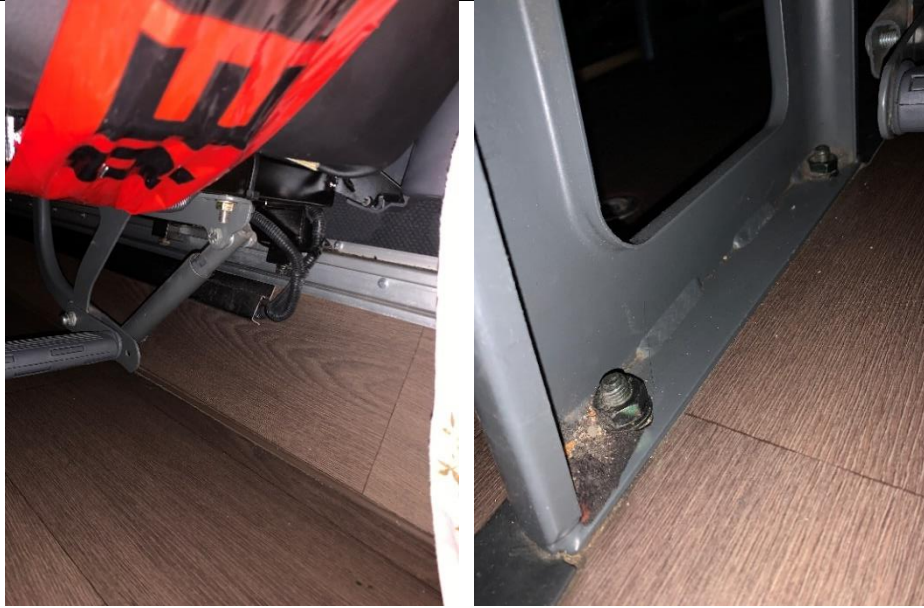
Los asientos se encuentran en buen estado, al ser un bus considerablemente nuevo, los soportes de los brazos, y el estado de los cinturones de seguridad también.



<b>Anclaje de los asientos (Base y sujeción)</b>	Visual	Buen estado
--	--------	-------------

**Evidencia**

Los asientos cuentan con dos puntos de sujeción, uno contra el piso y otro en la parte lateral del autobús, la sujeción está hecha con pernos, en donde presentaban impurezas como polvo.



<b>Cinturones de seguridad</b>	Visual	Buen estado
--------------------------------	--------	-------------

**Evidencia**

Los cinturones se encuentran en buen estado, con la respectiva etiqueta de homologación, además de que están sujetos directamente en la parte inferior a la estructura de los asientos.



La zona de la primera fila con el asiento del conductor y acompañante cuentan con cinturones de seguridad de tres puntos, y el resto de pasajeros cuentan con cinturones de seguridad de dos puntos.



**Equipamientos (plásticos internos que conforman el autobús)**

Visual

Buen estado

**Evidencia**

Los elementos que conforman la mampara se encontraban en buen estado, se puede apreciar que los cristales cuentan con el certificado de aprobación impreso.



De igual manera los elementos que conforman la zona de parantes, apoya brazos y en la zona de equipaje no presentaban ningún desperfecto, eh incluso no se aprecia ningún cable del circuito eléctrico.



**Unión estructura – carrocería superior**

Visual

Buen estado

**Evidencia**

El piso de la parte interna del autobús está cubierto con madera.



**Unión estructura – carrocería inferior**

Visual

Buen estado

## Evidencia

Las uniones inferiores de la carrocería están soldadas con soldadura MIG, y podemos notar que se encuentra en buen estado.



Se puede apreciar en ciertas zonas que los cordones de soldadura se encuentran en buen estado, puesto que presentan uniformidad en ellos.



En otras secciones al estar pintado, no se puede apreciar con claridad el estado del cordón de soldadura.

<b>Estructura de la unidad</b>	Visual	Buen estado
--------------------------------	--------	-------------

**Evidencia**

La estructura es soldada con soldadura MIG, sin embargo, existen elementos soldados adyacentemente por parte de empresas ajenas a la empresa de fabricación, donde no se puede ver una buena composición del cordón de soldadura, e inclusive se ve la sujeción con pernos en los elementos estructurales que disminuirían la resistencia de los mismos.



En algunas secciones se aprecia con claridad el estado del cordón de soldadura refiriéndonos a que no son uniformes en algunas y no presentan una correcta penetración.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>Normas</b>	<b>Reglamentos</b>
<p><b>NTE INEN 1623</b> - Aceros Perfiles estructurales conformados en frio</p> <p><b>NTE INEN 1415</b> - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural</p> <p><b>NTE INEN 1668</b> - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales</p> <p><b>NTE INEN 1669.</b> - Vidrios de seguridad</p>	<p><b>RTE INEN 034</b> - Elementos de seguridad</p>




**4.1.2. Inspección de autobús interprovincial colisionado**

Realizando un seguimiento en periódicos se encontró un autobús colisionado el 17 de noviembre de 2017, donde se reportó un “Accidente de bus interprovincial dejó 4 muertos y 42 heridos en la provincia del Azuay”, donde un autobús de la cooperativa Turismo Oriental, disco 50 placas AAA.2264 (Castillo, 2017).

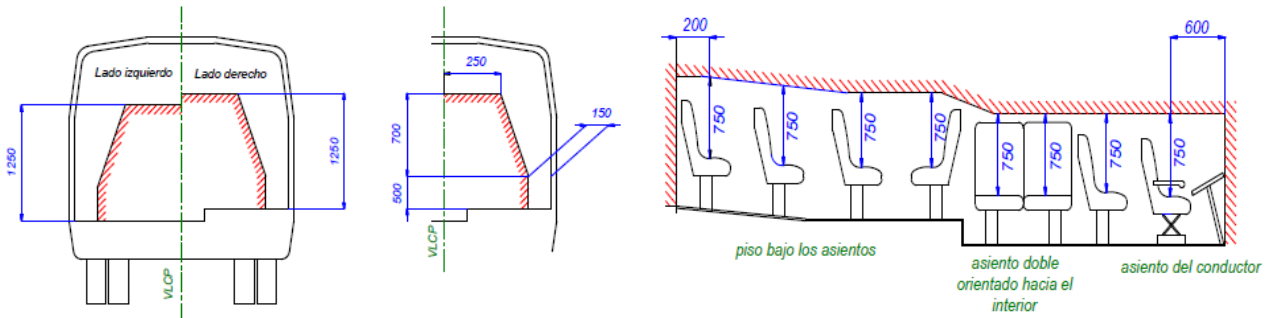


**Imagen 4.1.** El bus de la cooperativa Turismo Oriental **Referencia:** Crónica

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
David Francisco Tapia Tabango		67554	Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias Msc.
Pedro José Mendoza Criollo		63128	
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>			
<b>Placa</b> AAA.2264	<b>Modelo</b>	<b>Tipo de modalidad de transporte:</b> Interprovincial	
<b>Marca</b> Turismo oriental	<b>Tipo de servicio</b>		
<b>Nro. Chasis</b>	<b>Capacidad total</b> 39-50		

## VERIFICACIÓN DEL ESPACIO DE SUPERVIVENCIA

### Dimensionamiento del espacio de supervivencia



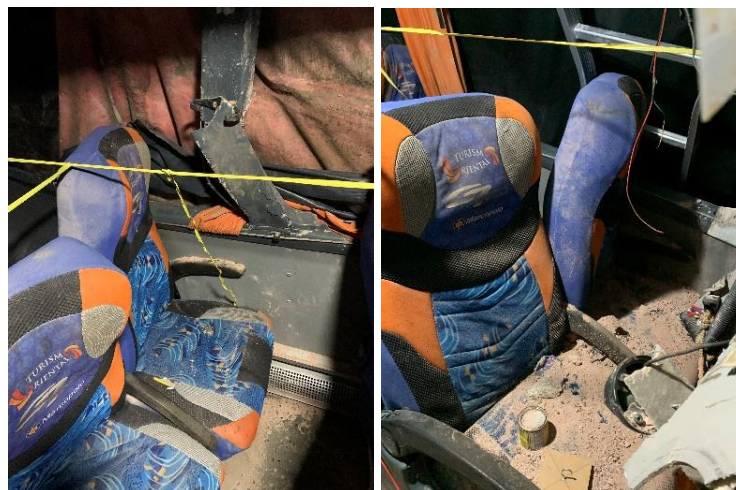
Se tomó como referencia las cotas establecidas en la norma INEN 1323 para la determinación del espacio de supervivencia, en donde se realizó una medición de dicho espacio, para la interpretación de resultados.

### Evidencia

Tomando como referencia las cotas establecidas con anterioridad, se procedió a hacer la representación del espacio de supervivencia.

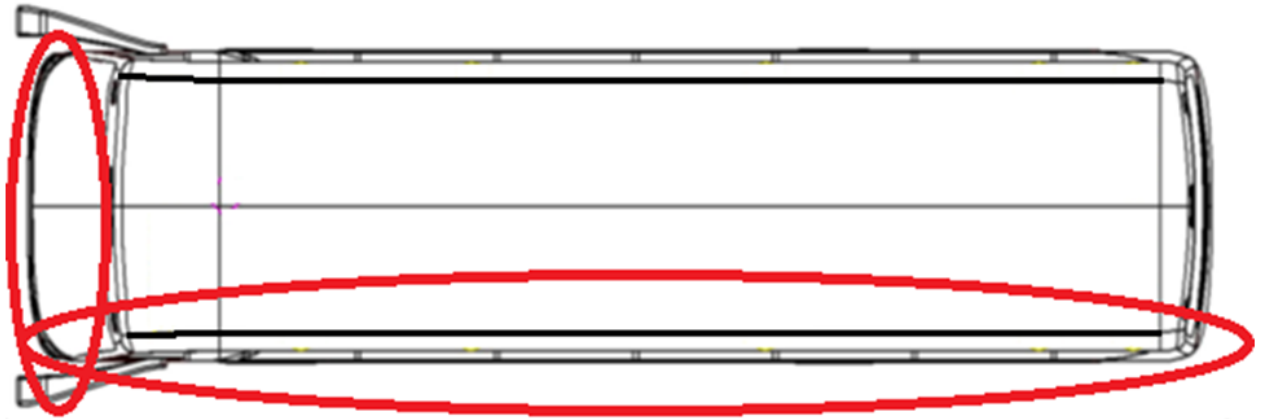


Debido a que además el autobús sufrió un vuelco lateral hacia la izquierda, también se produjo un impacto en la misma zona donde se pudo detectar la invasión del espacio de supervivencia, mientras que el lado derecho del autobús sufrió mayor daño.



**Análisis de zonas de falla durante el accidente**

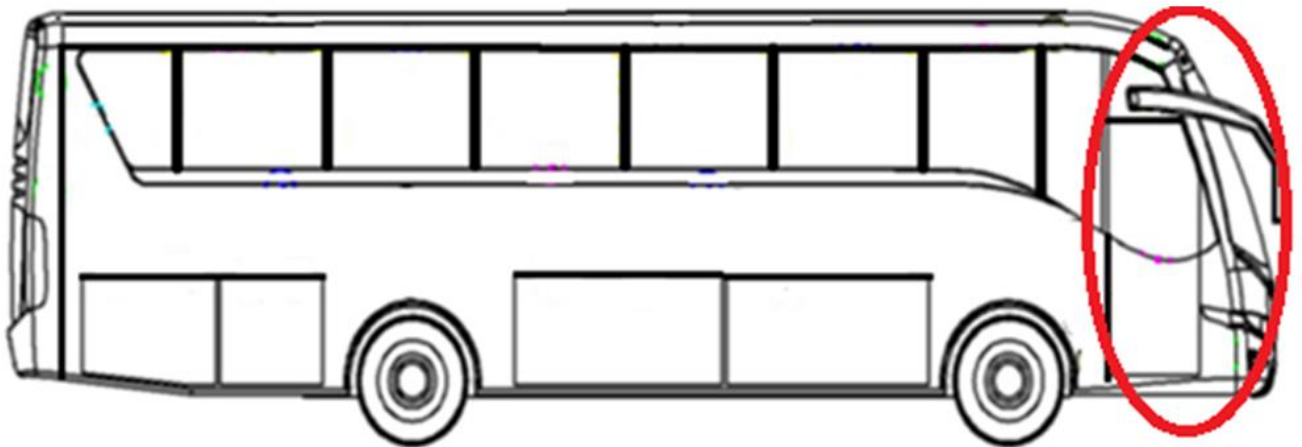
**Vista superior**



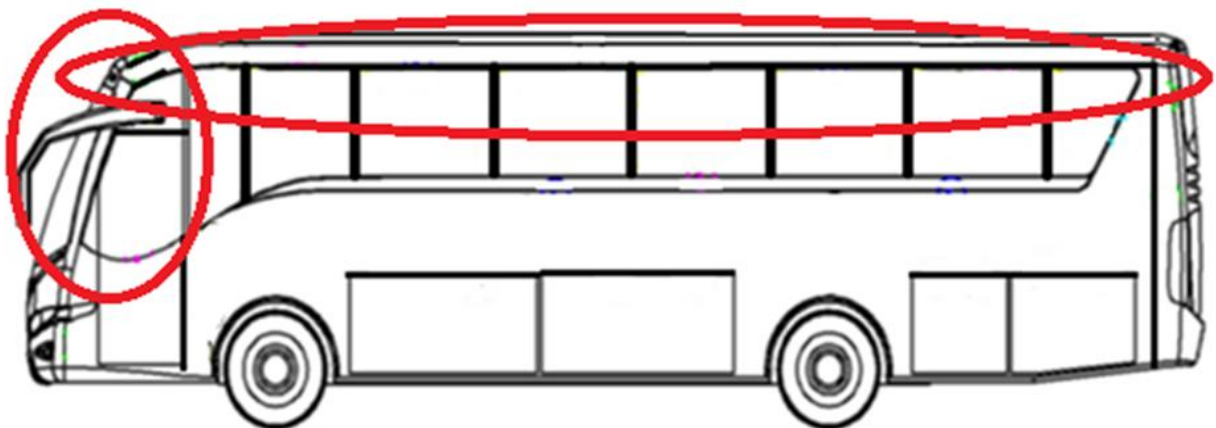
La zona roja representa las zonas que se vieron afectadas por el accidente.

**Vista lateral**

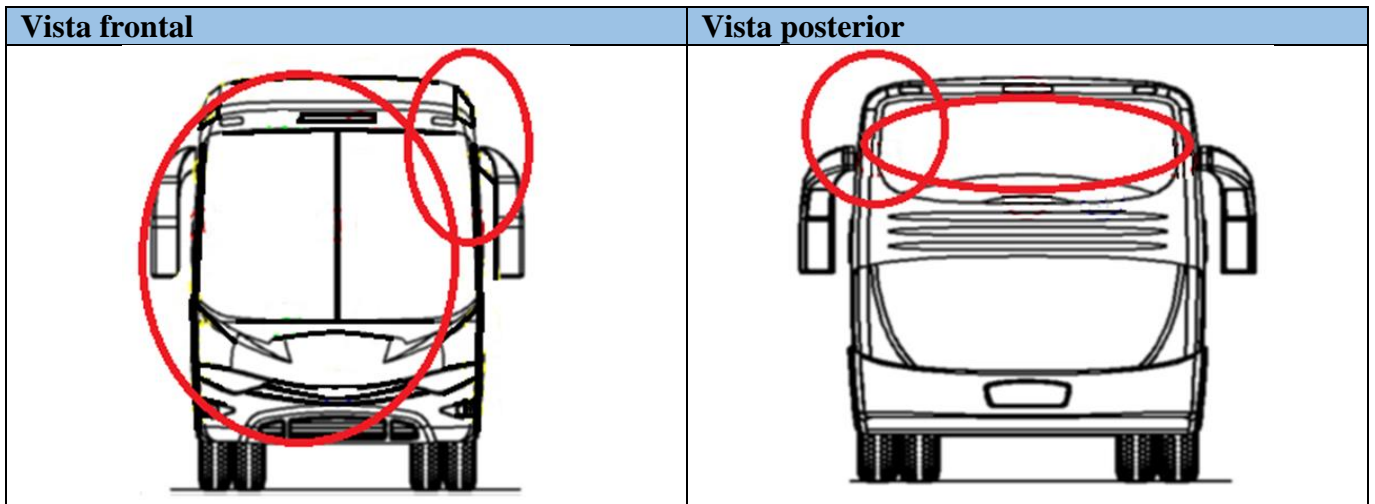
**Vista lateral Derecha**



**Vista lateral Izquierda**

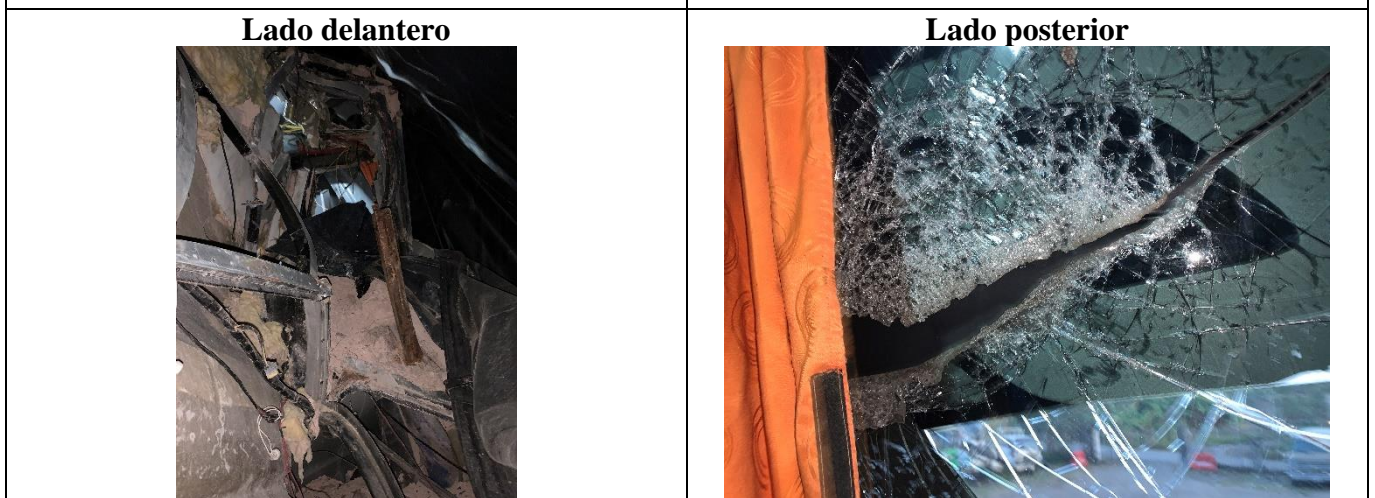
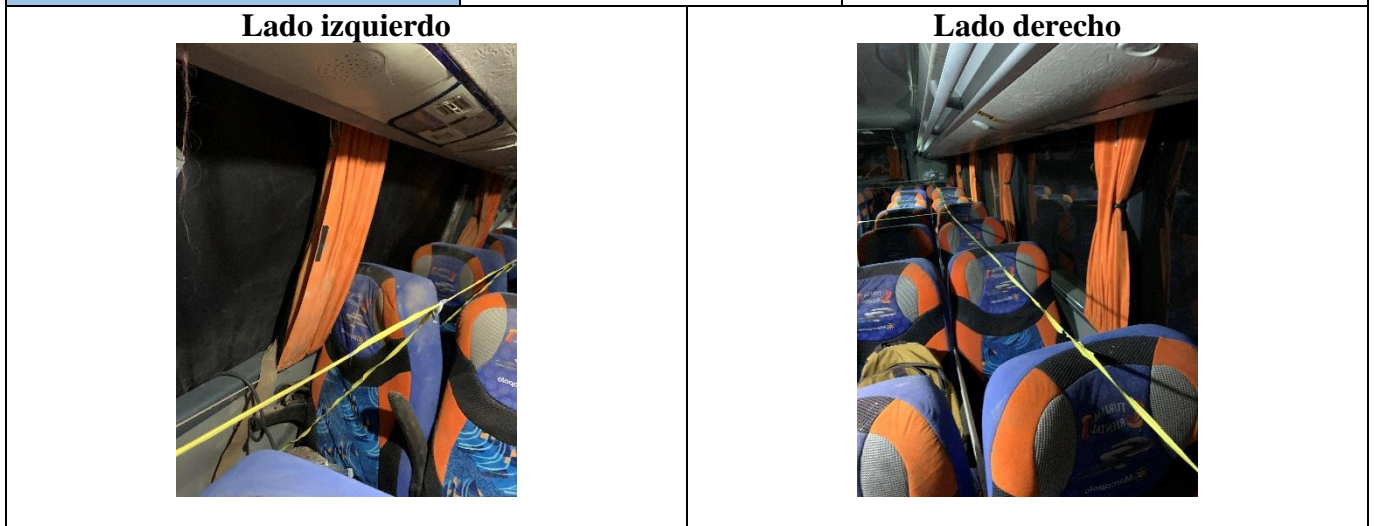


La zona roja representa las zonas que se vieron afectadas por el accidente.



La zona roja representa las zonas que se vieron afectadas por el accidente.



Elementos a inspeccionar	Tipo de inspección	Descripción del estado
Cristales – ventanas	Visual	Mal estado



**Observación**


- ✓ El vidrio delantero no existía, puesto a que el autobús una vez volcado sufrió un impacto, lo cual causa un gran daño a la cabina del conductor.

- ✓ El vidrio posterior se encontraba roto.
- ✓ Los cristales de la sección derecha que no sufrió el impacto de manera directa se encontraban intactos.
- ✓ Los cristales de la sección izquierda que sufrieron el impacto de manera directa al ser de vidrio templado, habían explotado.

<b>Marcos de ventana</b>	Visual	Mal estado
<b>Lado izquierdo</b>	<b>Lado derecho</b>	
		

**Observación**

- ✓ Los marcos de ventanas de la sección derecha que no soportaron un gran golpe, se encontraban en buen estado con los respectivos cristales.
- ✓ Los marcos de ventanas de la sección izquierda se encontraban doblados y sin cristales.

<b>Soldadura de elementos estructurales</b>	Visual	Mal estado
<b>Zona del conductor</b>		
		



**Zona de los pasajeros**



**Observación**

- ✓ Respecto a la cabina del conductor los elementos estructurales estaban doblados y se pudo determinar que invadían el espacio de supervivencia del conductor, además de que había elementos doblados por el golpe.
- ✓ Los elementos estructurales de los costados (zona izquierda) se encontraban en mal estado, se podía apreciar que la estructura en general estaba doblada.

**Nota:** Debido a las restricciones del autobús no se tuvo acceso a las bodegas para poder apreciar el estado de los elementos estructurales.

Estructura de los Asientos	Visual	Mal estado

**Observación**

- ✓ La estructura de los asientos soporto el vuelco y el impacto, sin embargo, al momento de colisionar la estructura se encontraba deformada por el impacto en la parte izquierda.
- ✓ En la parte derecha, al no recibir un impacto directo se encontraban la configuración doblada en menor cantidad a la zona izquierda.

**Anclaje de los asientos (Base y sujeción)**

Visual

Mal estado



**Observación**

- ✓ Debido al golpe en la parte izquierda del autobús, en la zona donde se encontraban los puntos de sujeción de los asientos con la estructura esta se encontraba deformada
- ✓ En la parte derecha, al no recibir un impacto directo se encontraban la configuración doblada en menor cantidad a la zona izquierda.
- ✓ La sujeción de los asientos la estructura se habían soportado el golpe y vuelco, puesto que no se habían desprendido de sus anclajes.

**Cinturones de seguridad**

Visual

Mal estado

**Lugares más críticos**



**Resto de asientos**



**Observación**

- ✓ Los cinturones de seguridad se encontraban en buen estado, lo que se podría indicar que las personas no usaban el cinturón de seguridad al momento en el que se sucedió el accidente.

✓ Se recalca que la primera fila de asientos recibió de manera más directa el impacto y los cinturones se encontraban cortados.

<b>Equipamientos (plásticos internos que conforman el autobús)</b>	Visual	Mal estado
--	--------	------------

**Porta equipajes**

**Lado izquierdo**



**Lado derecho**



**Otros elementos**



**Observación**

- ✓ Al referirnos a la fibra que conforman los elementos internos, la zona izquierda se encontraban rotos, destruidos, o flojos, en comparación a la zona de la derecha (refiriéndonos a los parantes y la zona de equipaje).
- ✓ La puerta del baño estaba rota y se encontraba fuera de su lugar.
- ✓ Los plásticos en donde se apoyaba brazos y recubren el asiento no presentaban mayor daño.

<b>Mamparas</b>	Visual	Mal estado
-----------------	--------	------------






**Observación**



- ✓ La mampara que separa la cabina del conductor, con los pasajeros se encontraba destruida y los vidrios estaban rotos.

APOYOS BIBLIOGRÁFICOS	
Normas	Reglamentos
<p><b>NTE INEN 1623</b> - Aceros Perfiles estructurales conformados en frio</p> <p><b>NTE INEN 1415</b> - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural</p> <p><b>NTE INEN 1668</b> - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales</p> <p><b>NTE INEN 1669.</b> - Vidrios de seguridad</p>	<p><b>RTE INEN 034</b> - Elementos de seguridad</p>

#### 4.2. INSPECCIÓN DE UNIDADES DE BUSES MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
David Francisco Tapia Tabango		67554	Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias Msc.
Pedro José Mendoza Criollo		63128	
<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)</b>			
<b>ENSAYOS DE LIQUIDOS PENETRANTES</b>			
<b>Elemento de verificación (descripción y posición)</b>		<b>Evidencia</b>	
Soldadura en los costados de carrocería.		Se aplica un limpiador	La superficie debe pasar por un proceso de limpieza, por lo que se aplica un limpiador base solvente. Y con ayuda de un cepillo o lija se quita porosidades, posteriormente se quita el excedente con papel absorbente.
		Se aplica el líquido penetrante	Se procede a dejar un tiempo aproximadamente entre 7 a 10 min, permitiendo que el líquido se introduzca en cualquier grieta o discontinuidad.
		Se aplica un limpiador	Con paño seco se quita el excedente del penetrante, posteriormente se aplica el limpiador base solvente para la limpieza completa.
		Se aplica el revelador	Es necesario agitar bien la lata con el fin de que las partículas sólidas que están asentadas en el fondo del recipiente se mezclen bien. Se procede a colocar el revelador a una distancia entre 20 – 30 cm y se deja por 10 min.
		Observación	Una vez transcurrido el tiempo se procede a observar y realizar la interpretación de los resultados
		Se aplica un limpiador	Finalmente, se procede a realizar la limpieza general de la pieza aplicando el limpiador.

Inspección de la soldadura en varios puntos de la estructura antes y después del ensayo de tintas penetrantes.	
1er elemento	Descripción
	Se puede apreciar el cordón de soldadura no es uniforme y existe presencia de socavados a lo largo del cordón.
	En la inspección por tintas penetrantes se puede apreciar el socado producido por una mala manipulación del equipo, así como también salpicadura producida por una mala conexión de tierra al momento de soldar.
2do elemento	Descripción
	A simple vista se puede observar socavamientos, como también la falta de penetración en la soldadura y salpicadura.
	Con la inspección de tintas penetrantes se puede apreciar de mejor manera en donde se producen los socavamientos, que posteriormente serán consideradas en fallas de futuras grietas, todo esto causado por una mala manipulación de la máquina de soldadura o por la utilización de un amperaje excesivo.
3er elemento	Descripción
	En esta soldadura se puede apreciar porosidades, salpicadura y un cordón uniforme.
	Con la inspección de tintas penetrantes porosidades al inicio del cordón por presencia de impurezas al momento de soldar, presenta pequeños puntos que resultan ser socavados y los puntos fuera del cordón son salpicaduras producidas por una mala conexión de tierra.

4to elemento	Descripción
	<p>En esta soldadura tenemos un cordón uniforme, socavamientos y salpicaduras a lo largo del cordón y material base.</p>
	<p>Se puede apreciar las salpicaduras a lo largo del cordón, existen pequeños socavamientos que se pueden apreciar por las tintas penetrantes todo esto pudiera ser causado por un exceso de corriente o amperaje, así como también una mala conexión a tierra.</p>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para definir los requisitos de diseño y manufactura de las carrocerías de autobuses interprovinciales, se encontró que estos son homologados y cumplen los requisitos contemplados en la norma nacional NTE INEN 1323:2009 “Vehículos automotores, carrocerías de buses, requisitos” y RTE INEN 043:2011 “Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”; precautelando la seguridad activa y pasiva de los ocupantes.
  
- Respecto al estado tecnológico de los procesos conocidos en otros países establecidos por los requerimientos de CEPE (comisión económica de las naciones unidas para Europa); existen lineamientos en ensayos que no se emplean en nuestro país, como:
  - Prueba de estabilidad, contemplada en el punto 7,4 de estabilidad lateral del Reglamento Nro. 107 “Disposiciones uniformes a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción”.Aparte, se puede determinar que países como: Brasil y México, presentan una normativa propia dirigida a su infraestructura y medio ambiente.
  
- En relación a los estados tecnológicos establecidos en el país, con la visita técnica realizada a las empresas de carroceras nacionales se observó, el proceso de producción de un autobús interprovincial, determinando que las empresas no cumplen con protocolos claves de calidad, si bien siguen planos para su construcción, no verifican especificaciones de tamaño o tolerancias geométricas, como dimensiones de la materia prima, y una rigurosa inspección en el tema de soldadura con el fin de inspeccionar elementos que no permiten que algunas secciones de la estructura se suelden de forma correcta.
  
- Con la finalidad de identificar las oportunidades de mejoras en los procesos de diseño y manufactura, en la inspección de los autobuses no colisionados, se pudo observar elementos ajenos soldados a la estructura, (elementos soldados para proporcionar seguridad a las bodegas, elementos eléctricos añadidos a la cabina), realizados por parte de los dueños de los autobuses sin ningún tipo de análisis (elementos añadidos por entidades ajenas a la empresa de ensamblaje).

- En la inspección del autobús colisionado se pudo apreciar que el espacio de supervivencia se vio invadido por elementos de la carrocería del autobús exponiendo la vida de los pasajeros.
- De igual forma, en la inspección de un autobús interprovincial colisionado se observó, falencias en su configuración, determinándose que todos los asientos tienen su sujeción en dos articulaciones en común, dando lugar a que fallen todos los asientos en caso de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral, cuando un golpe afecta a este perfil en común. Además, que el autobús colisionado sufrió daños causados no solo por el vuelco, lo que generó que existiera invasión del espacio de supervivencia, tanto en algunos asientos en donde iban pasajeros, como en el asiento del conductor, tomando en consideración que la cabina del conductor estaba destruida.

#### Recomendaciones:

- En nuestro país debería realizarse pruebas de impacto de automóviles y de autobuses, como se lo hace en otros países regidos por la reglamentación técnica de la CEPE, entidad que recomienda establecer parámetros críticos para su análisis.
- Se debe ejecutar una prueba de estabilidad contemplada en el punto 7,4 del **Reglamento Nro. 107** “Disposiciones uniformes a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción”, en donde se analizaría la altura del centro de gravedad el cual es un factor fundamental que determina la estabilidad del autobús.
- Los soldadores de las empresas carroceras calificados previamente por las entidades autorizadas, deberán tener el conocimiento apropiado en discontinuidades, causas y defectos de soldadura aplicando las normas de soldadura de la AWS (*American Welding Society*).
- Mejorar el desempeño estructural de las carrocerías de buses y del carenado a partir del uso de mejores materiales con capacidades funcionales como aluminio, aceros de alto nivel elástico, materiales compuestos, entre otros, los que influyen en el diseño mecánico con la función de absorber energía, para preservar el espacio de supervivencia en un accidente.

- Garantizar la seguridad de los pasajeros a la ventana en caso de presentarse un accidente de tipo vuelco lateral, al estar retenidos con el cinturón de seguridad, en el momento de producirse la rotura de la ventana hace imposible su eyección parcial y su contacto con el suelo, sin embargo, no existe reglamentación relacionada con la retención en caso de darse un accidente de este tipo.
- Según la evidencia obtenida de un accidente de tipo vuelco lateral, se apreció la invasión del espacio de supervivencia, donde es necesario tomar en consideración una restructuración, ya sea de la configuración de la estructura del autobús, como de un análisis de cargas críticas en donde además de considerar el vuelco lateral, se tome en cuenta impactos frontales en donde influye la velocidad.
- Es imperativo que el conductor cuente con un panel de control a fin de verificar que todas las personas utilicen el cinturón de seguridad en un viaje, garantizando la seguridad de los ocupantes al momento presentarse un accidente ya sea de choque frontal o de tipo vuelco lateral.

**BIBLIOGRAFÍA****REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Cárdenas, D., Escudero, J., Quizhpi, S., & Amaya Pinos, M. (2017). Propuesta de diseño estructural para buses de carrocería interprovincial. *Ingenius*, 11, 42. <https://doi.org/10.17163/ings.n11.2014.05>
- Castillo, L. (2017, November 17). *Accidente de un bus interprovincial dejó cuatro muertos y 42 heridos en Azuay* | Últimas Noticias. <https://www.ultimasnoticias.ec/las-ultimas/accidente-bus-interprovincial-muertos-heridos.html>
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2001). *Directiva 2001/85(CE - disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del conductor, y por la que se modifican las Directivas 70/156/CEE y 97/27/CE*. 13, 1–46.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2011). *Reglamento 66 - Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura*. 78, 30–59.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2013). *Reglamento 80 - Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes*. 78, 30–59.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2015a). *Reglamento 107 - disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción [2015/922*. 78, 30–59.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2015b). *Reglamento 14 - Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, los sistemas de anclajes ISOFIX, los anclajes superiores ISOFIX y las plazas de asiento i-Size*. 78, 30–59.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. (2015c). *Reglamento 16 -*



*Cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor.* 78, 30–59.

Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre. (1999). *Norma oficial mexicana nom-067-sct-2/secofi-1999, transporte terrestre servicio de autotransporte económico y mixto, midibús, características y especificaciones técnicas y de seguridad.* 47.

Consejo Nacional de Transito (CONTRAN). (2009). *Resolución Nro. 316/2009 Establece requisitos de seguridad para vehículos de transporte colectivo de pasajeros M2 y M3 (tipos microbus o omnibus) de fabricación nacional o extranjera.* 1, 1–44.

DIPAC. (1954). *Catálogo General de Productos.* 198–201.

El Comité de Soldadura Estructural AWS. (n.d.). *Código de Soldadura Estructural – Lámina de Acero ANSI/AWS D1.3-98.*

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS. CFR. (2004). *49 CFR § 571.220 - Norma No. 220; Protección contra vuelcos del autobús escolar.* El | CFR | Ley de los Estados Unidos | LII / Instituto de Información Legal. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.220>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS. (2004a). *49 CFR § 571.214 - Norma No. 214; Protección contra impactos laterales.* El | CFR | Ley de los Estados Unidos | LII / Instituto de Información Legal. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.214>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, C. (2004b). *49 CFR § 571.209 - Standard No. 209; Seat belt assemblies.* | CFR | US Law | LII / Legal Information Institute. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.209>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, C. (2004c). *49 CFR § 571.210 - Standard No. 210; Seat belt assembly anchorages.* | CFR | US Law | LII / Legal Information Institute. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.210>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, C. (2004d). *49 CFR § 571.212 - Standard No. 212; Windshield mounting.* | CFR | US Law | LII / Legal Information Institute. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.212>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, C. (2004e). 49 CFR § 571.221 - *Standard No. 221; School bus body joint strength.* | CFR | US Law | LII / Legal Information Institute. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.221>

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, C. (2004f). 49 CFR § 571.222 - *Standard No. 222; School bus passenger seating and crash protection.* | CFR | US Law | LII / Legal Information Institute. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/571.222>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2001). NTC 1467 “*Materiales para vidrio (acristalamiento) de seguridad utilizados en vehículos de seguridad y en equipos para vehículos automotores que operan en carreteras.*”

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). NTC 5206 “*Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajeros. Requisitos y métodos de ensayo.*” 571.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2008). NTE INEN 2415:2008 *Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales. Requisitos. 2415.*

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009a). NTE INEN 1323:2009 - *Vehículos automotores. Carrocería de Buses. Requisitos.*

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009b). NTE INEN 1623:2009 *Aceros. Perfiles estructurales conformados en frío. Requisitos e inspección. 1623.*

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2010). RTE INEN 043:2010 *Bus interprovincial e intraprovincial.*

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). Norma NTE INEN 1669 *Vidrios de seguridad para automotores. Requisito. Inen.* [https://doi.org/10.1016/s0301-5629\(02\)00732-9](https://doi.org/10.1016/s0301-5629(02)00732-9)

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2016). Resolución No. 16 382. *Inen, 15, 25.*

Larry Jeffus, L. B. (2019). *Welding - Skills, Processes and Practices for Entry-Level Welders.* In *I* (Vol. 53, Issue technology).

- Márquez Jaramillo, F. E. (2016). *Manual de Inspección de Carrocerías de Buses*. 111 pag. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6858>
- Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaria de transporte. (2013a). *Decreto 158 "Sistemas y dispositivos de seguridad que deben cumplir los buses destinados a prestar servicios de transporte público y privado de pasajeros."* 6–8.
- Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaria de transporte. (2013b). *Decreto 175 "Condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicios interurbanos de transporte público de pasajeros."* 6–8.
- Secretaria de Transporte. (2006a). *Resolución 11/2006 |Estructura de asientos y requisitos mecánicos para el anclaje de asientos |Argentina.gob.ar.* <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-11-2006-113103>
- Secretaria de Transporte. (2006b). *Resolución 757/2006 |Correa de sujeción| Argentina.gob.ar.* <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-757-2006-120012>
- Secretaria de Transporte. (2008). *Resolución 101/2008 |Condiciones de estabilidad|Argentina.gob.ar.* <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-101-2008-138230>
- SUNARC. (2007). Soldadura Mig/Mag. *Sunarc*, 34, 34. [http://www.ridso.com/documentos/muro/207\\_1414440280\\_544ea55888703.pdf](http://www.ridso.com/documentos/muro/207_1414440280_544ea55888703.pdf)

**ANEXO I**

**1.1.SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA**

En el presente anexo se encuentra información recabada de las normas AWS, con el fin de que las empresas deban conocer cuáles son los criterios al momento de soldar, criterios de impacciones y prueba por parte de soldadores como de los entes calificadoros.

**1.2.PROCESOS DE SOLDADURA**

Procesos de soldadura		
Procesos aprobados	Soldadura de espárrago (SW)	Otros procesos
Soldadura por medio de arco eléctrico con electrodo manual revestido (SMAW), con gas y metal de aporte (GMAW), alambre tubular con protección, interior (FCAW), electrodo de tungsteno y gas protector (GTAW), o arco sumergido (SAW).	Cuando se ejecuta en una cubierta plana o en el techo	Se pueden ejecutar otros procesos aprobados por ingeniería, mientras sean calificados para asegurar las juntas satisfactoriamente.

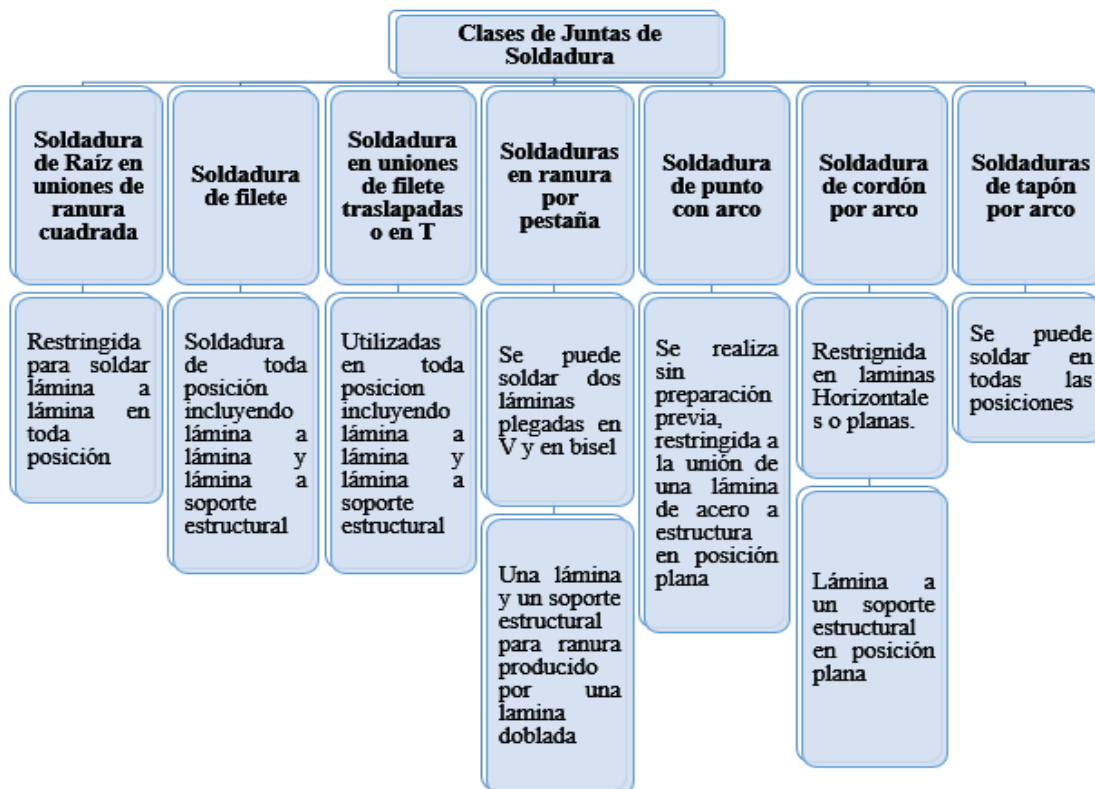
**1.2.1. Metal de aporte** - se utiliza el proceso de soldadura utilizado, según el listado de metales para proporcionar la resistencia correspondiente.

**TABLA 1.**  
**REQUISITOS DEL MATERIAL DE APORTE**

Especificaciones del acero ASTM		Requisitos del metal de aporte				Especificaciones de metal AWS
		Punto de rendimiento mínimo		Resistencia mínima		
		Ksi	MPa	Ksi	MPa	
A553SQ	Gr 33	33	230	45	310	SMAW WS A5.1 E60XX, E70XX
	Gr 37	37	255	52	360	
	Gr 40	40	275	55	380	
A570	Gr 30	30	205	49	340	SMAW A5.5 E70XX-X
	Gr 33	33	230	53	360	
	Gr 36	36	250	53	365	SAW AWS A5.17 F6AX-EXXX o F7AX-EXXX
	Gr 40	40	275	55	380	
	Gr 45	45	310	60	415	
	Gr 50	50	345	65	450	
A606		45	310	65	450	GMAW AWS A5.18 ER70S-X
A607	Gr 45	45	310	60	415	GTAW AWS A5.18 ER70S-X
	Gr 50	50	345	65	450	
Gr611	Gr A	25	175	42	290	FCAW AWS A5.20 E6XT-X o E7XT-X
	Gr B	30	205	45	310	
	Gr C	33	230	48	335	FCAW AWS A5.19 E7XTX-X o E6XTX-X
	Gr D	40	275	52	360	
A607	Gr 55	55	380	70	485	SMAW WS A5.1 E70XX
						SMAW A5.5 E70XX-X
						SAW AWS A5.17 F7AX-EXXX
						SAW AWS A5.23 F7AX-EXXX-XX
						GMAW AWS A5.18 ER70S-X
						FCAW AWS A5.20 E7XT-X
						FCAW AWS A5.29 E7XTX-X
GTAW AWS A5.18 ER70S-X						
A653SQ	Gr 80	80	550	82	570	SMAW A5.5 E80XX-X
A607	Gr 60	60	425	75	515	GMAW AWS A5.28 ER80S-X
	Gr 70	70	485	85	585	
A611	Gr E	80	550	82	565	FCAW AWS A5.29 E8XTX-X
						GMAW AWS A5.28 ER80S-X

Fuente:(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

### 1.3.CLASES DE JUNTAS DE SOLDADURA



Fuente:(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) Elaborado por: Autores

**TABLA 2.**

*POSICIONES DE SOLDADURA Y RESTRICCIONES PARA WPS<sup>4</sup>*

Posiciones de soldadura y restricciones para WPS							
	Raíz de junta cuadrada	Filete	Bisel por pestaña	Bisel doble en V	S. por puntos	S. por costura	S. de tapón
Lámina a Lámina	P H V SC	P H V SC	P H V SC	P H V SC	- - - -	P H - -	P H V SC
Lámina a soporte estructural	- - -	P H V SC	P H V SC	- - -	P - - -	P - - -	P H V SC

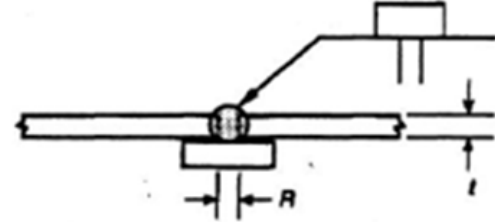
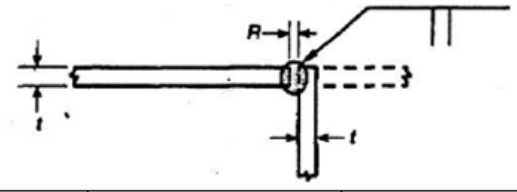
Nota: P – posición plana. H – horizontal. V – vertical. SC – sobre cabeza. Bisel por pestaña – flare bevel Groove Weld. Doble bisel en V – flare V Groove Weld

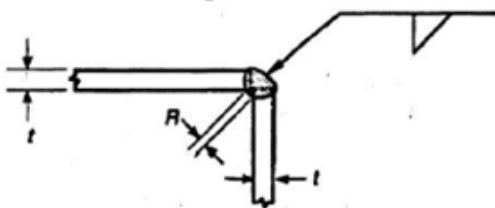
Fuente:(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) Elaborado por: Autores

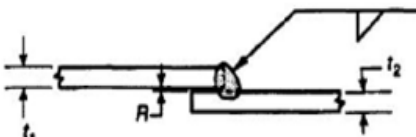
<sup>4</sup> Nota: El trabajo realizado bajo este código puede involucrar operaciones y materiales peligrosos, tales como humos y partículas sólidas originadas por la soldadura de consumibles, metal base, y recubrimientos presentes en el metal base. Este código no proporciona todos los datos y medidas concernientes asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario establecer las medidas y prácticas apropiadas para proteger su salud. El usuario será quien determine la aplicabilidad y limitaciones que regulen su uso.

**TABLA 3.**

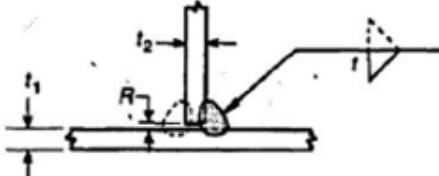
**PRECALIFICAION DE LOS WPSs (ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA)**

Juntas soldadas	Detalles de la penetración	Figuras																				
<p><b>Soldadura de Raíz</b></p>	<p>Realizadas en procesos procesos SMAW, GMAW, GTAW o FCAW en las esquinas como se muestra en las figuras 1.1, 1.2.</p>	<div data-bbox="1176 343 1982 766"> <p>Respaldo de espesor suficiente para evitar que se derrita</p>  <table border="1" data-bbox="1176 638 1982 718"> <thead> <tr> <th>Procesos de soldadura</th> <th>Espesor, t</th> <th>R – apertura de la raíz</th> <th>Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Todas</td> <td>18 Ga (min), 12 Ga (máx.)</td> <td>0 (min), t (máx.)</td> <td rowspan="2">Todas</td> </tr> <tr> <td>11 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>3/4 (min), t (máx.)</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p> <p><b>Figura 1.</b> Soldadura de ranura cuadrada en unión a tope con acero  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div> <div data-bbox="1176 869 1982 1220">  <table border="1" data-bbox="1176 1093 1982 1173"> <thead> <tr> <th>Procesos de soldadura</th> <th>Espesor, t</th> <th>R – apertura de la raíz</th> <th>Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Todas</td> <td>18 Ga (min), 12 Ga (máx.)</td> <td>0 (min)</td> <td rowspan="2">Todas</td> </tr> <tr> <td>11 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>t (máx.)</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p> <p><b>Figura 2.</b> Soldadura de ranura cuadrada en unión a tope o esquina sin respaldo  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div>	Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	Todas	18 Ga (min), 12 Ga (máx.)	0 (min), t (máx.)	Todas	11 Ga (min), 7 Ga (máx.)	3/4 (min), t (máx.)	Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	Todas	18 Ga (min), 12 Ga (máx.)	0 (min)	Todas	11 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t (máx.)
		Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones																	
Todas	18 Ga (min), 12 Ga (máx.)	0 (min), t (máx.)	Todas																			
	11 Ga (min), 7 Ga (máx.)	3/4 (min), t (máx.)																				
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones																			
Todas	18 Ga (min), 12 Ga (máx.)	0 (min)	Todas																			
	11 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t (máx.)																				

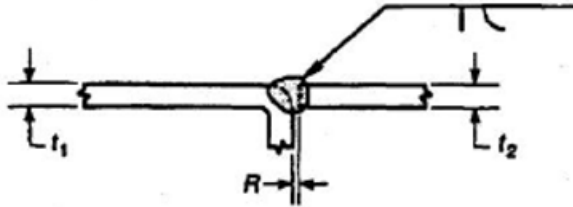
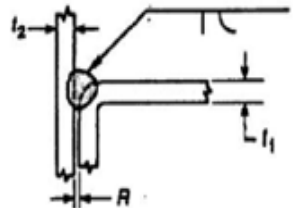
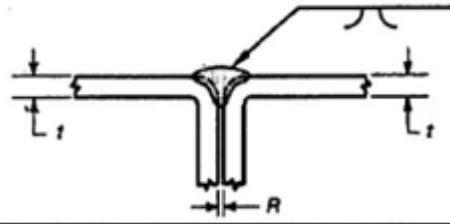
Juntas soldadas	Detalles de la penetración	Figuras								
<p><b>Soldadura de filete</b></p>	<p>Realizadas en procesos procesos SMAW, GMAW, GTAW o FCAW en las esquinas como se muestra en las figuras 1.3, 1.4, 1.5.</p>									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1108 494 1400 526">Procesos de soldadura</th> <th data-bbox="1400 494 1568 526">Espesor, t</th> <th data-bbox="1568 494 1848 526">R – apertura de la raíz</th> <th data-bbox="1848 494 2051 526">Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1108 526 1400 590" rowspan="2">Todas</td> <td data-bbox="1400 526 1568 558">18 Ga (min)</td> <td data-bbox="1568 526 1848 558">0 (min)</td> <td data-bbox="1848 526 2051 590" rowspan="2">Todas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1400 558 1568 590">11 Ga (min)</td> <td data-bbox="1568 558 1848 590">t/4 (máx.)</td> </tr> </tbody> </table>	Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	Todas	18 Ga (min)	0 (min)	Todas
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones							
Todas	18 Ga (min)	0 (min)	Todas							
	11 Ga (min)	t/4 (máx.)								
<p><b>Nota:</b> para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p>		<p align="center"><b>Figura 3.</b> Soldadura de filete en unión de esquina  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>								

			
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones
Todas	18 Ga (min)	0 (min)	Todas
	7 Ga (min)	t1/2 (máx.)	
<p><b>Nota:</b> t1 - miembro más delgado cuando están involucrados dos espesores diferentes                  Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p>			

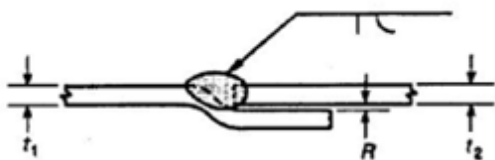
**Figura 4.** Soldadura de filete en junta de solape  
**Fuente:**(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

			
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones
Todas	18 Ga (min)	0 (min)	Todas
	7 Ga (min)	t1/2 (máx.)	
<p><b>Nota:</b> t1 - miembro más delgado cuando están involucrados dos espesores diferentes                  Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p>			

**Figura 5.** Soldadura de filete en junta tipo T  
**Fuente:**(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

Juntas soldadas	Detalles de la penetración	Figuras																							
<p><b>Soldadura en Ranura de un Doblez</b></p>	<p>Realizadas en procesos procesos SMAW, GMAW, GTAW o FCAW en las esquinas como se muestra en las figuras 1.6, 1.7, 1.8.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="1131 518 2027 654"> <thead> <tr> <th>Procesos de soldadura</th> <th>Espesor, t</th> <th>R – apertura de la raíz</th> <th>Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"><b>Todas</b></td> <td>t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>0 (min)</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Todas</td> </tr> <tr> <td>t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>t1/2 (máx.)</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> t1 - miembro más delgado cuando están involucrados dos espesores diferentes  <b>Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 6.</b> Soldadura acanalada de bisel en la junta a tope  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>				Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	<b>Todas</b>	t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas	t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t1/2 (máx.)										
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones																						
<b>Todas</b>	t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas																						
	t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t1/2 (máx.)																							
<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="212 1077 1086 1181"> <thead> <tr> <th>Procesos de soldadura</th> <th>Espesor, t</th> <th>R – apertura de la raíz</th> <th>Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"><b>Todas</b></td> <td>t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>0 (min)</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Todas</td> </tr> <tr> <td>t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)</td> <td>t1/2 (máx.)</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> t1 - miembro más delgado cuando están involucrados dos espesores diferentes  <b>Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.</b> Soldadura acanalada de bisel en la junta de esquina  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>		Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	<b>Todas</b>	t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas	t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t1/2 (máx.)	<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="1131 1093 2027 1189"> <thead> <tr> <th>Procesos de soldadura</th> <th>Espesor, t</th> <th>R – apertura de la raíz</th> <th>Posiciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"><b>Todas</b></td> <td>7 Ga (máx.)</td> <td>0 (min)</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Todas</td> </tr> <tr> <td>18 Ga (min)</td> <td>t/2 (máx.)</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 8.</b> Soldadura acanalada junta a tope en V  <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>				Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones	<b>Todas</b>	7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas	18 Ga (min)	t/2 (máx.)
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones																						
<b>Todas</b>	t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas																						
	t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)	t1/2 (máx.)																							
Procesos de soldadura	Espesor, t	R – apertura de la raíz	Posiciones																						
<b>Todas</b>	7 Ga (máx.)	0 (min)	Todas																						
	18 Ga (min)	t/2 (máx.)																							



Juntas soldadas	Detalles de la penetración	Figuras			
<p><b>Juntas de Traslape con Bisel por Dobleces para Traslape</b></p>	<p>Realizadas en procesos procesos SMAW, GMAW, GTAW o FCAW en las esquinas como se muestra en la figura 1.9.</p>				
		<p><b>Procesos de soldadura</b></p>	<p><b>Espesor, t</b></p>	<p><b>R – apertura de la raíz</b></p>	<p><b>Posiciones</b></p>
		<p><b>Todas</b></p>	<p>t1 - 18 Ga (min), 7 Ga (máx.) t2 - t1 Ga (min), 7 Ga (máx.)</p>	<p>0 (min) t1/2 (máx.)</p>	<p>Todas</p>
<p><b>Nota:</b> t1 - miembro más delgado cuando están involucrados dos espesores diferentes Para soportar miembros estructurales, hay que soportar espesores equivalentes en términos de calibre de chapa, se utilizara 3/16 pulg para 7Ga, 1/8 pulg para 11 Ga.</p>					
<p align="center"><b>Figura 9.</b> Soldadura acanalada de bisel en la junta de regazo <b>Fuente:</b>(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>					

**Fuente:**(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

## 1.4.CALIFICACIÓN DE LA SOLDADURA

**TABLA 4.**  
*CALIFICACIÓN DE LA SOLDADURA*













Tipo de soldadura	Requisitos	Validación
<b>Soldaduras de Ranura Cuadrada en Uniones de Raíz</b>	<p>La soldadura debe tener una apariencia uniforme y debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fracturas</li> <li>○ Refuerzos que no estén de acuerdo con 6.1.1.2 de la norma</li> <li>○ Socavamientos que no estén de conformidad con 6.1.1.3 de la norma</li> </ul>	<p>Una soldadura será aceptable si satisface los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Que no haya fisuras visibles después del doblado y</li> <li>○ Las fisuras en el metal de soldadura se detectan visualmente y</li> <li>○ La cara fracturada no muestra visualmente discontinuidades (escoria, porosidad).</li> <li>○ El tamaño de la soldadura es igual o mayor que el espesor de la lámina de acero.</li> </ul>
<b>Soldaduras de Filete</b>	<p>Lámina a lámina. El montaje de cada prueba se debe hacer de acuerdo con la figura 2A.</p> <p>Lámina a un soporte estructural. El montaje de cada prueba se debe hacer de acuerdo con la figura 2A.</p> <p>Una soldadura será aceptable si se cumplen los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Que después del doblado no se detecten fisuras en el metal de soldadura</li> <li>○ Después del doblado se detecten fisuras en el metal de soldadura</li> <li>○ En la cara fracturada no se detecten visualmente discontinuidades (escoria, porosidades)</li> <li>○ El tamaño de la soldadura <math>t_w</math> es igual o mayor que el espesor de la lámina.</li> </ul> <p>Después de la inspección visual de las soldaduras aceptables las dos piezas se deben separar doblándolas o martillando un lado hasta que falle la soldadura.</p> <p>La superficie fracturada debe mostrar completa fusión en la raíz de la junta.</p>	<p>Para la validez de la calificación se debe cumplir con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Las uniones en T se deben calificar como traslapes o juntas en T.</li> <li>○ La lámina a soporte estructural califica para lámina a soporte estructural para una posición de soldadura dada y espesor de la lámina.</li> <li>○ Lámina a lámina califica para lámina a lámina y también para lámina a soporte estructural para una soldadura y espesor de lámina dados, el control se hará por el espesor de la lámina más delgada</li> </ul>
<b>Soldaduras en ranura por doblez</b>	<p><b>Lámina a Lámina.</b> Cada probeta consiste en dos piezas rectangulares de lámina por lo menos de 2-1/2" (65 mm) de ancho, y por lo menos 3" (75 mm) de largo. Una de las piezas se debe doblar a 90° alrededor del radio interior que no exceda de 3t, donde t es el espesor de la lámina; la otra pieza debe estar plana. Estas se deben acondicionar de tal manera que formen una junta con una ranura por doblez. En la ranura por doblez se debe depositar 1" de soldadura (25 mm) de largo utilizando el tipo y el tamaño adecuado de electrodo y soldadura típica. El montaje de la prueba se muestra en la Figura 3A.</p> <p><b>Lámina a un Soporte Estructural.</b> Cada probeta consiste en dos piezas rectangulares de lámina por lo menos de 2-1/2" (65 mm) de ancho, y por lo menos</p>	<p>La calificación de la soldadura para ranura por doblez sencillo calificará para soldaduras en ranura en V por doblez y viceversa, aplican las mismas variables esenciales provistas. Ver Figura 3D.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La lámina a soporte estructural califica para lámina a soporte estructural para una posición y espesor de lámina dados.</li> <li>○ Lámina a lámina califica para lámina a lámina y para lámina a soporte estructural para una posición y espesor de metal dados.</li> </ul>

	<p>3" (75 mm) de largo. Una de las piezas se debe doblar a 90° alrededor del radio interior que no exceda de 3t, donde t es el espesor de la lámina; la otra pieza debe estar plana. Estas se deben acondicionar de tal manera que formen una junta con una ranura por doblez. En la ranura por doblez se debe depositar 1" de soldadura (25 mm) de largo utilizando el tipo, el tamaño de electrodo y la corriente de soldadura adecuados. El montaje de la prueba se muestra en la Figura 3B.</p>	
<p><b>Soldaduras de Punto por Arco</b></p>	<p>Una pieza (o dos piezas para dobles espesores) de lámina de 2"-1/2" (63 mm) o más ancha deberá ser asegurada a la parte superior de una brida, el resto, o una separación que es la parte menor 1/2 "(13 mm) se utiliza para formar el ensamblaje de la prueba. (ver Figura 4). (a) Para láminas que sean más delgadas que 0.028" (0.7 mm), se suelda arandelas de por lo menos 0.060" (1.5 mm) de espesor y se hará como para las láminas listadas en 1.2.1. (Ver 2.3.5.3). (2) En puntos por soldadura de arco se debe producir un diámetro visible (d) (especificado en la WPS y no menor que 1/2" (13 mm) de diámetro). Se deberá rellenar el cráter y hacer un mínimo de refuerzo de 1/32" (1 mm).</p>	<p>La parte saliente de la lámina se deberá torcer (ver Figura 4) hasta que el punto se desprenda de cualquiera de las partes. (a) El punto resultante medido en un diámetro de no deberá ser menor de 3/8" (9 mm) o el diámetro requerido en la WPS, o más grande. (b) Las caras fracturadas no deben mostrar discontinuidades visibles (escoria o porosidad). (c) El metal soldado no deberá mostrar fracturas.</p>
<p><b>Cordón de Soldadura con Arco</b></p>	<p><b>Espesores Sencillo o Doble para Lámina a Soporte Estructural.</b> Se requiere una WPS para cada espesor sencillo o doble de una lámina que vaya a ser soldada a una estructura en posición plana. Se necesita ensamblar dos cupones de prueba para cada WPS (Ver detalles 5A en la Tabla 1.4) y cada cupón debe ser preparado y soldado como sigue: Una pieza (o dos piezas para dobles espesores) de lámina de 2"-1/2" (63 mm) o más ancha deberá ser asegurada a la parte superior de una brida, el resto, o una separación que es la parte menor 1/2 "(13 mm) se utiliza para formar el ensamblaje de la prueba. (ver Figura 5A). Se producirá un cordón de soldadura con arco con una anchura (d) (especificada en la WPS, y no menor que 1/2" (13 mm) y de longitud no menor de 1" (25 mm). El cráter se deberá rellenar y reforzar como mínimo 1/32" (1 mm). <b>Espesor Sencillo para Lámina a Lámina.</b> Se necesita una WPS para cada espesor sencillo de lámina que vaya a ser soldada con un cordón de soldadura por arco a otra lámina en posiciones plana u horizontal sin tomar en consideración las variables esenciales de 4.5. Se debe ensamblar, preparar y soldar una prueba con la configuración actual de la junta para cada WPS (Ver configuración típica de la junta en la figura 5B). Se producirá un cordón de soldadura con arco con una anchura (d) (especificada en la WPS, y no menor que 1/2" (13 mm) y de longitud no menor de 1" (25 mm). El cráter se deberá rellenar y reforzar como mínimo 1/32" (1 mm)</p>	<p>La parte proyectada de la lámina se deberá examinar, o doblar, o las dos cosas, a 180° con el eje de doblado coincidente con el eje de soldadura (ver Figura 5A o Figura 5B) hasta que el cordón de soldadura se desprenda de las dos piezas. o El punto resultante medido en un diámetro <i>de</i> no deberá ser menor de 3/8" (9 mm) o el diámetro requerido en la WPS, o más grande. o Las caras fracturadas no deben mostrar discontinuidades visibles (escoria o porosidad). o El metal soldado no deberá mostrar fracturas.</p>

<p><b>Soldaduras de Tapón con Arco.</b></p>	<p><b>Espesores sencillos o Múltiples para Lámina a Soporte.</b>          Se necesita una WPS para cada uno de los espesores sencillos o múltiples de una lámina que va a ser soldada mediante soldadura de tapón con arco a un soporte estructura.          Se necesita ensamblar dos pruebas por cada WPS (ver detalles en la Tabla 1.4) y cada ensamblaje deberá ser preparado y soldado como sigue:          Una pieza (o varias piezas para múltiples espesores) de lámina de 2"-1/2" (63 mm) o más ancha deberá ser asegurada a la parte superior de una brida, el resto, o una separación que es la parte menor 1/2 "(13 mm) se utiliza para formar el ensamblaje de la prueba. (ver Figura 6). Se producirá un tapón de soldadura con arco con una anchura (d) (especificada en la WPS, y no menor que 1/2" (13 mm). El cráter se deberá rellenar y reforzar como mínimo 1/32" (1 mm).</p> <p><b>Espesores Múltiples para Lámina a Lámina.</b> Se necesita una WPS para cada espesor múltiple de lámina que va a ser soldada en tapón a otra lámina.          Se deberá ensamblar, preparar y soldar dos pruebas de la actual configuración de la junta para cada WPS (ver Figura 6 de la Tabla 1.4). Se deberá producir una soldadura de tapón con arco de un diámetro (d) visible (especificado en la WPS y no menos de 1/2" (13 mm). El cráter deberá ser rellenado y reforzado como mínimo en 1/32".</p>	<p>La parte saliente de la lámina deberá ser doblada (ver Figura 6) hasta que el tapón se desprenda de cualquiera de las partes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El punto resultante medido en su diámetro (<i>de</i>) no deberá ser menor de 3/8" o el diámetro requerido en la WPS, aunque puede ser mayor.</li> <li>○ La cara fracturada no debe mostrar discontinuidades (escoria, porosidad).</li> <li>○ El metal soldado no debe mostrar fracturas detectables.</li> </ul>
---	--	---

**Fuente:**(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 5.**  
**WPS PRUEBA DE CALIFICACIÓN**

WPS prueba de calificación						
	Ensamblajes de prueba – Figuras	Prueba del Tipo de unión soldada	Tipo de prueba	Posición		Junta soldada calificada
				Prueba	Calificación	
FIGURA 10.		Soldadura de ranura cuadrada en junta a tope - hoja a hoja	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura de ranura cuadrada en junta a tope - hoja a hoja
FIGURA 11.		Soldadura de filete en junta de solape - hoja a hoja	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura de filete en junta de solape - hoja a hoja, y hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 12.		Soldadura de filete en junta de solape - hoja al miembro estructural de soporte	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura de filete en junta de solape - hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 13.		Soldadura de filete en unión en t - hoja a hoja	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura de filete en unión en t - hoja a hoja, y hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 14.		Soldadura de filete en unión en t - lámina al miembro estructural de soporte	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura de filete en unión en t - lámina al miembro estructural de soporte
FIGURA 15.		Soldadura acanalada de ranura biselada - hoja a hoja	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura acanalada de ranura biselada - hoja a hoja
FIGURA 166.		Soldadura acanalada de ranura biselada - hoja al miembro estructural de soporte	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura acanalada de ranura biselada - hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 17.		Soldadura acanalada con ranura en v - hoja a hoja	Curva	F H V OH	F H V OH	Soldadura acanalada con ranura en v - hoja a hoja, y hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 18.		Son puntos de soldadura - hoja al miembro estructural de soporte	Curva	F	F	Son puntos de soldadura - hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 19.		Son cordones de soldadura - hoja al miembro estructural de soporte	Torsión	F	F	Son cordones de soldadura - hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 20.		Son cordones de soldadura - hoja a hoja	Curva	H	H	Son cordones de soldadura - hoja a hoja, y hoja al miembro estructural de soporte
FIGURA 21.		Son soldaduras de sujeción - hoja al miembro estructural de soporte	Torsión	F H V OH	F H V OH	Son soldaduras de sujeción - hoja al miembro estructural de soporte

Fuente:(El Comité de Soldadura Estructural AWS, n.d.) **Elaborado por:** Autores

**ANEXO II**

**2.1. VIDRIOS DE SEGURIDAD**

Los vidrios de seguridad son elementos importantes al momento de salvaguardar la vida de los ocupantes, de la misma manera deben contar con su respectiva aprobación y homologación.

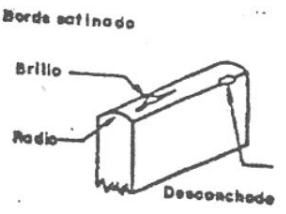
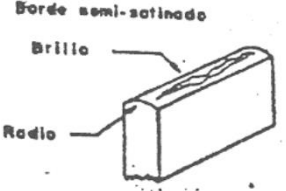
**TABLA 6.**  
*REQUISITOS DE VIDRIOS DE SEGURIDAD*

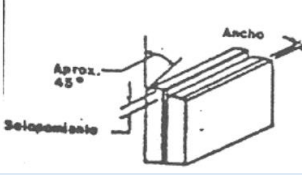
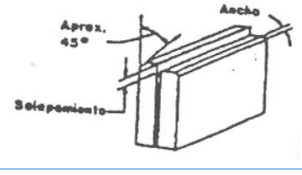
REQUISITOS	LAMINADO	TEMPLADO	METODO DE ENSAYO
Fragmentación		X	NTE INEN 1722**
Impacto con esfera de acero	X	X	NTE INEN 1723**
Impacto de la cabeza de ensayo de maniquí (1)	X		NTE INEN 1724**
Impacto con dardo	X		NTE INEN 1725**
Resistencia a alta temperatura	X		NTE INEN 1726**
Transmisión luminosa	X	X	NTE INEN 1727**
Estabilidad luminosa	X	X	NTE INEN 1728**
Resistencia a la abrasión	X	X	NTE INEN 1730**
Resistencia a la humedad	X		NTE INEN 1731**
Distorsión óptica	X	X	NTE INEN 1729**
Defectos visuales	X	X	Numeral 5. 12.1**
Dimensiones	x	X	Numeral 5. 12.2**

(1) Opcional se aplica a parabrisas, y puede efectuarse si el cliente lo solicita  
 (2) No aplica para vidrios de techo  
 (3) Solo aplica para materia prima  
 (4) Solo para lunetas  
 \* Ensayo destructivo ED  
 \*\* Ensayo no destructivo END

Fuente:(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 7.**  
*REQUISITOS DEL TIPO DE BORDE*

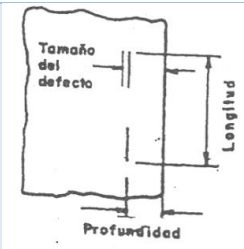

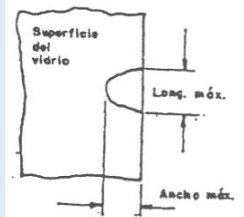
Tipo de borde	Descripción	Dimensiones	Tipo de uso	Calidad del borde (consideraciones esenciales)
I	<p>Borde satinado</p> 	Radios Max. 6,5 mm Min ½ del espesor del vidrio	Para vidrios templados. Debe ser usado en todos los bordes expuestos	Brillo en los bordes. Para estos bordes no se permitirá una zona brillante Desconchado del borde: ocasionales y con un tamaño máximo aceptable de 0,5 mm de diámetro.
II	<p>Borde semi-satinado</p> 	Radios Max. 6,5 mm Min ½ del espesor del vidrio	Para bordes no expuestos y que deslizan en canales	Brillo en los bordes. Para estos bordes no se permitirá una zona brillante Desconchado del borde: zonas aceptables (ver inspecciones aceptables de bordes).

Tipo de borde	Descripción	Dimensiones	Tipo de uso	Calidad del borde (consideraciones esenciales)
III		El borde biselado es aproximadamente 45° Ancho: 0,8 mm a 1 mm Solapamiento: Max. 1.0 mm	Para vidrio laminado. Este tipo de borde es típico para instalaciones fijas	Desconchado del borde: zona aceptable (ver inspecciones aceptables de bordes). Nota: para el vidrio templado se deben considerar todos los requisitos anteriores a excepción del solapamiento.
IV		El borde biselado es aproximadamente 45° Ancho: 0,8 mm +/- 0,4 mm Solapamiento: +0,25 mm -1,5 mm	Para vidrio laminado. Este tipo de borde es típico para instalaciones cuyo borde de vidrio está cubierto muy poco	Desconchado del borde: zona aceptable (ver inspecciones aceptables de bordes). Nota: para el vidrio templado se deben considerar todos los requisitos anteriores a excepción del solapamiento.

Fuente:(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 8.**

*INSPECCIONES ACEPTABLES DE LOS VIRIOS LAMINADOS*

CARACTERÍSTICAS	TOLERANCIA	OBSERVACIONES
Astillado	No son aceptables	
Marca del molde	Deben ser aprobadas previa acuerdo Cliente-Proveedor	
Plástico faltante	Profundidad máxima: 3 mm Longitud máxima: 100 mm La acumulación total de rechupes no debe exceder los 300 mm por parte.	
Exceso de plástico	El exceso de plástico no debe exceder los 0,8 mm y siempre que no interfiera con la instalación de vidrio.	
Desconchado del borde: Estas tolerancias aplican si en la calificación del tipo del borde no se tienen ninguna consideración especial.	El desconchado del borde es aceptable hasta una longitud máxima de 6 mm a lo largo del borde, con un anillo de 5 mm de longitud máxima dentro de la superficie del vidrio y hasta una profundidad máxima del 10% del espesor del vidrio.	La longitud máxima del desconchado no puede ser superior al borde del tamaño del desconchado especificado. 

Fuente:(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 9.**

*INSPECCIONES ACEPTABLES EN LOS BORDES DE LOS VIDRIOS TEMPLADOS*

Características	Tolerancia (para vidrios cuyo borde está cubierta muy poco)	Otros bordes del vidrio	
Marcas de molde	Debe ser aprobado por el cliente	Aceptable solamente en el área "D" del vidrio, señalada en la norma.	
Marcas de pinza	No son aceptables en un área visible	Aceptable solamente en el área "D" del vidrio, señalada en la norma.	
Astilladura	No son aceptables	No son aceptables	

<b>Desconchado del borde</b>	<p>No se aceptan desconchados mayores a 5 mm. Entre 4 mm y 5 mm no se aceptan más de 4 por vidrio y separados entre sí por una distancia no menor de 50 mm.</p> <p>Son permisibles desconchados entre 2,5 mm y 4 mm en grupos de 4 en 120 mm. Pero no más de 4 por grupo. Desconchados menores a 2,5 mm son aceptables siempre y cuando los esfuerzos a los cuales está sometido el vidrio no desmejoren su resistencia mecánica.</p>	<p>El tamaño máximo del desconchado es de 6,5 mm en la superficie con una profundidad máxima de 1/3 del espesor del vidrio.</p> <p>Desconchados entre 4 mm y 6,5 mm no se aceptan más de 4 por vidrio y separados entre sí a una distancia no menor a 50 mm.</p> <p>Son permisibles desconchados entre 2,5 mm y 4 mm. en grupos de 4 en 150 mm, pero no más de 4 por grupo,</p> <p>Desconchados menores a 2,5 mm no son aceptables siempre y cuando los esfuerzos a los cuales está sometido el vidrio no desmejoren su resistencia mecánica.</p>	<p>La profundidad máxima del desconchado del borde no debe ser superior a 1/3 del espesor del vidrio.</p> <p>El tamaño máximo del desconchado en un vidrio del tipo borde 1 no debe ser mayor a 2,3 mm.</p> <p>La longitud máxima no debe ser superior al doble de lo especificado en el tamaño del desconchado.</p>
------------------------------	---	---	--

**Fuente:**(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011) **Elaborado por:** Autores

### TABLA 10.

#### *DIMENSIONALES: ESPESOR*

Espesor (mm)	Límite (mm)	
	Mínimo	Máximo
3	2,5	3,6
4	3,7	4,5
5	4,6	5,3
6	5,4	6,5
7	6,6	7,5
8	7,6	8,3

**Fuente:**(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011) **Elaborado por:** Autores



### ANEXOS III

Anexos del reglamento Nro. 66 de la comisión económica de las naciones unidas para Europa.

#### Anexo 1 - Comunicación

Se presenta el formato que se debe llenar para pedir la respectiva homologación de un vehículo de grandes dimensiones destinado para el transporte de pasajeros.



expedida por: Nombre de la administración

.....

.....

relativa a <sup>(2)</sup>: LA CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN  
 LA EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN  
 LA DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN  
 LA RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN  
 EL CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de vehículo en lo que concierne a la resistencia de su superestructura, con arreglo al Reglamento nº 66

Nº de homologación: ..... Nº de extensión: .....

1. Denominación comercial o marca del tipo de vehículo: .....
2. Tipo de vehículo: .....
3. Categoría/clase de vehículo <sup>(3)</sup>: .....
4. Nombre y dirección del fabricante: .....
5. Nombre y dirección del representante del fabricante, en su caso: .....
6. Breve descripción de la superestructura con respecto al apartado 3.2.2.2 del presente Reglamento y al anexo 4: .....
7. Número de referencia del dibujo detallado que muestra el espacio de supervivencia utilizado en el procedimiento de homologación: .....
8. Masa en orden de marcha (kg): ..... y cargas por eje correspondientes (kg): .....
9. Número máximo de asientos que se permite equipar con dispositivos de retención: .....
10. Posición del centro de gravedad del vehículo sin carga en los planos longitudinal, transversal y vertical: .....
- 10.1. en condiciones de masa en orden de marcha: .....
- 10.2. en condiciones de masa total efectiva: .....
11. Si el vehículo está equipado con dispositivos de retención, además, la masa total efectiva (kg): ..... y las cargas por eje correspondientes (kg): .....
12. Valor de la energía de referencia (E<sub>R</sub>), con arreglo a lo especificado en el apartado 3.2.2.1 del presente Reglamento: .....
13. Vehículo presentado para homologación el día: .....
14. Método de ensayo o cálculo utilizado para la homologación: .....

15. Dirección del ensayo de vuelo aplicada o supuesta durante el procedimiento de homologación: .....
16. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....
17. Fecha del informe de ensayo expedido por dicho servicio: .....
18. Número del informe expedido por dicho servicio: .....
19. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada: .....
20. Motivos de la extensión (si procede): .....
21. Emplazamiento de la marca de homologación en el vehículo: .....

Lista de documentos que contienen los datos especificados en el apartado 3.2 del presente Reglamento y en el anexo relativo al método de ensayo de homologación utilizado.

.....

.....

Los documentos enumerados están en posesión del departamento administrativo y pueden obtenerse previa solicitud.

Lugar: .....

Fecha: .....

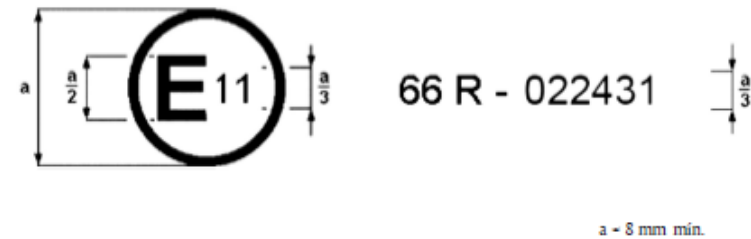
Firma: .....

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

**Elaborado por:** Autores

#### Anexo 2 - Ejemplo de marca de homologación

Podemos encontrar el análisis del sello en la parte de Homologación y los requisitos necesarios para obtenerlo.



Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado, con respecto a la resistencia de la superestructura, en el Reino Unido (E11) con arreglo al Reglamento nº 66 con el número de homologación 022431. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que la homologación se concedió de conformidad con los requisitos de la serie 02 de modificaciones del Reglamento nº 66.

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011)

**Elaborado por:** Autores

### Anexo 3 - Determinación del centro de gravedad

#### Principios generales

1. La energía referencial y total que son absorbidas dependen directamente del centro de gravedad por lo que, para las mediciones, las tolerancias son:
  - Mediciones inferiores a 2000 [mm]      precisión de  $\pm 1$  [mm]
  - Mediciones superiores a 2000 [mm]      precisión de  $\pm 0,05$  [%]
  - Ángulos medidos      precisión de  $\pm 1$  [%]
  - Valores de carga medidos      precisión de  $\pm 0,2$  [%]

Algunas medidas serán tomadas del diseño del fabricante

2. La suspensión se bloqueará en la posición normal de funcionamiento del fabricante.
3. El centro de gravedad se define en 3 parámetros:
  - Distancia longitudinal (l), desde la línea central del eje frontal.
  - Distancia transversal (t), desde el plano longitudinal vertical del vehículo.
  - Altura vertical (h<sub>0</sub>), encima del nivel del suelo plano horizontal cuando los neumáticos tienen la presión de aire dada por el fabricante.
4. Para determinar los parámetros del centro de gravedad. El fabricante puede proponer al servicio técnico equipos de levantamiento o plataformas de basculamiento, y dependerá del fabricante ver el método de más precisión.
5. Las posiciones del centro de gravedad del vehículo sin carga (M<sub>k</sub>).
6. Las posiciones del centro de gravedad del vehículo con masa total efectiva (M<sub>t</sub>).  
Se determina:
  - Midiendo el vehículo en condiciones de masa total efectiva o
  - Utilizando la posición medida del centro de gravedad en condiciones de masa en orden de marcha y considerando el efecto de la masa total de los ocupantes;
  - En los vehículos de dos pisos, se tendrá en cuenta la masa de los viajeros sentados en los asientos del piso inferior y superior.

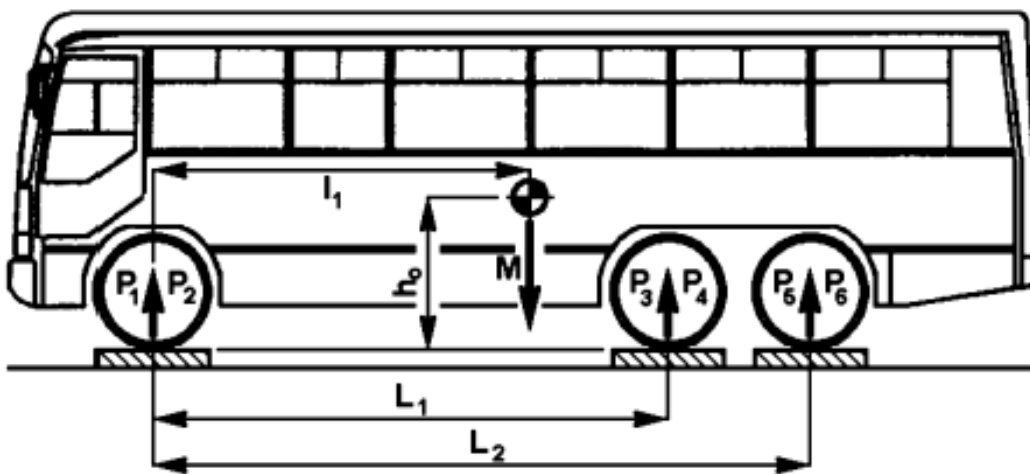
#### Mediciones

La posición del centro de gravedad del vehículo se determinará en condiciones de masa en orden de marcha o en condiciones de masa total efectiva. Para determinar la posición

del centro de gravedad en condición total, la masa de cada ocupante debe ser multiplicada por una constante  $k=0,5$ .

Las coordenadas longitudinales ( $l_1$ ) y transversal ( $t$ ) del CG se determinarán sobre un suelo horizontal común como se muestra en la Figura, en donde las ruedas están en una célula de carga individual. Las ruedas directrices se colocarán en posición de marcha en línea recta.

La posición longitudinal del CG en relación con el centro del punto de contacto de las ruedas frontales como está contemplada en la figura siguiente:



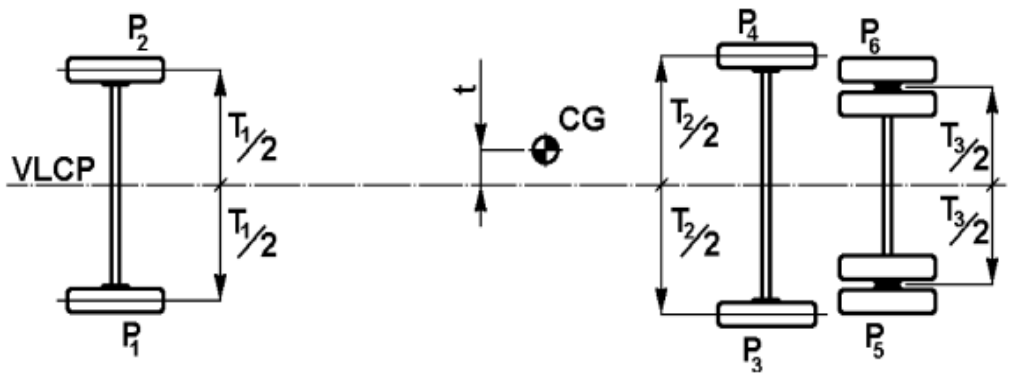
**FIGURA 22. MEDICIONES PARA LA UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE UN AUTOBÚS**

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

$$l_1 = \frac{(P_3 + P_4)L_1 + (P_5 + P_6)L_2}{(P_{total})}$$

- $P_1$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda izquierda del primer eje
- $P_2$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda derecha del primer eje
- $P_3$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas izquierdas del segundo eje
- $P_4$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas derechas del segundo eje
- $P_5$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas izquierdas del tercer eje
- $P_6$  = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas derechas del tercer eje
- $P_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) = M_K$  la masa en orden de marcha, o =  $M_t$  la masa total efectiva del vehículo, según corresponda
- $L_1$  = la distancia desde el centro de la rueda del primer eje hasta el centro de la rueda del segundo eje
- $L_2$  = la distancia desde el centro de la rueda del primer eje hasta el centro de la rueda del tercer eje

La posición transversal ( $t$ ) del CG en relación con su plano central longitudinal vertical como está contemplada en la figura 23.



**Figura 23.** Plano central longitudinal del autobús

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

$$t = \left( (P_1 - P_2) \frac{T_1}{2} + (P_3 - P_4) \frac{T_2}{2} + (P_5 - P_6) \frac{T_3}{2} \right) \frac{1}{P_{total}}$$

$T_1$  = la distancia entre centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del primer eje  
 $T_2$  = la distancia entre centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del segundo eje  
 $T_3$  = la distancia entre centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del tercer eje<sup>5</sup>

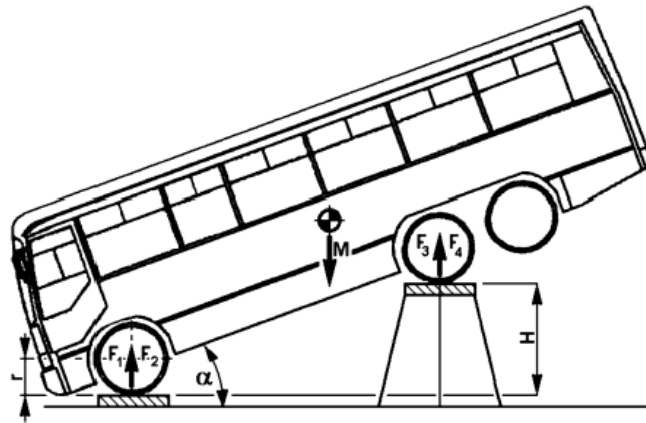
La altura del CG ( $h_0$ ) se determinará basculando el vehículo en sentido longitudinal y utilizando células de carga individuales en las ruedas de dos ejes:

Se colocan dos células de carga sobre un plano horizontal para recibir las ruedas frontales; el plano horizontal estará; con respecto a la superficie circundante, a una altura suficiente para permitir que vehículo pueda bascular hacia adelante.

Se coloca un segundo par de células de carga en un plano horizontal común, encima de las estructuras de soporte, los soportes deben crear un ángulo de basculamiento mayor a 20° para el vehículo; mientras el ángulo sea mayor, más preciso es el cálculo, las ruedas delanteras bloqueadas para evitar deslizamiento.

En la siguiente figura se demuestra la inclinación del ensayo de basculamiento se determinará mediante la ecuación:

<sup>5</sup> Si el valor de  $t$  es negativo el centro de gravedad del vehículo está situado a la derecha de la línea central del vehículo.



**Figura 24.** Inclínación del ensayo de basculamiento

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

$$a = \arcsin\left(\frac{H}{L_1}\right)$$

$H$  = la diferencia de altura entre los dibujos de las ruedas del primer y el segundo eje  
 $L_1$  = la distancia desde el centro de las ruedas del primer y el segundo eje

La masa en orden de marcha del vehículo se verificará con la siguiente formula:

$$F_{total} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = P_{total} = M_k$$

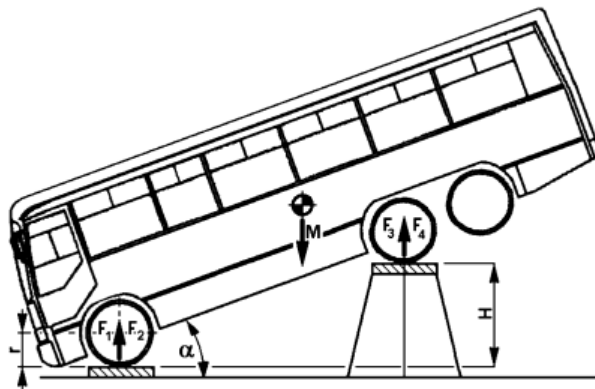
- $F_1$  = la carga de reaccion sobre la cedula de carga bajo la rueda izquierda del primer eje
- $F_2$  = la carga de reaccion sobre la cedula de carga bajo la rueda derecha del primer eje
- $F_3$  = la carga de reaccion sobre la cedula de carga bajo la rueda izquierda del segundo eje
- $F_4$  = la carga de reaccion sobre la cedula de carga bajo la rueda derecha del segundo eje

La altura  $h_0$  del CG del vehículo viene dada por:

$$h_0 = r + \left(\frac{1}{\tan a}\right) \left(l_1 - L_1 \frac{F_3 + F_4}{P_{total}}\right)$$

$r$  = la altura del centro de rueda (primer eje) encima de la superficie superior de la cedula de carga

En esta figura se determina la altura del centro de gravedad.



**Figura 25.** Centro de gravedad

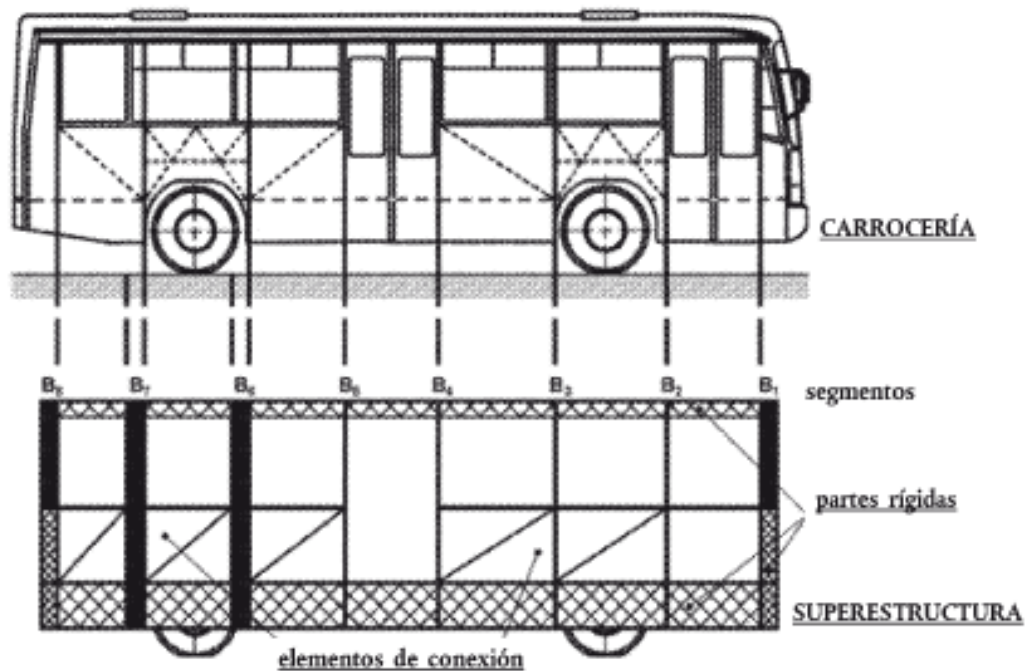
**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

## Anexo 4 - Perspectivas de la descripción estructural de la superestructura

### Principios generales

El fabricante definirá la forma de la estructura y debe determinar:

- Segmentos que ayudan a la resistencia y capacidad de absorción de la estructura.
- Elementos de conexión de los segmentos que ayudan a la rigidez de torsión
- La distribución de la masa entre los segmentos designados
- Elementos de la estructura que sean partes rígidas.



**FIGURA 26. DERIVACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA A PARTIR DE LA CARROCERÍA**

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

El fabricante debe proporcionar la información de:

- Dibujos con medidas necesarias para fabricar los elementos.
- Material de los elementos, con su respectiva norma.
- Técnica de unión entre los elementos estructurales (remachado, atornillado, encolado, soldado, tipo de soldadura, etc.)
- la estructura debe contar con al menos dos segmentos, uno delante y otro detrás del CG.

## Segmentos

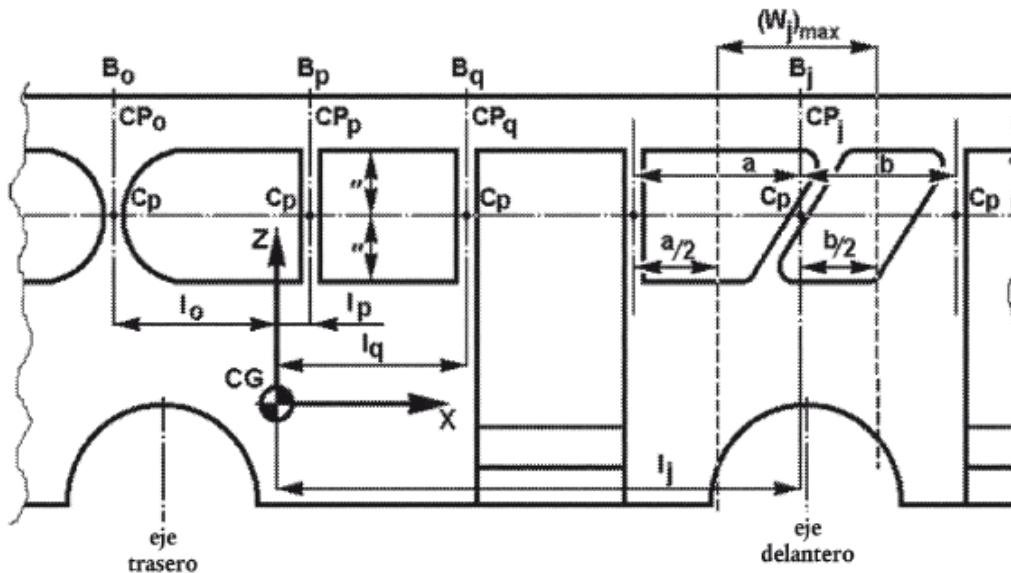
Se define como una sección estructural que forma una curva cerrada entre dos planos perpendiculares al plano central longitudinal vertical del vehículo como se muestra en la figura 27.

Está conformado por:

- montante de ventana
- elementos de la pared lateral
- sección de la estructura del techo
- sección de estructura del piso
- falso piso

Todo segmento tiene un plano que atraviesa los puntos centrales (Cp) de los montantes de las ventanas.

El punto central (Cp) está situado a media altura de la ventana y a medio camino del ancho del montante. La longitud de un segmento se mide en la dirección del eje longitudinal del vehículo y viene determinada por la distancia entre dos planos perpendiculares al plano central longitudinal vertical del vehículo.



**Figura 27.** Determinación de la longitud de los segmentos

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

La longitud máxima de un segmento viene definida por la longitud de los marcos de dos ventanas (puertas) adyacentes:

$$(W_i)_{max} = \frac{1}{2}(a + b)$$

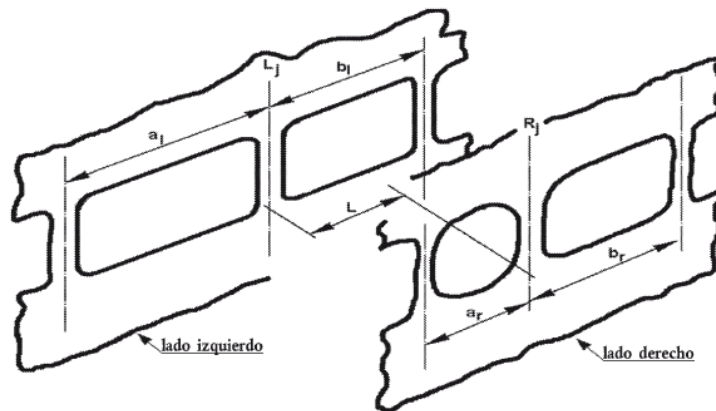
- $a$  = la longitud del marco de la ventana situado detrás del montaje  $j$  – esimo
- $b$  = la longitud del marco de la ventana situado delante del montaje  $j$  – esimo

Si los montantes situados a ambos lados del segmento no se encuentran en un plano transversal o los marcos de las ventanas situadas en ambos lados del vehículo tienen longitudes diferentes, la longitud  $W_j$  del segmento es:

$$(W_i)_{max} = \frac{1}{2}(a_{min} + b_{min} - 2L)$$

- $a_{min}$  = el valor mas pequeño de  $a_{lado\ derecho}$  o  $a_{lado\ izquierdo}$
- $b_{min}$  = el valor mas pequeño de  $b_{lado\ derecho}$  o  $b_{lado\ izquierdo}$
- $L$  = la compensación longitudinal entre las líneas centrales de los montantes situados en los lados izquierdo y derecho del vehiculo.

La longitud mínima está demostrada con en la figura 28.



**Figura 28.** Determinación de la longitud del segmento cuando los montantes situados a cada lado no están en un plano transversal

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

La distancia entre dos segmentos será la distancia entre sus  $C_p$ .

La distancia de un segmento al CG será la distancia perpendicular desde su  $C_p$  hasta el centro de gravedad del vehículo.

### Estructuras de conexión entre los segmentos

Este tipo de conexiones están definidas por la superestructura. Estos elementos pertenecen a dos categorías:

- Las estructuras de conexión forman parte de la superestructura y el fabricante identificará en su diseño, incluyendo:
  - Estructura de la pared lateral, estructura del techo y estructura del piso que conecten varios segmentos.



- Los elementos estructurales que refuercen uno o varios segmentos; como: cajetines situados debajo de los asientos, pasos de rueda, estructuras de los asientos que conecten la pared lateral con el piso y las estructuras de la cocina, el ropero y el aseo.
- Elementos adicionales que no contribuyen al refuerzo estructural del vehículo, pero que pueden invadir el espacio de supervivencia, por ejemplo: conductos de ventilación, compartimientos de equipaje de mano o conductos de calefacción.

### Distribución de la masa

Se debe determinar claramente el porcentaje de la masa del vehículo a cada uno de los segmentos de la superestructura. La distribución de la masa reflejara la capacidad de cada segmento para absorber energía y soportar carga. Para determinar la masa se debe cumplir:

**FÓRMULA 1. EN ESTA FÓRMULA LA SUMA DE LAS MASAS ATRIBUIDAS A CADA SEGMENTO SE PONDRÁ EN RELACIÓN CON LA MASA  $M$  DEL VEHÍCULO**

$$\sum_{j=1}^n (m_j) \geq M$$

- $m_j$  = la masa atribuida al segmento  $j$  – ésimo
- $n$  = el número de segmentos de la superestructura
- $M = M_k$  la masa total en orden de marcha =  $M_t$  la masa total efectiva

**FÓRMULA 2. EL CG DE LAS MASAS DISTRIBUIDAS ESTARÁ EN LA MISMA POSICIÓN QUE EL CG DEL VEHÍCULO**

$$\sum_{j=1}^n (m_j l_j = 0)$$

- $l_j$  = la distancia del segmento  $j$  – ésimo desde el CG del vehículo  
el valor de  $l_j$  es positivo si el segmento esta delante del centro de gravedad y negativo si esta detras.

El fabricante determinara la masa  $m_j$  de cada segmento de la superestructura de la siguiente manera.

**FÓRMULA 3. LA MASA DE LOS COMPONENTES DEL SEGMENTO J-ÉSIMO SE PODRÁN EN RELACIÓN CON SU MASA  $m_j$ .**

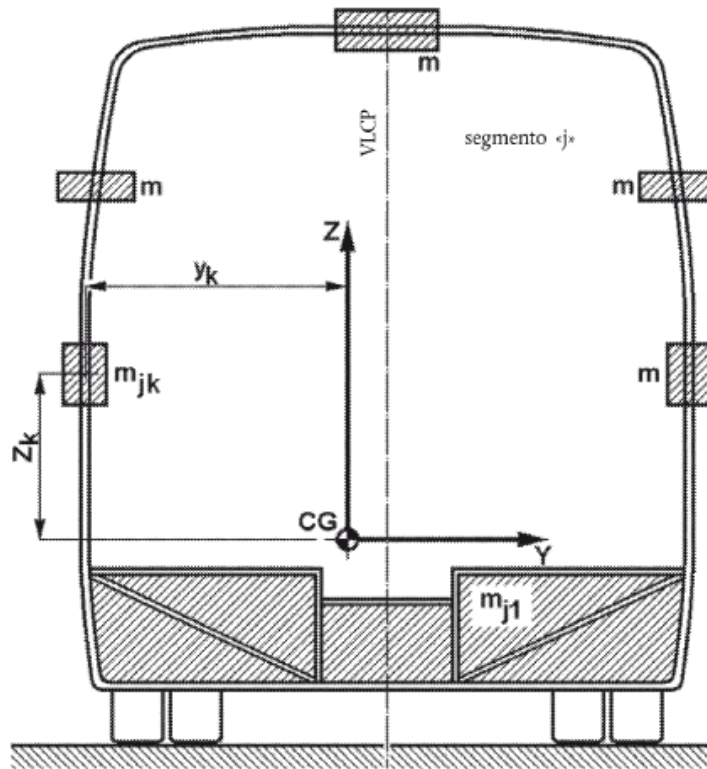
$$\sum_{k=1}^n (m_{jk}) \geq m_j$$

- $m_{jk}$  = la masa de cada componente del segmento
- $s$  = el número de masas individuales del segmento

**FÓRMULA 4. EL CG DE LAS MASAS DE LOS COMPONENTES DE UN SEGMENTO TENDRÁ LA MISMA POSICIÓN EN EL INTERIOR DEL SEGMENTO QUE EL CG DEL SEGMENTO COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA.**

$$\sum_{k=1}^n m_{jk} y_k = \sum_{k=1}^n m_{jk} z_k$$

- $y_k$  = la distancia de la masa del componente  $k$  – ésimo del segmento desde el eje  $Z$  el valor de  $y_k$  será positivo en un lado del eje y negativo en el otro
- $z_k$  = la distancia de la masa del componente  $k$  – ésimo del segmento desde el eje  $Y$  el valor de  $z_k$  será positivo en un lado del eje y negativo en el otro



**Figura 29.** Distribución de la masa en la sección transversal de un segmento  
**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

## Anexo 5 - Ensayo de vuelco como método básico de homologación

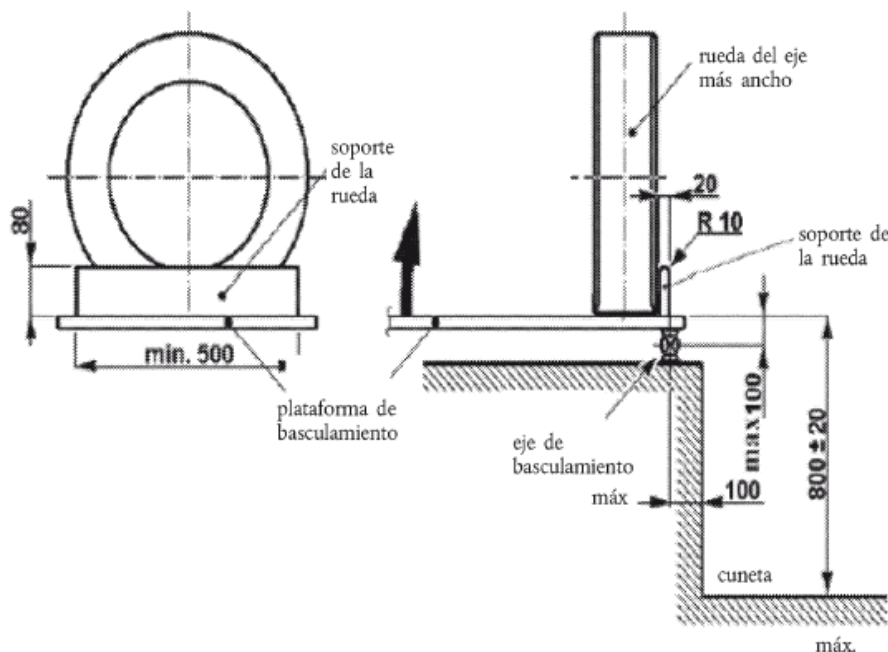
### Banco de ensayo

Se utiliza una plataforma rígida en donde se controla la rotación para garantizar el levantamiento simultáneo de los ejes del vehículo con una diferencia inferior a  $1^\circ$  en los ángulos de basculamiento de la plataforma.

La diferencia de la altura entre el plano inferior horizontal de la cuneta y el plano de la plataforma de basculamiento sobre la está colocado el autobús será de  $800 \pm 20$  [mm].

La plataforma de basculamiento se colocará en la posición en la que se muestra en la figura 30:

- Su eje de rotación será de un máx. de 100 mm desde la pared vertical de la cuneta
- Su eje de rotación será de un máx. de 100 mm por debajo del plano de la plataforma de basculamiento horizontal.



**FIGURA 30. GEOMETRÍA DEL BANCO DE ENSAYO**

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

Los soportes de las ruedas se aplican a las ruedas cercanas al eje de rotación para evitar que el vehículo se deslice hacia los lados al momento de bascular.

Las características del soporte serán:

1. Dimensiones del soporte de la rueda

<b>Altura</b>	No supera 2/3 de la distancia entre la superficie sobre la que está situada el vehículo antes de bascular y la parte de la llanta de la rueda que se encuentre más cerca de la superficie.
<b>Anchura</b>	20 [mm]
<b>Radio del borde</b>	10 [mm]
<b>Longitud</b>	500 [mm] como mínimo

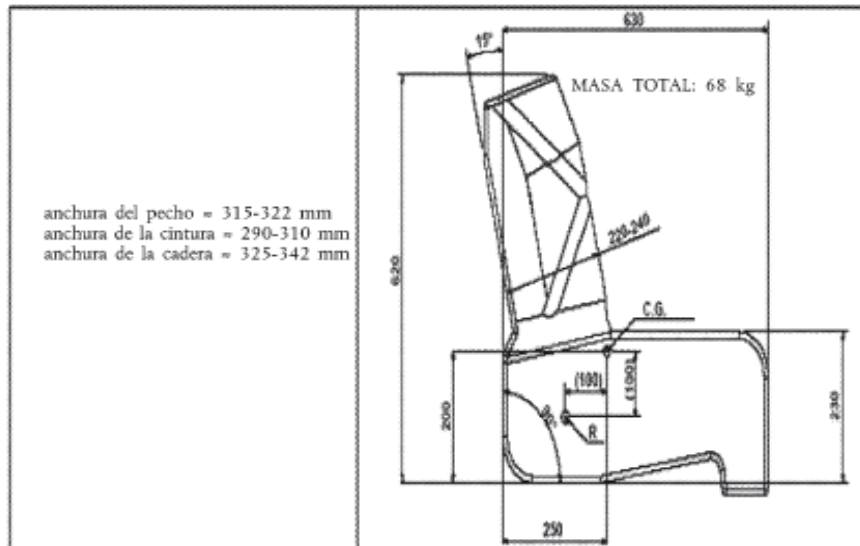
2. Los soportes de las ruedas situados en el eje más ancho se colocarán en la plataforma de basculamiento lateral del neumático a 100 [mm] como máx. del eje de rotación
3. Los soportes de las ruedas situados en los demás ejes se ajustarán de manera que el plano central longitudinal vertical del vehículo quede paralelo al eje de rotación.

La plataforma de basculamiento evita que el vehículo se desplace a lo largo del eje longitudinal y la zona de impacto de la cuneta tiene una superficie de cemento horizontal, uniforme, lisa y seca.

**Preparación del vehículo de ensayo**

1. No es necesario que el vehículo esté listo para funcionar, es aceptable cualquier alteración del vehículo si las características básicas y el comportamiento de la superestructura no se ven afectados. El vehículo será el mismo que su versión terminada con respecto a:
  - a. La posición del CG, valor total de la masa del vehículo, la distribución y el emplazamiento de las masas; todos los elementos que contribuyan a la resistencia de la superestructura, elementos que no contribuyan a la resistencia de la superestructura y sean valiosos como para que corran el riesgo de sufrir un daño (ejemplo: cadena de transmisión, asiento del conductor, entre otros) serán sustituidos por elementos equivalentes a su masa; así como los fluidos utilizados.
2. En caso de que los dispositivos de retención formen parte del vehículo, a cada asiento con un dispositivo de retención se fijara una masa siguiendo uno de los métodos que se plantean en el reglamento, a elección del fabricante.

Primer método	Segundo método
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Será del 50% de la masa de cada ocupante de 68 [kg]</li> <li>✓ El centro de gravedad se encontrará 100 [mm] por encima y 100 [mm] por delante del punto R del asiento.</li> </ul> Básese en el reglamento 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Será un maniquí de 68 [kg] y estará sujeto con un cinturón de seguridad de dos puntos.</li> <li>✓ El centro de gravedad y sus dimensiones se ajustaran según la figura que se encuentra a continuación.</li> </ul>



**Figura 31.** Dimensiones del maniquí

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

Verificaciones del vehículo previos al ensayo

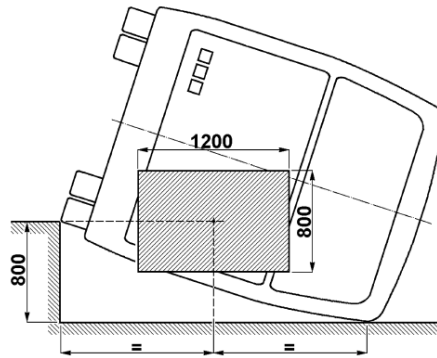
1. Neumáticos inflados a la presión que indique el fabricante
2. La suspensión se encontrará bloqueada, a la altura del piso de la plataforma de basculamiento horizontal según las especificaciones del fabricante.
3. Las puertas del vehículo se encontrarán cerradas, no bloqueadas

### Procedimiento de ensayo

El ensayo de vuelco es un proceso rápido y dinámico en diferentes etapas, en donde se debe tomar en consideración a la hora de realizar el ensayo, instrumentos y sus mediciones

El vehículo basculará sin balancearse hasta alcanzar el equilibrio inestable y comience el vuelco, la velocidad angular de la plataforma no supera los 5 grados por segundo (0.087 radianes por segundo).

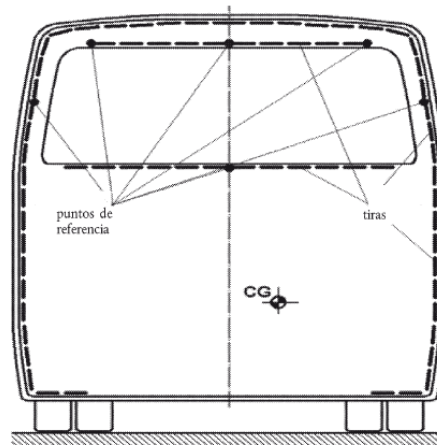
Se recomienda observación exterior y grabación del proceso de vuelco y deformación. Con base en esto se recomiendan dos cámaras ultrarrápidas: en la parte delantera y posterior, lejos de las paredes delantera y trasera, para ofrecer una imagen ponderable como se puede ver en la figura 32.



**FIGURA 32. CAMPO DE VISIÓN RECOMENDADO DE LA CÁMARA EXTERIOR**

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

La posición del centro de gravedad y del contorno de la superestructura estará marcada con tiras y bandas para garantizar la correcta medición de imágenes como se muestra en la figura 33.



**FIGURA 33. MARCADO RECOMENDADO DE LA POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD Y DEL CONTORNO DEL VEHÍCULO.**

**Fuente:**(Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2011) **Elaborado por:** Autores

### Documentación del ensayo

Para la respectiva documentación el fabricante debe encargarse de realizar una descripción detallada del vehículo sometido en el ensayo, que debe constar:

1. Enumeración de las desviaciones que presente el vehículo sometido al ensayo.
2. Demostración de sustitución equivalente de las partes estructurales.
3. Además de que debe contar con todos los datos (imágenes, grabaciones, dibujos, valores medidos, etc.) donde se demuestre la que el ensayo ha sido cumplido satisfactoriamente.

### **Anexo 6 - Ensayo de vuelco utilizando secciones de carrocería como método de homologación equivalente**

Tiene mucha similitud con el anexo 5 del reglamento Nro. 66, pero en lugar del manejo de una carrocería completa de autobús, se emplea diversas secciones representativas, de forma que los resultados obtenidos en las secciones puedan ser extrapolados al conjunto entero.

Además de que, si el fabricante opta por este tipo de ensayo, debe presentar:

1. Los dibujos de las secciones de la carrocería que van a ser analizadas.
2. Verificación de la validez de la distribución de la masa.
3. Las masas medidas de las secciones de la carrocería que van a ser analizadas en el ensayo y la verificación de su centro de gravedad.
4. Preparación del banco de ensayo
5. Preparación de las secciones de la carrocería
6. Efectuar el procedimiento como se establece en la norma
7. Evaluación del ensayo y documentación

### **Anexo 7 - Ensayo de carga cuasiestática de secciones de la carrocería como método de homologación equivalente**

Este ensayo se basa en la aplicación de carga de forma gradual sobre los travesaños superiores, hasta que la estructura invada el espacio de seguridad, tomando los datos de deformaciones que van correspondiendo a cada incremento de carga. En ese momento, se estudia la energía absorbida y la energía mínima que debería haber absorbido. La carga se aplicará sobre una placa rígida que la distribuya de forma uniforme.

Además de que, si el fabricante opta por este tipo de ensayo, debe presentar:

1. Los dibujos de las secciones de la carrocería que van a ser analizadas.
2. Valores de la energía que absorberán los diferentes segmentos de la superestructura
3. Verificación de los requisitos de energía una vez completados con éxito los ensayos de carga cuasiestática.
4. Preparación de las secciones de la carrocería
5. Efectuar el procedimiento como se establece en la norma
6. Evaluación del ensayo y documentación.

### **Anexo 8 - Cálculo cuasiestático basado en el ensayo de componentes como método equivalente de homologación**

Este ensayo se basa en la creación de un modelo matemático que identifique y sitúe en la estructura las zonas plásticas y bisagras plásticas; debe ser capaz de tener en cuenta la no linealidad entre carga y deformación de las bisagras plásticas.

La carga se aplicará mediante pequeños incrementos, como en el caso anterior. A cada uno de estos incrementos se le asignará su correspondiente deformación. El ensayo finalizará cuando la estructura invada el espacio de supervivencia. En ese instante, la energía absorbida debe ser mayor que la energía mínima que es necesario que absorba.

Además de que, si el fabricante opta por este tipo de ensayo, debe presentar:

1. Datos y los dibujos enumerados de los planos de carrocería a analizar.
2. Ubicación de las zonas plásticas y las bisagras plásticas de la superestructura.
3. Contemplar todos los requisitos para el cálculo cuasiestático expuesto en la norma.
4. Evaluación del cálculo

### **Anexo 9 - Simulación por ordenador del ensayo de vuelco de un vehículo completo como método de homologación equivalente**

Esta simulación trata de crear las condiciones de un ensayo de vuelco real a través de un programa de ordenador. El modelo debe representar el vehículo manteniendo las características principales del mismo, el CG, momentos de inercia, etc. El servicio técnico requerirá los datos del software para dar el visto bueno y se reservará el derecho de ensayar parte de la estructura real para verificar que los supuestos son correctos.

Además de que, si el fabricante opta por este tipo de ensayo, debe presentar:

1. Demostración de que la superestructura cumple con los requisitos de la norma.
2. Datos y los dibujos enumerados de los planos de carrocería a analizar.
3. Los modelos de material y los datos de alimentación utilizados
4. El modelo matemático a utilizar
5. Requisitos del algoritmo y el programa de simulación, así como del equipo informático
6. Evaluación de la simulación y Documentación



**ANEXOS IV  
NORMATIVA INTERNACIONAL**

**4.1. COLOMBIA**

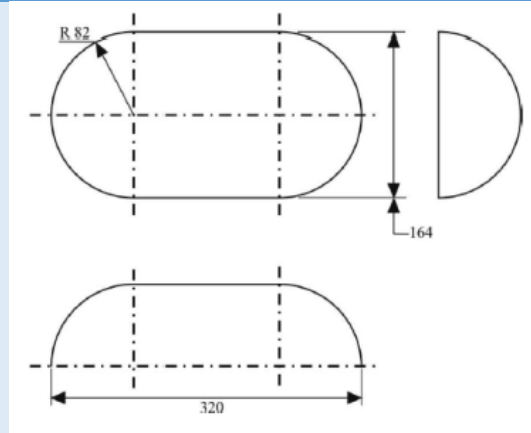
**4.1.1. Cinturones de seguridad**

En la siguiente tabla constan varios criterios establecidos en cada apéndice del Reglamento Nro. 80 “Prescripción uniforme relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes”.

**TABLA 11.**

*DESCRIPCIÓN GENERAL DEL REGLAMENTO NRO. 80 DE LAS NACIONES UNIDAS*

Apéndices del reglamento	Explicación de cada apéndice y por consiguiente de los ensayos establecidos en la norma.
<b>Apéndice 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Procedimientos de ensayos relativos a los asientos según el punto 5, a los anclajes según el punto 6.1.2 o a la instalación de asientos orientados hacia un lado conforme al punto 3 del apéndice</b> (Puntos establecidos en el reglamento Nro. 80)</li> </ul> <p>Se determina si el ocupante del asiento queda correctamente retenido por los asientos delanteros o por el cinturón de seguridad, se contará con una preparación del asiento para ensayo presentada por una plataforma de ensayo representativa de la carrocería del vehículo, ensayos dinámicos en donde la plataforma se colocará en un vehículo con un maniquí, donde se realizara una simulación de impacto,</p>
<b>Apéndice 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Procedimiento de ensayo de los anclajes de un vehículo en aplicación del punto 6.1.1. (Puntos establecidos en el reglamento Nro. 80)</b></li> </ul> <p>Está conformado por un aparato de ensayo mediante un sistema de fijación suministrado por el fabricante a una estructura representativa del asiento que se utilizara, un procedimiento de ensayo aplicando una fuerza F.</p>
<b>Apéndice 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Mediciones que deberían efectuarse</b></li> </ul> <p>El sistema de medición corresponde a las especificaciones de la norma internacional ISO 6487:1987 titulada “Técnica de medición en los ensayos de impacto: utilizando de instrumento”, ensayos dinámicos que consta de mediciones en los maniqués, (mediciones de la cabeza, tórax, fémur, abdomen y pelvis) aplicados en la normativa.</p>
<b>Apéndice 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Determinación de los criterios de aceptabilidad</b></li> </ul> <p>Tomando de análisis varios tipos de ensayo para la respectiva aceptación del mismo, como es la colisión frontal (asiento orientado hacia adelante) y la colisión lateral (asiento orientado hacia un lado).</p>
<b>Apéndice 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Requisitos y procedimiento relativos al ensayo estático</b></li> </ul> <p>Los requisitos tienen la finalidad si los ocupantes de los asientos quedan correctamente retenidos por los asientos situados delante de ellos, no sufren lesiones de gravedad y los soportes del asiento son suficientemente resistentes; después de este ensayo si no presenta desprendimiento representativo de los anclajes se procede a realizar los ensayos estáticos.</p>



**Figura 34.** Aparato de ensayo estático  
**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2013) **Elaborado por:** Autores

<p><b>Apéndice 6</b></p>	<p>➤ <b>Características de absorción de energía de la parte posterior de los respaldos de asientos.</b> Se verificara la parte posterior de los respaldos de los asientos situados en la zona de referencia , y deberá cumplir con los requisitos de absorción de energía establecidos en el anexo 4 del reglamento no 21 “disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos por que se refiere al emplazamiento e identificación de los mandos manuales, testigos e indicadores”</p>
<p><b>Apéndice 7</b></p>	<p>➤ Requisitos relativos a la protección de los viajeros de los asientos orientados hacia delante conforme el punto 7.4.4. <b>(Puntos establecidos en el reglamento Nro. 80)</b> Se debe establecer distancia entre los asientos establecidos en los gráficos presentes en el apéndice 7 del reglamento presente.</p> <div data-bbox="560 491 1227 954" data-label="Diagram"> </div> <p><b>FIGURA 35. REQUISITOS RELATIVOS AL EMPLAZAMIENTO DEL ASIENTO ORIENTADOS HACIA UN LADO.</b> <b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2013) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> <div data-bbox="1310 430 2004 965" data-label="Diagram"> </div> <p><b>FIGURA 36. REQUISITOS RELATIVOS AL EMPLAZAMIENTO DEL ASIENTO ORIENTADOS HACIA UN LADO MÁS AVANZADO</b> <b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2013) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>

**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2013) **Elaborado por:** Autores

#### 4.1.2. Estabilidad

En los siguientes cuadros se pueden presentar el análisis del **Reglamento Nro. 107 “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción”**, donde se puede apreciar los apéndices en donde muestran los requisitos o documentos que son necesarios para la homologación y posteriormente los análisis o ensayos que se realizan a las carrocerías.

Anexos del reglamento	Apéndices	Explicación de los apéndices, de acuerdo a lo que está establecido en el reglamento Nro. 107.
Anexo 1	Parte 1, Apéndice 1, 2 y 3	Documentos de homologación, por lo que se refiere al modelo de fichas de características, donde se debe incluir los contenidos, dibujos a escala apropiada con el detalle suficiente y fotografías en caso de necesitarse.
	Parte 2, Apéndice 1, 2 y 3	Modelos de certificación y homologación, modelos de fichas relativas a la concesión, extensión, denegación, retirada de una homologación.
Anexo 2	Modelo A, B y C	Disposición de las marcas de homologación – la marca de homologación dependerá si se ha sido modificado, si se encuentra en su forma original

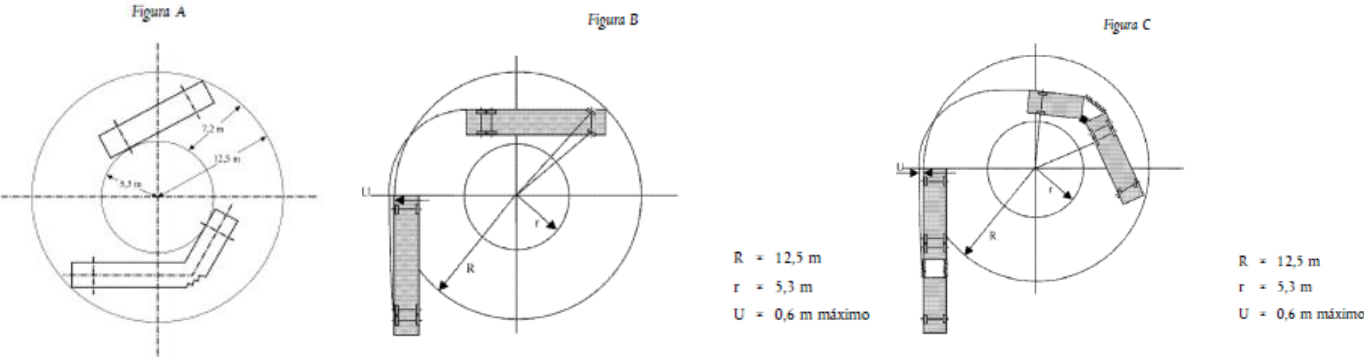
**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 12.**

*DESCRIPCIÓN GENERAL DEL REGLAMENTO NRO. 107 DE LAS NACIONES UNIDAS*

Anexos del reglamento	Apéndices	Explicación de los apéndices, de acuerdo a lo que está establecido en el reglamento Nro. 107.
Anexo 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Generalidades</li> <li>✓ Masas y dimensiones (superficie disponible de los pasajeros, indicaciones de los vehículos).</li> <li>✓ Prevención de accidentes</li> <li>✓ <b>Ensayo de estabilidad</b></li> </ul> <p><b>Ensayo de estabilidad – la estabilidad del vehículo no sobrepasara el punto de vuelco si la superficie sobre la que está ubicado es sometida a un movimiento de basculamiento alternativo a 28° sobre la horizontal</b></p> <p><b>Para el ensayo se debe contar en los asientos una carga Q equivalente de los pasajeros igual a 75 kg.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prevención de riesgo a incendio</li> <li>✓ Salidas del vehículo – Número de salidas, ubicación de las salidas, dimensiones de las salidas, requisitos técnicos para las puertas de servicio.</li> <li>✓ Acondicionamiento interior – Acceso a las puertas de servicio, acceso a las puertas de emergencia, acceso a las ventanas de emergencia.</li> <li>✓ Iluminación interior artificial</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Requisitos que deben cumplir todos los vehículos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sección articulada de los vehículos articulados</li> <li>✓ Mantenimiento de la dirección de los vehículos articulados</li> <li>✓ Barras de sujeción y asideros</li> <li>✓ Protección de huecos de las escaleras y de los asientos expuestos</li> <li>✓ Portaequipaje y protección de los ocupantes</li> <li>✓ Entretenimiento visual</li> </ul>
	Apéndice	<p>verificación del límite de basculamiento estático mediante calculo en donde tienen que hacer una verificación de masas, además de realizar los preparativos del cálculo, y una vez realizado se realiza la validez del método de cálculo.</p>

Anexos del reglamento	Apéndices	Explicación de los apéndices, de acuerdo a lo que está establecido en el reglamento Nro. 107.
<p><b>Anexo 4</b></p>	<p>Diagramas explicativos de los acceso a las puertas de servicio según las ubicaciones establecidas en el anexo 4 del reglamento</p>	<p>Determina un croquis determinando el acceso sin obstáculos a las puertas de emergencia, limitación delantera del pasillo, escalones de pasajeros, ancho de los asientos, distancia entre los asientos, espacio de pasajeros detrás de estructura rígida que no sea asiento, intrusión permitida en la parte inferior del espacio del pasajero, dispositivo de ensayo para colocación de asideros, espacio para los pies de los pasajeros, acceso a la puerta del conductor.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="672 558 1254 1021" style="text-align: center;"> <p><b>FIGURA 2.37. ACCESO A LAS PUERTAS DE SERVICIO</b>  <b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div> <div data-bbox="1456 351 1859 734" style="text-align: center;"> <p><b>FIGURA 38. ACCESO A LAS PUERTAS DE SERVICIO</b>  <b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div> <div data-bbox="1433 877 1926 1117" style="text-align: center;"> <p><b>FIGURA 39. DETERMINACIÓN DEL ACCESO SIN OBSTÁCULOS A UNA PUERTA (DIMENSIONES EN MM).</b>  <b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div> </div>

Anexos del reglamento	Apéndices	Explicación de los apéndices, de acuerdo a lo que está establecido en el reglamento Nro. 107.
<b>Anexo 7</b>	Requisitos alternativos para los vehículos de las clases A y B.	Están establecidas las dimensiones mínimas de las puertas de salida como de las puertas de servicio, puertas de emergencia, ventanas de emergencia, trampilla de evacuación. <b>Dimensiones de las puertas de servicio y de emergencia</b>
<b>Anexo 8</b>	Acomodo y accesibilidad para pasajeros con movilidad reducida	Generalidades donde se establece las disposiciones de los vehículos diseñados para facilitar el acceso a los pasajeros con movilidad reducida, su ámbito de aplicación, los requisitos (escalones, asientos reservados y espacio para pasajeros con movilidad reducida, dispositivos de comunicación, barras de sujeción para los asientos reservados, inclinación del suelo, disposición sobre la ubicación de las sillas de ruedas, asientos y pasajeros de pie en el espacio para silla de ruedas, estabilidad de las sillas de ruedas, mandos de las puertas. Disposiciones relativas a las zonas para cochecito o silla de niños desplegado, disposiciones para los dispositivos auxiliares de subida y bajada).
<b>Anexo 11</b>	Masas y dimensiones	El anexo se aplica a las masas y dimensiones de los vehículos de motor de las categorías M2 y M3, en la medida en que son necesarias para la homologación de un vehículo por lo que respecta a sus características generales de construcción. Definiciones de términos a utilizar en el cálculo, requisitos (medición de las masas, cálculos de la distribución de la masa, indicaciones en los vehículos, manejabilidad)
		<p>Todo vehículo debe poder describir una trayectoria circular completa de 360° donde un área definida por dos círculos concéntricos como se muestra en la figura posterior.</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;"><b>Fuente:</b> (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> </div>
<b>Anexo 12</b>	Disposición de seguridad para trolebuses	Se analiza las definiciones y parámetros de funcionamiento, toma de corriente, equipo de tracción auxiliar, seguridad eléctrica para los pasajeros y el personal, habitáculo del conductor.

**Fuente:** (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, 2015a) **Elaborado por:** Autores

## 4.2. CHILE

### DECRETO 175/2006 “Condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses destinados a prestar servicio interurbano de transporte público de pasajeros”

El decreto se encarga de fijar condiciones de seguridad y criterios de construcción a carrocerías de buses interurbanos de transporte público de pasajeros, tomando a consideración:

1. La ley N°18.059 establece la materia de tránsito por calles, caminos y demás vías públicas o abiertas al uso público.
2. Que de conformidad a lo dispuesto en el artículo 56, establezca características técnicas de construcción, dimensiones y condiciones de seguridad, comodidad, presentación y mantenimiento.

**TABLA 13.**

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DECRETO 175/2006 DE CHILE

Artículos	Explicación		
<b>Artículo 1</b>	<p>La carrocería de los buses que se prestan para servicios de transporte público de pasajeros, donde se establece el servicio por el decreto 212/1992 “Reglamento de los servicios nacionales de transporte de pasajeros” del ministerio de transporte y telecomunicaciones. Debe contar con las diferentes condiciones de seguridad:</p> <table border="1"> <tr> <td>Comportamiento frente al fuego Resistencia del asiento y sus anclajes Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes</td> <td>Estabilidad Resistencia de la superestructura</td> </tr> </table>	Comportamiento frente al fuego Resistencia del asiento y sus anclajes Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes	Estabilidad Resistencia de la superestructura
Comportamiento frente al fuego Resistencia del asiento y sus anclajes Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes	Estabilidad Resistencia de la superestructura		
<b>Artículo 2</b>	<p><b>Comportamiento frente al fuego:</b> ensayos para analizar el comportamiento frente al fuego (inflamabilidad, índice de combustión y comportamiento de fusión) de materiales utilizados en la fabricación del interior de la carrocería, para reducir el daño de ocupantes en caso de incendio.</p> <p><b>Resistencia del asiento y sus anclajes:</b> conjunto de ensayos para verificar la resistencia de los asientos, sus anclajes y sus instalaciones, ante las fuerzas que puedan ser provocadas por un impacto.</p> <p><b>Resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes:</b> ensayos para verificar la resistencia de los cinturones de seguridad, anclajes e instalaciones para brindar una protección adecuada a los pasajeros, con el fin de que se desplace de su asiento.</p> <p><b>Estabilidad:</b> ensayo para que el vehículo no sobrepase el punto de vuelco, al estar sometido a un movimiento basculante alternativo, para minimizar el riesgo de vuelco en una maniobra imprevista.</p> <p><b>Resistencia de la superestructura:</b> ensayo destinado a probar las partes de la carrocería que contribuyen a la resistencia de la misma, en caso de darse un vuelco.</p>		
<b>Artículo 3</b>	Se determina que un bus que preste el servicio interurbano de transporte público debe cumplir con las condiciones de seguridad del artículo 1 del presente reglamento.		
<b>Artículo 4</b>	Los fabricantes de carrocerías deben acreditarse ante el ministerio de transporte y telecomunicaciones que un determinado modelo carrocería reúne las condiciones de seguridad, además, en el artículo 3 las entidades encargadas de ciertas zonas de análisis deben colocar un rotulo en donde se establezca que se cumplen con todas las normativas de seguridad, individualizando el respectivo chasis, en el que se monta la carrocería, marca, modelo y número de identificatorios.		
<b>Artículo 5</b>	Además de las condiciones de seguridad en la construcción de las carrocerías, existen otros componentes que deben cumplir con ciertos criterios de construcción como:		

Artículos	Explicación	
	1.1. Compartimiento del motor. 1.2. Equipo e instalación eléctrica 1.3. Baterías 1.4. Materiales 1.5. Iluminación artificial interior	1.6. Penales divisorios 1.7. Bandejas portaequipajes y protección de los ocupantes 1.8. Máquinas de bebidas calientes y equipos de cocina
<b>Artículo 7</b>	Los asientos de las carrocerías a que se refiere el presente decreto deberán contar con un cinturón de seguridad del tipo subabdominal, que pase por delante del cuerpo a la altura de la pelvis y su uso sea optativo.	

**Fuente:** (Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transporte, 2013b) **Elaborado por:** Autores

### DECRETO 158/2013 “Sistemas y dispositivos de seguridad que deben cumplir los buses destinados a prestar servicio de transporte público y privado de pasajeros”

Considera la seguridad vial, que los accidentes de tránsito en Chile han cobrado la vida de cinco personas diarias en promedio durante la última década, y que los avances de la tecnología de seguridad a partir de la gestión electrónica de los motores que ya se encuentran en el mercado del país.

**TABLA 14.**

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DECRETO 158/2013 DE CHILE

Artículos	Explicación	
<b>Artículo 1</b>	Los buses que presenten servicio interurbano o rurales de transporte público o urbano, rural o interurbano tiene que cumplir con el decreto 80/2004 “Reglamento de los servicios nacionales de transporte de pasajeros” La carrocería de los buses que efectúen el servicio de transporte privado de deberán contar con las condiciones de seguridad y criterios de construcción del decreto 175/2006 explicado con anterioridad.	
<b>Artículo 2</b>	Para el presente decreto se entenderá por: f. Sistema antibloqueo de frenos (ABS) g. Programa electrónico de estabilidad (ESP)	h. Sistema automático de detección y supresión de fuego i. Luz trasera antiniebla j. Alarma de retroceso
<b>Artículo 3</b>	Los buses que brindan el servicio interurbano o rural de transporte público de longitud superior a 11m deben cumplir con los requisitos establecidos en los numerales del artículo 2. Destacando que el programa electrónico de estabilidad (ESP) será obligatorio para vehículos de motores superiores a 350 hp y el sistema antibloqueo (ABS) para vehículos de motor frontal.	
<b>Artículo 3 bis</b>	Los buses que brinden servicios interurbano o rural de transporte público de longitud mayor a 14 m y menor a 15 m distintos a los buses de 2 pisos, además de que deben cumplir lo establecido en el artículo 3 para su circulación, además: Contar con un eje trasero direccional. Cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 3,4 Anexo 11 “Masas y dimensiones” del reglamento 107 de la comisión económica para Europa. Cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 7,6 Anexo 3 “Requisitos que han de cumplir todos los vehículos” del reglamento 107 de la comisión económica para Europa, en la categoría de vehículos M2 o M3, con lo que respecta a sus características generales de construcción, en relación a salidas de emergencia. Cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 3 Anexo 11 “Masas y dimensiones” del reglamento 107 de la comisión económica para Europa, en la categoría de vehículos M2 o M3 en lo que respecta a las características de construcción, en relación a distribución de masas.	
<b>Artículo 4</b>	Las condiciones de seguridad y criterios de construcción establecidos en el decreto 175/2006 ya antes explicado con anterioridad, serán aplicados en vehículos de servicio interurbano de transporte privado de pasajeros.	



Artículos	Explicación
	<p>Además, dichos buses donde su longitud sea superior a 11 m deberán estar dotados de los sistemas o dispositivos de seguridad establecidos en el artículo 2.</p> <p>El programa electrónico de estabilidad (ESP) será obligatorio solo para buses con un motor de potencia de 350 hp y el sistema antibloqueo de frenos (ABS) para vehículos con el motor frontal.</p> <p>También, los requerimientos de comportamiento frente al fuego, resistencia del asiento y sus anclajes y, resistencia del cinturón de seguridad y sus anclajes establecidos en el decreto 175/2006 serán obligatorios cuando la carrocería supere la longitud de 8 m y menor a 11 m, adjuntando que deben cumplir con los requerimientos del artículo 2 del presente reglamento.</p>
<b>Artículo 4 bis</b>	<p>Señala que los requisitos establecidos en el artículo 2 y el artículo 3, serán obligatorios para vehículos que presten servicios de transporte interurbano, rural o urbano privado que exceda la longitud de 14 m sin superar los 15 m, tomando en consideración antes mencionado que el programa electrónico de estabilidad (ESP) será obligatorio solo para buses con un motor de potencia de 350 hp y el sistema antibloqueo de frenos (ABS) para vehículos con el motor frontal.</p>
<b>Artículo 5</b>	<p>Los fabricantes, armadores e importadores de buses en Chile, deberán acreditar ante el ministerio de transporte y telecomunicaciones, que un bus debe estar equipado con sistemas y dispositivos de seguridad señalados en el presente decreto. Con esto las personas deben proporcionar los antecedentes técnicos con cada uno de los sistemas o dispositivos.</p> <p>Además, que en el inciso anterior, para acreditar que los sistemas automáticos de detección y supresión de fuego cumplen con la norma establecida en el artículo 6 que se detalla a continuación, donde todos los fabricantes deben presentar certificados, con sus correspondientes informes técnicos, emitidos por el fabricante o por entidades de certificación habilitadas por autoridades competentes en el país.</p>
<b>Artículo 6</b>	<p>El sistema automático de detección y supresión de fuego señalados en el numeral c del artículo 2, debe cumplir con los requisitos del reglamento 107 de la comisión económica para Europa Anexo 3, punto 7,5. Prevención de los riesgos de incendio.</p>
<b>Artículo 7</b>	<p>Remplazase la letra d del artículo 3 del decreto 175/2006 por lo siguiente: d. Estabilidad – Reglamento 107 de la comisión económica para Europa, Anexo 3, punto 7,4 “Ensayo de estabilidad”.</p>
<b>Artículo 8</b>	<p>Señala que lo establecido en los artículos 3 y 4 comenzara a ser exigibles las condiciones de seguridad y criterios de construcción allí establecidos.</p>

**Fuente:** (Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transporte, 2013a) **Elaborado por:** Autores

### 4.3. ARGENTINA

#### RESOLUCIÓN 11/2006

La Resolución 11/2006 se incorpora al capítulo IV “LA CARROCERIA” del “Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros”. Apartado 2, estructura de asientos y requisitos mecánicos para el anclaje de asientos.

El capítulo IV “LA CARROCERIA” del citado manual, establece condiciones que deben satisfacer los asientos de los pasajeros, y se ha establecido un procedimiento de ensayo que mejora la condición de anclaje de los asientos a la carrocería, por lo que se resuelve:

**TABLA 15.**

*ARTÍCULOS QUE CONFORMAN LA RESOLUCIÓN 11/2006*

Artículo	Descripción
<b>Artículo 1</b>	Agréguese al Capítulo IV “LA CARROCERIA” del citado manual, al Apartado 2 (ESTRUCTURA DE ASIENTOS Y REQUISITOS MECANICOS PARA EL ANCLAJE DE ASIENTOS) SIETE (7) fojas.
<b>Artículo 2</b>	Lo establecido en el Artículo 1º entrará en vigencia a partir de 1 año de la publicación en el Boletín Oficial, debiendo contar todas las unidades habilitadas a partir de dicha fecha con asientos y anclajes que cumplan la mencionada prescripción técnica.
<b>Artículo 3</b>	Comunicación con entidades de fabricantes de carrocerías y del transporte automotor de pasajeros.
<b>Artículo 4</b>	Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Ricardo R. Jaime.

**Fuente:** (Secretaría de Transporte, 2006a) **laborado por:** Autores

### ESTRUCTURA DE ASIENTOS

**TABLA 16.**

*PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS ASIENTOS*

<b>OBJETO</b>	Establece requisitos mecánicos de las estructuras de los asientos para vehículos para el transporte de pasajeros por automotor de la categoría técnica M3, a fin de minimizar la posibilidad de falla como resultado de las fuerzas que se generan en el caso de un accidente.
<b>ALCANCE</b>	Se aplica a los asientos destinados a los pasajeros, el auxiliar de abordaje y el acompañante que dispone la unidad
<b>METODO DE ENSAYO</b>	Para la ejecución de los ensayos estáticos, el asiento será instalado en un banco de fijación, fuera de la carrocería, el que se asume perfectamente rígido.  Las empresas carroceras deberán instalar exclusivamente asientos que se encuentren debidamente aprobados, para lo cual deberán solicitar a los proveedores de asientos que acrediten en las correspondientes facturas "el asiento modelo X cumple la Resolución S.T. N° YY/0Z según protocolo de ensayo N° W emitido por ..."

<b>El relatorio de ensayo deberá contener.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Descripción del ensayo, fabricante, tipo de asiento, modelo o cualquier observación que permita su identificación.</li> <li>✓ Planos de detalle del asiento.</li> <li>✓ Fotografías del conjunto antes y después de los ensayos (se deberá disponer de un fondo blanco cuadriculado de 10 x 10 cm).</li> <li>✓ Informe pormenorizado de la totalidad de los ensayos realizados y conclusión respecto a la conformidad de los mismos.</li> <li>✓ Una copia autenticada del Informe de ensayos deberá ser entregada a la COMISION NACIONAL DE REGULACION DEL TRANSPORTE (CNRT).</li> </ul>
--	---

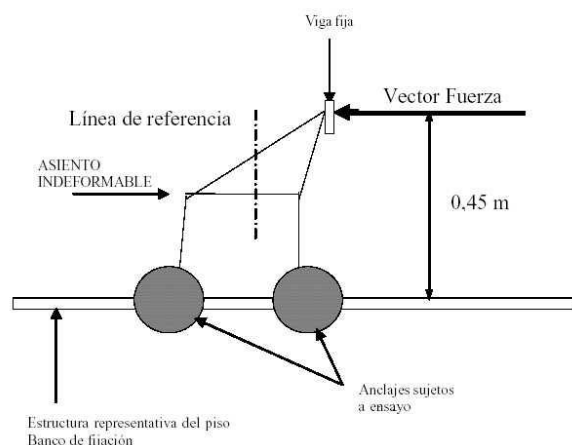
**Fuente:** (Secretaria de Transporte, 2006a) **laborado por:** Autores

Los asientos deberán ser instalados en las carrocerías mediante un sistema de anclajes que posea una resistencia estructural que satisfaga el procedimiento de ensayo establecido a continuación.

### REQUISITOS MECANICOS PARA EL ANCLAJE DE ASIENTOS

<b>OBJETO</b>	Establece requisitos de anclaje de los asientos de los vehículos para el transporte de pasajeros por automotor de la Categoría Técnica M3, a fin de minimizar la posibilidad de falla en los anclajes de los asientos como resultado de las fuerzas que se generan en el caso de un accidente.
<b>ALCANCE</b>	Se aplica a los asientos que dispone la unidad, incluidos los de los pasajeros, acompañante o auxiliar de abordaje.
<b>METODO DE ENSAYO</b>	<p>Se preparará una estructura representativa del piso y lateral del ómnibus (el lateral deberá estar presente sólo en aquellos casos donde el asiento tiene uno o varios de sus puntos de anclaje sobre dicho lateral).</p> <p><b>Se instala la estructura del asiento en el banco de fijación.</b></p> <p>Se aplica en el punto de aplicación una fuerza longitudinal, horizontal y hacia adelante, de una intensidad variable, cuyo valor máximo alcanza 20 veces el peso del asiento, así como, hacia atrás, de una intensidad variable cuyo valor máximo alcanza 20 veces el peso del asiento.</p> <p>La tolerancia en la carga efectivamente aplicada, podrá tener una desviación máxima del <math>\pm 2\%</math> del valor especificado, magnitud que deberá ser medida con una celda de carga calibrada.</p> <p>La fuerza será aplicada a través de un ciclo de carga que demandará 10 segundos hasta alcanzar la carga máxima, seguido de 10 segundos a carga máxima para finalizar con una liberación del esfuerzo en un lapso de 10 segundos.</p> <p><b>La aplicación y liberación de la carga será gradual.</b></p> <p>Una vez finalizado el ensayo y registrado su resultado, se volverá a cargar el asiento con una fuerza hacia adelante, hasta el colapso de uno de sus anclajes, debiéndose indicar la fuerza y deformación alcanzada.</p>

	<p>Se establece el límite técnico de 2.000 kgf como fuerza máxima para la ejecución de este ensayo, de no producirse el colapso bajo este esfuerzo se dejará consignado dicho resultado en el protocolo de ensayo.</p> <p>El anclaje de los asientos simples sólo será ensayado si presenta un número de vínculos con la carrocería menor a la mitad del asiento doble, siempre que dichos anclajes presenten la misma caracterización técnica a la de los asientos dobles.</p> <p>En caso que fuera necesario el ensayo, se aplicará una fuerza de 20 veces su peso, bajo idénticas condiciones a las establecidas para el asiento doble.</p>
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	<p><b>El ensayo deberá contener.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planos de detalle de los anclajes, con la correspondiente especificación técnica de la totalidad de los componentes del anclaje.</li> <li>✓ Diagrama de carga.</li> <li>✓ Fotografías del conjunto antes y después del ensayo (se deberá disponer de un fondo blanco cuadrículado de 10 x 10 cm).</li> <li>✓ Fotografías de cada uno de los anclajes antes y después del ensayo.</li> <li>✓ Angulo que presenta la línea de referencia respecto a la vertical.</li> <li>✓ El ensayo se considerará como aprobado, si una vez finalizado el ciclo de carga, ninguno de los anclajes colapso y la "línea de referencia" fijada al asiento no presenta un ángulo mayor a 15°.</li> </ul>
<b>ALCANCE</b>	<p>El ensayo de los anclajes podrá ser extensivo a diversos tipos de asientos, siempre que la disposición de su base de apoyo y anclajes sean similares al asiento ensayado y los esfuerzos de corte y tracción sobre los anclajes no sean superiores al prototipo ensayado</p>



**Fuente:** (Secretaría de Transporte, 2006a) **laborado por:** Autores

**Fuente:** (Secretaría de Transporte, 2006a) **laborado por:** Autores

## RESOLUCIÓN 101/2008

**La Resolución 101/2008** modifica el "**Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros**".

Donde establece que la seguridad en el transporte de pasajeros es una prioridad de la secretaria de transporte, firmando un convenio con la Universidad Tecnológica Nacional, para realizar el estudio de los ómnibus del tipo "doble piso". Donde la universidad

establece que es necesario seguir una serie de medidas en los rodados para garantizar los máximos niveles de seguridad.

#### ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LAS NORMAS

Características	Descripción
<b>Condiciones de estabilidad</b>	Vehículos para transporte de pasajeros de larga y media distancia de tipo “doble piso” o “piso y medio” cuya altura supera 3,80 m debe satisfacer el ensayo de estabilidad:
<b>Definiciones</b>	<p><b>Masa de la unidad en orden de marcha:</b> masa del vehículo descargado, incluyendo, líquido refrigerante, aceite, 90% del combustible, otros fluidos, rueda de auxilio y el peso correspondiente al chofer.</p> <p><b>Masa de la unidad con carga completa:</b> es la masa anterior, más la masa con inclusión de pasajeros, cargas de la bodega hasta su capacidad máxima teórica 100 kg/m<sup>3</sup>. Para cada asiento y pasajeros se estimará con una bolsa de arena con un peso de 70 kg. Las bodegas serán cargadas con un material cuyo peso específico sea igual o inferior a 1500 hg/m<sup>3</sup>.</p> <p><b>Unidad en condición de marcha:</b> se define como la unidad en su condición normal y original de circulación, respecto a su sistema de suspensión y neumático que deberán responder a las especificaciones generales.</p> <p><b>Plataforma de ensayo:</b> base rígida, donde se ubica la unidad a ensayar de forma longitudinal, esta máquina estará dotada por ingenios mecánicas que permitan una lenta rotación de la misma, permitiendo un ángulo superior de 30° sexagesimales. El dispositivo permitirá una lectura con una precisión de 0,1°.</p> <p><b>Unidad representativa:</b> los fabricantes harán una presentación de la marca, modelo de casi, indicando el tipo de unidad, efectuando los estudios analíticos de la posición del centro de gravedad, para que la entidad realice el ensayo de estabilidad.</p>
<b>Desarrollo del ensayo</b>	La unidad con carga completa y en condiciones de marcha, se aplicaran tacos para evitar deslizamientos, y se procede a inclinar lentamente la plataforma, hasta alcanzar los 28°, y se tomara evidencia.
<b>Resultados</b>	<p>El ensayo se dará por aprobado si la unidad admitió los 28° de inclinación.</p> <p>Si el ensayo se lleva a cabo hasta el inicio del vuelco, se calculará la posición del centro de gravedad.</p> <p>La autoridad de aplicación podrá aceptar métodos analíticos para satisfacer el ensayo, tomando en consideración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distribución espacial de las masas</li> <li>✓ Posición tridimensional del centro de gravedad</li> <li>✓ Comportamiento real de resortes, pulmones y barras de torsión</li> <li>✓ Comportamiento real vertical y horizontal de neumáticos</li> <li>✓ Características del sistema de control de presión del sistema de suspensión</li> <li>✓ Posición de los centros de momentos.</li> </ul> <p>Este procedimiento analítico será aceptado luego que el modelo matemático presentado como alternativo haya sido validado de al menos 6 pruebas prácticas en diferentes carrocerías y chasis.</p>

**Fuente:** (Secretaria de Transporte, 2008) **Elaborado por:** Autores

**RESOLUCIÓN 757/2006**

La Resolución 757/2006 modifica el "Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros". Las unidades deben estar provistas de correajes de sujeción de tipo pélvico en los asientos de la primera fila de ambas hileras y en el asiento de la última fila ubicado frente al pasillo de tránsito.

**Correaje de sujeción**

En los vehículos de larga distancia se colocarán correajes de sujeción modelo 'pélvico', en la totalidad de los asientos destinados al pasaje, acompañante y auxiliar de a bordo.

Los correajes destinados al pasaje deberán cumplir las exigencias que establecen las Normas IRAM 3641/86 y la IRAM CETIA 1K15 (en lo relativo a la fijación de cinturones sobre la estructura del asiento)."

<p><b>Artículo 2</b></p>	<p>La instalación de los correajes de sujeción en la flota de vehículos usados habilitados deberá realizarse en cualquiera de las empresas carroceras habilitadas o en su defecto los trabajos deberán ser supervisados en su diseño y ejecución por un ingeniero con incumbencia en la materia quien deberá registrar fehacientemente los trabajos realizados.</p> <p>Entiéndase por condiciones similares la instalación de los asientos con bulonería, arandelas, flejes o perfiles de soporte en el piso, mordaza para la fijación fusible, etc., de características similares o superiores a las que resultan de la aplicación del Acto Administrativo citado precedentemente.</p>										
<p><b>Artículo 3</b></p>	<p>Lo establecido en el Artículo 2º de la presente resolución entrará en vigencia según el cronograma que a continuación se detalla.</p> <table border="1" data-bbox="323 1249 1425 1447"> <thead> <tr> <th data-bbox="323 1249 874 1283">Año modelo de la unidad</th> <th data-bbox="882 1249 1425 1283">Fecha de vigencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="323 1283 874 1317">2003 al 2006</td> <td data-bbox="882 1283 1425 1317">01/12/06</td> </tr> <tr> <td data-bbox="323 1317 874 1350">1999 al 2002</td> <td data-bbox="882 1317 1425 1350">01/01/07</td> </tr> <tr> <td data-bbox="323 1350 874 1384">1993 al 1998</td> <td data-bbox="882 1350 1425 1384">01/02/07</td> </tr> <tr> <td data-bbox="323 1384 874 1447">Anteriores a 1993 que prestan servicio por imperio de medidas judiciales</td> <td data-bbox="882 1384 1425 1447">01/11/06</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las unidades que no hayan satisfecho la colocación de los correajes de sujeción según el cronograma establecido, serán rechazadas en ocasión de la revisión técnica obligatoria y se impedirá la prestación de los servicios.</p>	Año modelo de la unidad	Fecha de vigencia	2003 al 2006	01/12/06	1999 al 2002	01/01/07	1993 al 1998	01/02/07	Anteriores a 1993 que prestan servicio por imperio de medidas judiciales	01/11/06
Año modelo de la unidad	Fecha de vigencia										
2003 al 2006	01/12/06										
1999 al 2002	01/01/07										
1993 al 1998	01/02/07										
Anteriores a 1993 que prestan servicio por imperio de medidas judiciales	01/11/06										
<p><b>Artículo 4</b></p>	<p>La puesta en vigencia de lo establecido en el Artículo 1º para las unidades 0 km, regirá a partir de los 30 días de la publicación de la presente en el Boletín Oficial.</p> <p>Los rodados que no hayan satisfecho la colocación de los correajes de sujeción, serán rechazados en ocasión de la revisión técnica obligatoria y se impedirá la prestación de los servicios.</p>										
<p><b>Artículo 5</b></p>	<p>Las empresas afectadas al transporte de pasajeros por automotor de larga distancia que cuenten en sus unidades con sistema de televisión, deberán incluir un video institucional, que será emitido al inicio de cada viaje, en el que mencionaran las condiciones de seguridad con que cuenta la unidad. En el mismo se efectuará especial hincapié en las "salidas de emergencia", "los martillos de seguridad", "las válvulas que permiten la liberación de las puertas", "el correcto uso de los cinturones de seguridad", "los indicadores de exceso de velocidad", "ubicación de matafuegos", entre otros.</p>										

En las unidades del tipo "cama suite", deberá informarse al pasaje que la posición de máxima reclinación del asiento no es la más segura para viajar, incluso con el cinturón debidamente ajustado.

**Fuente:** (Secretaria de Transporte, 2006b) **Elaborado por:** Autores

#### 4.4. BRASIL

##### **Resolución 316/2009 “Establece los requisitos de seguridad para vehículos de transporte colectivo de pasajeros M2 y M3 (tipos de minibús o ómnibus) de fabricación nacional y extranjera”**

Tomando como referencia la ley 5,108 establecida el 21 de septiembre del 1066, donde se vio la necesidad de garantizar la seguridad y la comodidad de los usuarios y operadores de autobuses y minibuses, tomando en consideración la comodidad y bienestar de los pasajeros adoptados por el Departamento Nacional de Tráfico (DENATRAN), para la homologación de vehículos con el Registro Nacional De Vehículos Motorizados (RENEVAM).

Además, en Brasil toman los estudios realizados por el grupo de trabajo técnico compuesto por el departamento nacional de tráfico (DENATRAN), la asociación nacional de fabricantes de vehículos motorizados (ANFAVEA) y la asociación nacional de fabricantes de carrocerías de autobuses (FABUS); además en la siguiente tabla resuelve:

**TABLA 17.****DESCRIPCIÓN DE LOS ARTÍCULOS QUE CONTEMPLA LA RESOLUCIÓN NRO. 316/2009**

Artículo	Descripción
<b>Artículo 1</b>	Se refiere a los vehículos nuevos, tanto nacionales como extranjeros, destinados al transporte colectivo de pasajeros (autobuses y minibuses) para homologación con el DENATRA, y de registro, licencia y registro necesarios para circular en las vías públicas.
<b>Artículo 2</b>	Los vehículos deberán estar equipados y cumplir con las disposiciones establecidas de la resolución en el Anexo I
<b>Artículo 3</b>	Los vehículos M2 y M3 deben estar diseñados con un propósito de transporte de pasajeros y para cumplir los requisitos, el corredor debe estar libre de cualquier obstáculo permanente o no.
<b>Artículo 4</b>	Los vehículos además de cumplir con los requisitos mínimos de seguridad deben cumplir con los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los vehículos M2 deben cumplir con requisitos constructivos.</li> <li>2. La aplicación urbana de vehículos M3 tipo “ómnibus” debe atender los requisitos establecidos en la resolución CONMETRO N° 06/08 “Especificaciones técnicas para la fabricación de vehículos con características urbanas para el transporte colectivo de pasajeros”</li> <li>3. Los vehículos M2 y M3, independientemente de su peso bruto en total, debe cumplir con los requisitos aplicables a los materiales de revestimiento interior de su habitáculo según las regulaciones CONTRAN.</li> </ol>
<b>Artículo 5</b>	Los vehículos M2 y M3 deben cumplir integralmente los requisitos de emisiones de gases y ruido establecidos por CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente)
<b>Artículo 6</b>	Los vehículos M2 y M3 deberán ser equipados con ventanas de emergencia con un mecanismo de apertura, de acuerdo con las características constructivas y operativas expresadas en el anexo VII de la resolución. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La cantidad mínima de dispositivos de salida deben ser 4 para minibús y 6 para autobuses.</li> <li>✓ Las salidas de emergencia de las ventanas en el vehículo están representadas por las resoluciones N° 643/04 y 791/04 que establecen “Establecen para las compañías interestatales e internacionales de transporte de pasajeros la obligación de informar a los usuarios sobre los procedimientos de seguridad.” debajo de los dispositivos de salida.</li> </ul>
<b>Artículo 7</b>	En el techo de los vehículos M2 y M3 deben existir de forma obligatoria, la salida de emergencia o vidrio destructible con marquillo. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El vehículo M2 debe por lo menos contar con una abertura en el techo que admita un rectángulo de área igual a 0,20 m<sup>2</sup> con dimensiones mínimas de 43 cm en su lado más pequeño, o tener dos vidrios de 45cm x 50cm de sistema eyectable o vidrio templado destructible de seguridad.</li> <li>✓ Los vehículos M3 deben tener al menos dos aberturas en el techo cuyas dimensiones admitan un rectángulo de área igual a 0,20 m<sup>2</sup>, con una dimensión de 43 cm en su lado menor.</li> </ul>
<b>Artículo 8</b>	Los vehículos M2 y M3 deben contar integralmente con los requisitos de relación potencia-peso establecido por INMETRO (Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología )
<b>Artículo 9</b>	Los compartimientos de sistema de propulsión, independientemente de su localización, de tener aislamiento térmico y acústico.
<b>Artículo 10</b>	El chasis, dotado de motor posterior o central, destinado para los vehículos M3 tienen un sensor de temperatura de incendio dispuesto en el compartimiento del motor para alertar al conductor mediante una señal visual y audible.
<b>Artículo 11</b>	Prohibido el uso de neumáticos rencauchados, ya sea por el proceso de rencauchado o remodelado en el eje delantero y ruedas con roturas, grieta o deformaciones.
<b>Artículo 12</b>	Los nuevos vehículos M2 y M3 fabricados desde el 2010 pueden comercializarse con un dispositivo reflectante colocado de acuerdo con el apéndice del Anexo IX.
<b>Artículo 13</b>	Los vehículos M2 y M3 en circulación, fabricados hasta la fecha de publicación de esta resolución, puede renovar la licencia anual, correspondiente al año 2010, cuando tienen un dispositivo reflectante colocado de acuerdo con el apéndice del Anexo IX.
<b>Artículo 14</b>	Los propietarios y conductores de vehículos si requisitos establecidos en el CAPUT artículo 11, están sujetos a sanciones contenidas en el artículo 230.



Artículo	Descripción
<b>Artículo 15</b>	Los vehículos M3 equipados con motor delantero, de aplicación interurbana y peso bruto mayor a 14 toneladas, deberá estar equipado con dispositivos anti intrusión trasero especificado en el Anexo X de la resolución.
<b>Artículo 16</b>	La carrocería de los vehículos M3 deberá ser identificada por el fabricante de carrocería, de acuerdo con las especificaciones del Anexo XI de la resolución.
<b>Artículo 17</b>	Las comprobaciones de los requisitos están contenidas en las secciones I a IV que se enumeraran a continuación: <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Sistema de retención de la silla de ruedas y su usuario de acuerdo al Anexo VI.</li> <li>II. Dispositivo de destrucción de vidrio o sistema equivalente en el Anexo VIII</li> <li>III. Dispositivo reflectante de acuerdo al Anexo IX</li> <li>IV. Protección anti intrusión posterior según el Anexo X</li> </ul>
<b>Artículo 18</b>	Esta resolución entro en vigencia a partir del 1 de julio del 2009, sustituyendo a la resolución 811/996.

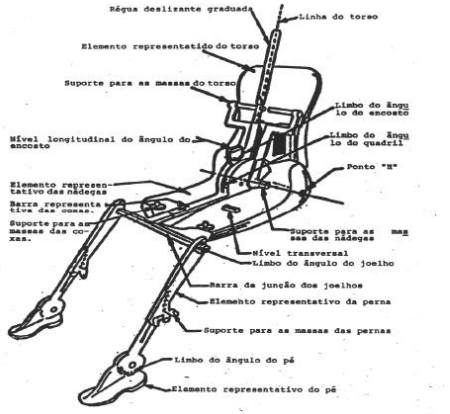
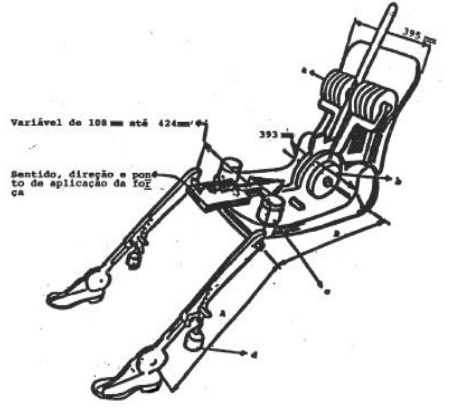
**Fuente:** (Consejo Nacional de Transito (CONTRAN), 2009) **Elaborado por:** Autores

### TABLA 18.

#### DESCRIPCIÓN DE CADA ANEXO QUE CONFORMA LA RESOLUCIÓN NRO. 316/2009

Anexo	Descripción y características
<b>Anexo I</b>	Clasificación de los vehículos de transporte de pasajeros Su campo de aplicación son los Vehículos M2 o M3, urbanos, interurbanos o escolares, además de que el presente anexo establece algunos campos en los que se enfoca la resolución como: ✓ Disposición interior del asiento y ancho mínimo del pasillo como aplicación y tipo de vehículo.
	<b>Apéndice</b> Disposición general de asientos para vehículos y requisitos M2 y M3. En este apéndice se definen el espacio mínimo en asiento, dimensiones de asiento y ancho de pasillo en M2 y M3.
<b>Anexo II</b>	<b>Apéndice 1</b> Ensayo de estabilidad.
	<b>Apéndice 2</b> Verificación del límite de estabilidad bajo condiciones estáticas por aplicación de un método de cálculo.
<b>Anexo III</b>	Similar a los métodos del <b>Reglamento No 107</b> de la comisión económica de las naciones unidas para Europa – <b>Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de la categoría M2 o M3 por lo que respecta a sus características generales de construcción. Sección de estabilidad vehicular</b> Procedimiento para validar la estructura de carrocerías de vehículos M2 y M3

Anexo		Descripción y características	
	<p><b>Apéndice 1</b></p> <p>Condiciones de resistencia de fuerza</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carga vertical para los vehículos M3</li> <li>➤ Carga vertical para los vehículos M2</li> </ul>	<p><b>Apéndice 3</b></p>	<p>Resistencia de la superestructura</p> <p>Especificaciones y requisitos generales</p> <p>Espacio de supervivencia</p> <p>Métodos de ensayo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prueba de vuelco de un vehículo completo.</li> <li>➤ Prueba de vuelco de una sección de carrocería.</li> <li>➤ Prueba de péndulo de una sección del cuerpo del vehículo.</li> </ul> <p>Requisitos para la distribución de las principales partes de la superestructura relativa a la absorción de energía.</p> <p>Verificación de la resistencia de la superestructura por aplicación de un método de cálculo</p> <p>Espacio de supervivencia</p>
	<p><b>Apéndice 2</b></p> <p>Resistencia al impacto delantero y lateral</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condiciones de resistencia al impacto delantero</li> <li>➤ Condiciones de resistencia al impacto lateral izquierdo</li> </ul>		
<p>Similar a los métodos del <b>Reglamento No 66</b> de la comisión económica de las naciones unidas para Europa – <b>Prescripciones técnicas uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura</b></p>			
Anexo IV	<p>Requisitos para asientos de vehículos M2 y M3 con respecto a sus anclajes</p> <p>Requisitos relativos de los asientos</p> <p>Requisitos relativos al anclaje de los asientos de un tipo de vehículo</p> <p>Requisitos relativos del ensamble de los asientos en el vehículo</p>		
	<p><b>Apéndice 1</b></p>	<p>Procedimiento de banco de pruebas de asientos y/o anclajes mencionados en el Anexo IV</p> <p>Preparación de prueba</p> <p>Preparación del banco de prueba</p> <p>Pruebas dinámicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prueba 1</li> <li>➤ Banco auxiliar</li> <li>➤ Dummy</li> <li>➤ Simulación de impacto</li> <li>➤ Prueba 2</li> </ul>
	<p><b>Apéndice 2</b></p> <p>Procedimiento de prueba – anclaje de vehículo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipo de prueba</li> <li>➤ Procedimiento de prueba</li> </ul>	<p><b>Apéndice 5</b></p> <p>Requisitos y procedimientos de pruebas estáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pruebas estáticas</li> <li>➤ Aparatos de ensayo</li> <li>➤ Procedimiento de ensayo</li> </ul>	
	<p><b>Apéndice 3</b></p> <p>Mediciones a realizar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ensayos dinámicos</li> </ul> <p>Medidas dinámicas</p> <p>Mediciones de Dummy</p>	<p><b>Apéndice 6</b></p> <p>Características de absorción de energía de la espalda de la espalda de los asientos de los vehículos tipo M2 y M3.</p>	

Anexo	Descripción y características	
	<p><b>Apéndice 4</b>                      Determinación de criterios de aceptabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinación de criterios de evaluación de índice de lesiones craneales</li> <li>➤ Criterios de evaluación del tórax</li> <li>➤ Criterios de evaluación del fémur</li> </ul>	<p><b>Apéndice 7</b>                      Procedimiento para determinar el punto “H” y ángulo real del torso para asientos de vehículos</p>
	<p><b>Apéndice 8</b>                      Descripción del dispositivo tridimensional del punto “H”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elementos representantes del torso y del trasero.                      Elementos representativos del cuerpo y de las piernas.</li> </ul> <p>Además, se adjuntan las diferentes disposiciones de los dummies con los que se realiza las pruebas.</p>	
	 <p><b>FIGURA 40. COMPONENTES DE DISPOSIÇÃO TRIDIMENSIONAL</b>  <b>Fuente:</b> (Consejo Nacional de Transito (CONTRAN), 2009) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>	 <p><b>FIGURA 41. DIMENSÕES DE MASSA E DISPOSIÇÃO TRIDIMENSIONAL</b>  <b>Fuente:</b> (Consejo Nacional de Transito (CONTRAN), 2009) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>
<b>Anexo V</b>	Requisitos relativos a la instalación de cinturones de seguridad en vehículos de transporte colectivo de pasajeros m2 y m3.	
<b>Anexo VI</b>	Sistema de estabilidad y retención de sillas de ruedas y usuario para vehículos M2 y M3	
<b>Anexo VIII</b>	Dispositivo para distribución de vidrio en ventanas de emergencia de vehículos tipo M2 y M3 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Características constructivas del martillo de seguridad</li> <li>➤ Dispositivos de seguridad equivalentes</li> </ul>	

**Fuente:** (Consejo Nacional de Transito (CONTRAN), 2009) **Elaborado por:** Autores

#### 4.5. MÉXICO

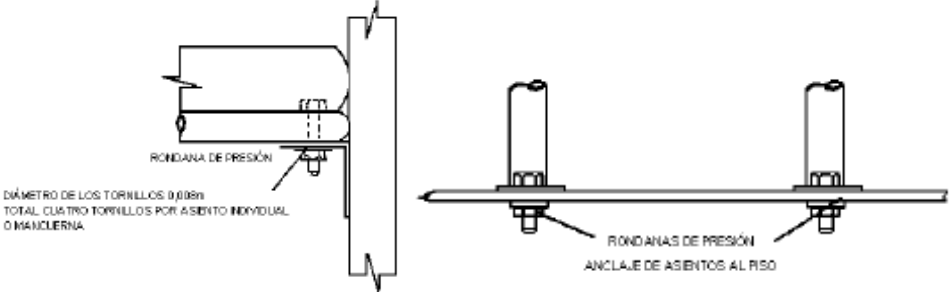
##### **NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, transporte terrestre – servicio de autotransporte económico y mixto – minibús – características y especificaciones técnicas y de seguridad.**

De los cuales según el contenido establecido por la norma para el diseño y manufactura del chasis se rescatan algunas características del contenido, tales como:

**TABLA 19.**

*DESCRIPCIÓN DE LA NORMA EN LO QUE CONCIERNE AL ANÁLISIS DE CHASIS, CARROCERÍA Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD.*

ANÁLISIS	Descripción General
<b>Capacidad máxima permitida</b>	<p>Capacidad de personas sentadas depende del peso bruto vehicular especificado por el fabricante, como el peso vehicular incluido por la carrocería y el peso de las personas, determinado por la siguiente formula y el peso de la persona de 70 kg</p> $\text{número de personas sentadas máximo permitido por unidad} = \frac{\text{peso bruto vehicular} - \text{peso vehicular}}{\text{peso promedio por persona (70 kg)} + 15 \text{ kg de equipage por persona}}$ <p>El peso bruto vehicular se determina por la capacidad del eje delantero más la capacidad del eje posterior, las cuales deben ser no menores a 2624 kg y 6795 kg respectivamente.</p> <p>El diseño y los cálculos correspondientes de los elementos para el peso bruto vehicular, debe ser proporcionado por el fabricante, comprobando que dichos elementos soportan las cargas y fatigas a los trabajos que se someta su unidad.</p>
<b>Resistencia y durabilidad a la fatiga</b>	<p>La estructura debe soportar los esfuerzos de torsión y flexión bajo condiciones de deformación establecidas a continuación:</p> <p><b>Torsión:</b> el vehículo con su máximo peso bruto vehicular no debe presentar deformaciones elásticas en la estructura. <b>Procedimiento punto 6,6 de la norma.</b></p> <p><b>Flexión:</b> el vehículo cargado a 2,5 veces la carga útil no deberá presentar deformaciones elásticas mayores a 0,015 m. <b>procedimiento punto 6,7 de la norma.</b></p> <p>La estructura debe ser capaz de resistir las cargas dinámicas que se presenten durante por lo menos 5 años, sin que se manifiesten fatigas o fracturas en los elementos estructurales importantes como: suspensión, dirección, motor. <b>Procedimiento punto 6,8 de la norma</b></p>

ANALISIS	Descripción General	
<p><b>Anclaje de los asientos</b></p>	<p>El anclaje de los asientos debe cumplir los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar que el asiento se mueva, así como proporcionar firmeza al asiento en caso de accidente o movimientos bruscos a fin de evitar lesiones en los pasajeros y posible pérdida del control del vehículo al conductor. Inspección visual</li> <li>- Todas las unidades deben tener anclajes similares o equivalentes a lo especificado en el ejemplo de la figura 28.</li> </ul>	 <p><b>FIGURA 42. ANCLAJE DE LOS ASIENTOS</b>  <b>Fuente:</b>(Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, 1999) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>
<p><b>Asientos con superficies redondeadas</b></p>	<p>Los asientos deben tener materiales acojinados o plásticos sólidos y con superficies redondeadas tanto en el respaldo como en el asiento, los asideros de los asientos podrán disponer de un tramo de material rígido en las esquinas de los asientos, en caso de colocar pasamanos deberá protegerse con material acojinado de forma que amortigüe el impacto del usuario. Inspección visual</p>	

**FUENTE: (COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, 1999) ELABORADO POR: AUTORES**

**TABLA 20.**

*ENSAYOS QUE SE REALIZAN PARA LA VALIDACIÓN DEL CHASIS, CARROCERÍA Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD.*

Tipos de ensayo			
Ensayo	Aparatos y equipo	Procedimiento	Expresión de resultados
<p><b>Determinación del tipo de ejes y suspensión</b></p>	<p>Conos Cronómetro</p>	<p>Prueba de estabilidad (slalom): Se colocan 10 conos en línea recta, separados entre sí a una distancia de 30 m, el vehículo debe circular entre los conos a una velocidad promedio de 45 km/h. Para realizar la prueba, se puede verificar la velocidad midiendo el tiempo empleado en recorrer una distancia determinada en un tiempo establecido.</p> <p>Estabilidad en curvas: Se traza un círculo de 60 m de diámetro, y la unidad debe dar vueltas por el exterior del círculo a una velocidad promedio de 38 km/h y una aceleración lateral de 3,8 m/seg<sup>2</sup>. Para realizar la prueba se puede verificar midiendo el tiempo del recorrido total que será de (Z) segundos.</p>	<p>Prueba de estabilidad (slalom): El vehículo debe librar en forma alternada mínimo 6 conos, a una velocidad promedio de 45 km/h.</p> <p>Estabilidad en curvas: El vehículo debe dar mínimo dos vueltas por el exterior del círculo, sin que pierda su estabilidad.</p>
<p><b>Determinación de la pendiente</b></p>	<p>Velocímetro de la unidad</p>	<p>Mantener el vehículo transitando a su máximo peso bruto vehicular a una velocidad de 50 km/h en una pendiente ascendente. El tramo de prueba tendrá una longitud mínima de 1 km en una pendiente ascendente de 10° (17,6%)</p>	

Tipos de ensayo			
Ensayo	Aparatos y equipo	Procedimiento	Expresión de resultados
		mínimo con respecto a la horizontal. (Se puede utilizar la autopista México-Puebla o la México-Toluca como tramo de prueba).	
<b>Determinación de la desnivelación del minibús</b>		El vehículo a su máximo peso bruto vehicular será sometido respecto a su plano horizontal a una desnivelación de sus puntos de apoyo (llantas) hacia arriba y hacia abajo de 0,15 m de forma alterna en cada una de sus llantas, las llantas restantes del vehículo no deben despegarse del suelo. Se observarán las deformaciones elásticas, además de verificar el funcionamiento de cada uno de los componentes de la carrocería.	Las deformaciones elásticas que se presenten, no deben generar mal funcionamiento de los componentes de la carrocería, tales como: puertas, ventanillas y salidas de emergencia; rupturas en cristales y parabrisas; desprendimiento de asientos, pasamanos o cualquier elemento estructural interno o externo del vehículo.
<b>Determinación de la deformación elástica</b>	Indicador de caratula	El vehículo cargado a 2,5 veces su carga útil, uniformemente distribuida a lo largo del mismo, será soportado en los cuatro puntos de apoyo de la suspensión y sobre el chasis serán ubicados seis puntos que serán monitoreados con un indicador de carátula, para determinar la deformación.	Las deformaciones elásticas que se presenten no deben ser superiores a 0,015 m.
<b>Determinación de la resistencia a las cargas dinámicas</b>	Equipo de computadora con capacidad suficiente para soportar programas de análisis finito de fuerzas en tres dimensiones.	El procedimiento será la simulación del modelo numérico en computadora.	El modelo no debe presentar ningún punto que sobrepase el límite de fatiga del material del chasis y de las soldaduras empleadas.
<b>Determinación de la resistencia de los materiales al fuego</b>	Probeta del material	Se colocará una fuente de calor junto a la probeta del material	La máxima velocidad de combustión, tanto horizontal como vertical, será de 0,10 m por segundo

**Fuente:** (Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, 1999) **Elaborado por:** Autores

#### **4.6. ESTADOS UNIDOS**

##### **CFR 49 parte 571 norma 209; conjuntos de cinturones de seguridad**

Establece los requisitos de los cinturones de seguridad, aplicado a la correa y hebilla para el uso de pasajeros de vehículos livianos, vehículos de transporte de pasajeros, buses y autobuses.

**TABLA 21.***REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA 209 DE EEUU; CONJUNTO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD*

Requerimientos																															
<p><b>Ocupación individual.</b> El cinturón está diseñado para ser utilizado por una persona.</p> <p><b>Restricción del torso superior.</b> Un cinturón tipo 2 debe proporcionar restricción del torso sin desplazar la restricción pélvica hacia la región abdominal.</p> <p><b>Hardware (parte de metal o plástico rígido del conjunto de cinturón de seguridad).</b> Todas las piezas en contacto con una persona, ropa o correa deben estar libre de rebabas y bordes afilados.</p> <p><b>Liberación.</b> El cinturón tipo 1 y 2 debe estar provisto de una hebilla fácilmente accesible para el ocupante para su fácil liberación.</p> <p><b>Hardware de fijación.</b> Un conjunto de cinturón de seguridad debe contar con todos los implementos necesarios para su respectiva instalación según la norma SAE J800 El hardware deberá estar diseñado para evitar que los pernos de fijación y otras partes se desacoplen del vehículo mientras están en servicio.</p> <p><b>Ajuste.</b> Conjunto de cinturón de seguridad Tipo 1 o Tipo 2 debe poder adaptarse a los ocupantes cuyas dimensiones y peso oscilan entre los de una mujer adulta de 5 percentil y un hombre adulto del 95 percentil. (los ocupantes adultos mencionados deberán tener las siguientes medidas)</p>	<p><b>Tabla 22.</b> Medidas de los ocupantes adultos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>5.º porcentaje hembra adulta</th> <th>Percentil 95 masculino adulto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso</td> <td>46,3 kg</td> <td>97,5 kg.</td> </tr> <tr> <td>Erguido sentado altura</td> <td>785 mm</td> <td>965 mm.</td> </tr> <tr> <td>Ancho de cadera (sentado)</td> <td>325 mm</td> <td>419 mm.</td> </tr> <tr> <td>Circunferencia de la cadera (sentado)</td> <td>925 mm</td> <td>1199 mm.</td> </tr> <tr> <td>Circunferencia de la cintura (sentado)</td> <td>599 mm</td> <td>1080 mm.</td> </tr> <tr> <td>Profundidad del pecho</td> <td>190 mm</td> <td>267 mm.</td> </tr> <tr> <td>Pezón</td> <td>775 mm</td> <td>1130 mm.</td> </tr> <tr> <td>Superior</td> <td>757 mm</td> <td>1130 mm.</td> </tr> <tr> <td>Inferior</td> <td>676 mm</td> <td>1130 mm.</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Fuente:</b> (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) <b>Elaborado por:</b> Autores</p> <p><b>Correas.</b> Las correas deben estar protegidos o tratados para evitar que se deshilachen. Al final los cinturones deben tener un montaje de metal en la hebilla.</p> <p><b>Marcado.</b> Cada conjunto de cinturón de seguridad deberá estar marcado, etiquetado de forma permanente y legible con el año de fabricación, modelo y nombre o marca comercial del fabricante o distribuidor, del importador si se fabrica fuera de los estados unidos.</p> <p><b>Instrucción de instalación.</b> Un conjunto instalado en un vehículo automotor por un fabricante deberá ir acompañado de una hoja de instrucciones que proporcione información suficiente para instalar.</p> <p><b>Mano de obra.</b> Los conjuntos de cinturón de seguridad deberán tener una buena mano de obra de acuerdo con las buenas prácticas comerciales.</p>		5.º porcentaje hembra adulta	Percentil 95 masculino adulto	Peso	46,3 kg	97,5 kg.	Erguido sentado altura	785 mm	965 mm.	Ancho de cadera (sentado)	325 mm	419 mm.	Circunferencia de la cadera (sentado)	925 mm	1199 mm.	Circunferencia de la cintura (sentado)	599 mm	1080 mm.	Profundidad del pecho	190 mm	267 mm.	Pezón	775 mm	1130 mm.	Superior	757 mm	1130 mm.	Inferior	676 mm	1130 mm.
	5.º porcentaje hembra adulta	Percentil 95 masculino adulto																													
Peso	46,3 kg	97,5 kg.																													
Erguido sentado altura	785 mm	965 mm.																													
Ancho de cadera (sentado)	325 mm	419 mm.																													
Circunferencia de la cadera (sentado)	925 mm	1199 mm.																													
Circunferencia de la cintura (sentado)	599 mm	1080 mm.																													
Profundidad del pecho	190 mm	267 mm.																													
Pezón	775 mm	1130 mm.																													
Superior	757 mm	1130 mm.																													
Inferior	676 mm	1130 mm.																													

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) **Elaborado por:** Autores



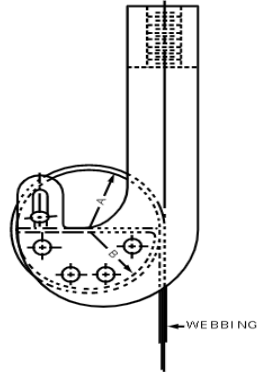
**TABLA 23.**

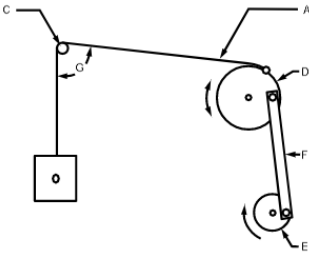
**REQUISITOS DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CINTURÓN DE SEGURIDAD**

Requisitos de componentes	Descripción										
Requisitos para correas	<p><b>Ancho.</b> El ancho no debe ser inferior 46 mm, excepto en las porciones que nos tocan a un percentil 95 percentil, con el asiento en ninguna posición de ajuste.</p>										
	<p><b>Resistencia a la abrasión.</b> La cinta debe estar sometida a la abrasión, debe ser resistente a la rotura de no menos del 75 por ciento de la resistencia a la rotura.</p> <p><b>Resistencia a la luz.</b> Las correas en el conjunto del cinturón de seguridad deberán tener una resistencia a la rotura no inferior al 60 por ciento de la resistencia antes de la exposición al arco de carbono.</p>	<p><b>Resistencia a los microorganismos.</b> Las correas en un conjunto de cinturón de seguridad de microorganismos</p> <table border="1" data-bbox="987 533 2027 743"> <thead> <tr> <th data-bbox="987 533 1402 560">Requisito de la correa</th> <th data-bbox="1402 533 1688 560">Cinturón 1</th> <th data-bbox="1688 533 2027 560">Cinturón 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="987 560 1402 639"><b>Fuerza de rompimiento</b> - Las correas en un conjunto de cinturón de seguridad deben tener las siguientes resistencias.</td> <td data-bbox="1402 560 1688 639">26,689 N</td> <td data-bbox="1688 560 2027 639">20 por ciento a 11,120 N</td> </tr> <tr> <td data-bbox="987 639 1402 743"><b>Alargamiento</b> - La correa en un conjunto de cinturón de seguridad no se extenderá a más del alargamiento siguiente cuando se someten a las fuerzas especificadas.</td> <td data-bbox="1402 639 1688 743">22,241 N para correas en la restricción pélvica y 17,793 N para correas en la restricción del torso superior</td> <td data-bbox="1688 639 2027 743">30 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción pélvica y 40 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción del torso superior</td> </tr> </tbody> </table>	Requisito de la correa	Cinturón 1	Cinturón 2	<b>Fuerza de rompimiento</b> - Las correas en un conjunto de cinturón de seguridad deben tener las siguientes resistencias.	26,689 N	20 por ciento a 11,120 N	<b>Alargamiento</b> - La correa en un conjunto de cinturón de seguridad no se extenderá a más del alargamiento siguiente cuando se someten a las fuerzas especificadas.	22,241 N para correas en la restricción pélvica y 17,793 N para correas en la restricción del torso superior	30 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción pélvica y 40 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción del torso superior
	Requisito de la correa	Cinturón 1	Cinturón 2								
<b>Fuerza de rompimiento</b> - Las correas en un conjunto de cinturón de seguridad deben tener las siguientes resistencias.	26,689 N	20 por ciento a 11,120 N									
<b>Alargamiento</b> - La correa en un conjunto de cinturón de seguridad no se extenderá a más del alargamiento siguiente cuando se someten a las fuerzas especificadas.	22,241 N para correas en la restricción pélvica y 17,793 N para correas en la restricción del torso superior	30 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción pélvica y 40 por ciento a 11,120 N para correas en la restricción del torso superior									
Resistencia para el hardware	<p><b>Resistencia a la corrosión.</b> Debe estar libre a la corrosión ferrosa en superficies significativas excepto en zonas permitidas como debajo del piso y arandelas.</p>										
	<p><b>Resistencia la temperatura.</b> De plástico y otros no metálicos de hardware que formen parte del cinturón de seguridad de montaje.</p>										
	<p><b>Accesorios del hardware.</b></p>	<p>Los pernos de ojo, pernos de resalto y otros pernos para asegurar la zona pélvica del cinturón de seguridad deben resistir una fuerza de 40,034 N, excepto pernos de fijación en modelos donde los extremos de dos o más conjuntos de cinturón de seguridad no se pueden unir y deben tener una resistencia a la rotura de no menos 22,241 N</p> <p>Otros accesorios de fijación deben resistir una fuerza de tensión de al menos 26. 689 N</p> <p>Un conjunto de cinturón de seguridad que tenga ganchos de fijación individual para conectar las correas a un cáncamo debe tener un pestillo que no se mueva más de 2 mm de dirección vertical u horizontal.</p>									
<p><b>Hebilla de liberación</b></p>	<p>De un conjunto de seguridad tipo 1 y 2 se soltará cuando se aplique una fuerza de no más 133 N</p> <p>Una hebilla diseñada para aplicación de fuerza de liberación mediante un botón pulsador debe tener un área min. De 452 mm<sup>2</sup> con una dimensión lineal de 10 mm de diámetro y 38 mm de longitud.</p> <p>De conjunto de seguridad tipo 1 o 2 no se soltará bajo una fuerza de compresión de 1779 N.</p>										

<b>Requisitos de componentes</b>	<b>Descripción</b>
<b>Fuerza de ajuste</b>	La fuerza requerida para disminuir el tamaño de seguridad no debe exceder los 49 N.
<b>Ajuste de bloqueo de inclinación</b>	La hebilla de un conjunto de cinturón de seguridad de ajuste de bloqueo de inclinación bloqueara la cinta en un ángulo de no menos de 30 grados.

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) **Elaborado por:** Autores

<b>Procedimientos de demostración</b>							
<b>Correas</b>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Ancho</b></td> <td>El ancho se medirá después del acondicionamiento durante al menos 24 horas en atm. Húmeda relativa entre 48 y 67 por ciento y una temperatura de <math>23 \pm 2</math> °C. la tensión durante la medición no debe ser superior a 22 N en las correas de cinturón tipo 1 y 9786 <math>\pm 450</math> N en correas de cinturón tipo 2.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Fuerza de rompimiento</b></td> <td>Las correas de tres conjuntos de cinturones de seguridad, se probará que la resistencia a la rotura en una máquina de prueba de capacidad verificada de la resistencia a la rotura de la correa de acuerdo con la norma ASTM E4-79, la maquina estará equipada con un tambor que tenga un diámetro entre 51 y 102 mm como se muestra en la siguiente figura 29.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Alargamiento</b></td> <td>La prueba se medirá durante la prueba de resistencia a la rotura mediante el siguiente procedimiento: se colocara una precarga entre 196 y 254 N en la cinta montada en los agarres de la máquina de prueba y en los puntos de aguja se inserta un extensómetro, donde los puntos permanecen paralelos inicialmente con una distancia entre 102 y 203 mm.</td> </tr> </table>	<b>Ancho</b>	El ancho se medirá después del acondicionamiento durante al menos 24 horas en atm. Húmeda relativa entre 48 y 67 por ciento y una temperatura de $23 \pm 2$ °C. la tensión durante la medición no debe ser superior a 22 N en las correas de cinturón tipo 1 y 9786 $\pm 450$ N en correas de cinturón tipo 2.	<b>Fuerza de rompimiento</b>	Las correas de tres conjuntos de cinturones de seguridad, se probará que la resistencia a la rotura en una máquina de prueba de capacidad verificada de la resistencia a la rotura de la correa de acuerdo con la norma ASTM E4-79, la maquina estará equipada con un tambor que tenga un diámetro entre 51 y 102 mm como se muestra en la siguiente figura 29.	<b>Alargamiento</b>	La prueba se medirá durante la prueba de resistencia a la rotura mediante el siguiente procedimiento: se colocara una precarga entre 196 y 254 N en la cinta montada en los agarres de la máquina de prueba y en los puntos de aguja se inserta un extensómetro, donde los puntos permanecen paralelos inicialmente con una distancia entre 102 y 203 mm.
	<b>Ancho</b>	El ancho se medirá después del acondicionamiento durante al menos 24 horas en atm. Húmeda relativa entre 48 y 67 por ciento y una temperatura de $23 \pm 2$ °C. la tensión durante la medición no debe ser superior a 22 N en las correas de cinturón tipo 1 y 9786 $\pm 450$ N en correas de cinturón tipo 2.					
	<b>Fuerza de rompimiento</b>	Las correas de tres conjuntos de cinturones de seguridad, se probará que la resistencia a la rotura en una máquina de prueba de capacidad verificada de la resistencia a la rotura de la correa de acuerdo con la norma ASTM E4-79, la maquina estará equipada con un tambor que tenga un diámetro entre 51 y 102 mm como se muestra en la siguiente figura 29.					
<b>Alargamiento</b>	La prueba se medirá durante la prueba de resistencia a la rotura mediante el siguiente procedimiento: se colocara una precarga entre 196 y 254 N en la cinta montada en los agarres de la máquina de prueba y en los puntos de aguja se inserta un extensómetro, donde los puntos permanecen paralelos inicialmente con una distancia entre 102 y 203 mm.						
 <p style="text-align: right;">                 A – 1 a 2 in o 2.5 a 5 cm                  B – 0.06 in o 0.15 cm             </p>							
<p><b>Figura 43.</b> Máquina de análisis de resistencia a la rotura de las cintas de cinturones de seguridad.</p> <p><b>Fuente:</b> (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>							

Procedimientos de demostración		
	<p><b>Resistencia a la abrasión</b></p>	<p>Las correas se someterán a una prueba de resistencia a la abrasión frotando sobre una barra hexagonal como se muestra en la siguiente figura 30.</p> <p>Un extremo de las correas A se unirá a la masa B de <math>2,35 \pm 0,05</math> kg, excepto que se utilizará una masa de <math>1,5 \pm 0,05</math> kg para las correas de restricción pélvica y del torso superior.</p> <p>La correa debe n pasar sobre los dos nuevos bordes abrasivos de la barra hexagonal c y el otro extremo unido a un tambor oscilante d que tiene una carrera de 330 mm.</p> <p>El tambor debe oscilar para 5000 golpes o 2500 ciclos a una velocidad de 60 golpes por minuto o 30 ciclos por minuto.</p>
 <p>A – Cinta          B – Masa          C – Varilla hexagonal - acero SAE 51416          Dureza Rockwell (97 - 101)          Tamaño (0,250±0,001 in o 6,45±0,03 mm)          D – Diámetro del tambor 16 in o 40 in          E – Manivela          F – Biela          C – Ángulo entre cintas 85±2°</p> <p><b>FIGURA 44. MÁQUINA DE PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.</b></p> <p><b>Fuente:</b> (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) <b>Elaborado por:</b> Autores</p>		
	<p><b>Resistencia a la luz</b></p>	<p>Las correas de al menos 508 mm de longitud suspenderán verticalmente en el interior de la pista en un aparato de exposición a la luz de arco de carbono Tipo E descrito la norma ASTM G23-81, excepto que el filtro utilizado para hilos de poliéster al 100% por ciento será de vidrio de soda- cal químicamente reforzada que pueda transmitir de menos de 5% para longitudes igual o menor de 305 nanómetros y una transferencia de 90% a longitudes de 375 a 80 nanómetros. El aparato debe operar sin rocío de agua a una temperatura</p>
<p><b>Resistencia a los microorganismos</b></p>	<p>Las corras de al menos de 508 mm de longitud deben estar sometidos a la prueba I “prueba de entierro al suelo”; se entierre el espécimen en el suelo y después de dos semanas se lo lava, seca y se establece el límite de la rotura analizado en la norma.</p>	
<p><b>Hardware</b></p>	<p><b>Resistencia a la corrosión</b></p>	<p>Se prueba los tres conjuntos de cinturones de seguridad de acuerdo a la norma ASTM B117-73. Cualquier recubrimiento de superficie o material que no esté destinado a la retención permanente en las partes metálicas durante la vida útil se eliminará antes de la preparación de la prueba. El período de prueba debe ser de 50 horas para todos los accesorios de fijación en el piso o cerca del piso, que consta de dos períodos de exposición de 24 horas a la niebla salina seguido de 1 hora de secado y 25 horas para todos los demás accesorios , que consiste en un período de exposición de 24 horas a sal pulverizada seguido de 1 hora de secado</p>

**Procedimientos de demostración**

**Resistencia a la temperatura**

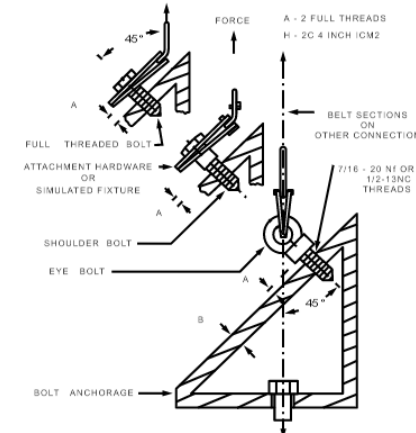
Tres conjuntos de cinturones de seguridad con equipos plásticos o no metálicos siguiendo los procedimientos D de la norma ASTM D756-78.

**Accesorio de hardware.** La fuerza debe estar aplicada en un Angulo de 45° con respecto al eje del perno del cinturón de seguridad

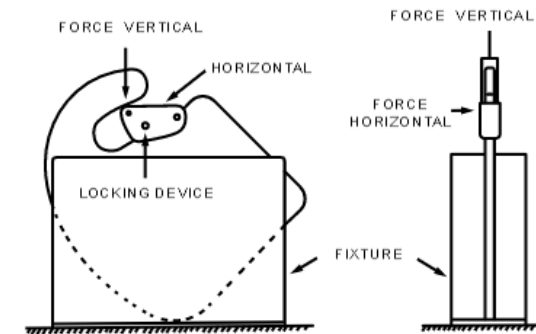
El hardware de fijación o el accesorio simulado se sujetará con el perno al anclaje que se muestra en la Figura, que tiene un estándar 7/16 -20UNF-2B o 1/2-UNF-2B u orificio roscado métrico equivalente en una placa de acero endurecido de al menos 10 mm de espesor.

Los accesorios de fijación que no sean pernos estarán sujetos a una fuerza de tensión de 26,689 N.

El gancho de fijación individual para conectar la correa a cualquier perno de argolla se debe probar de tal forma que el gancho se debe sostener rígidamente al pestillo o dispositivo de retención, como se muestra en la figura. Se aplicará una fuerza de  $667 \pm 9$  N verticalmente, se liberará la fuerza y se medirá la aplicación.



**Figura 45.** Sujeción de los cinturones de seguridad  
**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) **Elaborado por:** Autores



**Figura 46.** Gancho de fijación individual para verificación de resistencia.

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) **Elaborado por:** Autores

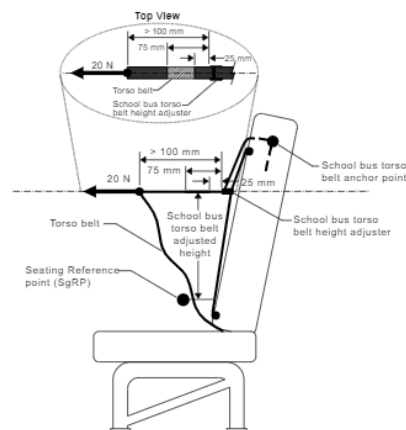
<b>Procedimientos de demostración</b>	
<b>Hebilla de liberación</b>	Se debe probar tres conjuntos de seguridad para determinar el cumplimiento de fuerza máxima de liberación de la hebilla. Después de la sujeción de la fuerza que se está probando, la fuerza se reducirá y mantendrá a 667 N en el tipo 1 de cinturón de seguridad y 334 N en el tipo 2 de cinturón de seguridad. - El área de aplicación de la fuerza de liberación de la hebilla se medirá a los 30 mm <sup>2</sup> . La hebilla de un conjunto de cinturón de seguridad tipo 1 o tipo 2 se someterá a una fuerza de compresión de 1779 N. la carga se aplicará utilizando una barra cilíndrica curva de diámetro de 19 mm y un radio de curvatura de 152 mm. La hebilla se enganchará y se aplicará una fuerza de tracción de 334 N.
<b>Fuerza de ajuste</b>	Se determinará la fuerza de ajuste en la cinta de la hebilla, sin carga en el extremo del ancla, la cinta se pasará por el dispositivo de ajuste a una velocidad de $508 \pm 50$ mm por minuto y la fuerza máxima se medirá al 1 N más cercano después de los primeros 25 mm de movimiento.
<b>Ajuste de bloqueo de inclinación</b>	La cinta deberá pasar a través del mecanismo de ajuste en una dirección para aumentar la longitud de la correa a una velocidad de $508 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ por minuto mientras el plano de la base gira lentamente en una dirección para bloquear la cinta . La rotación se detendrá cuando la cinta se bloquea, pero el tirón de la cinta se continuará hasta que haya una resistencia de al menos 89 N
<b>Cierre de hebilla</b>	La hebilla debe abrirse y cerrarse por completo al menos 10 veces El mecanismo de liberación se moverá 200 veces a través del recorrido máximo posible contra su tope con una fuerza de $133 \text{ N} \pm 13 \text{ N}$ a una velocidad que no exceda los 30 ciclos por minuto.

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004b) **Elaborado por:** Autores

### CFR 49 parte 571 norma 210; anclajes del conjunto del cinturón de seguridad

Esta norma establece los requisitos de los anclajes con el fin de asegurar su ubicación adecuada para la restricción efectiva de los ocupantes y reducir su mal funcionamiento.

La altura ajustada del cinturón del torso del autobús escolar significa la altura vertical sobre el punto de referencia del asiento (SGRP) del plano horizontal que contiene un segmento de la línea central del cinturón del torso entre 25 y 75 mm por delante del dispositivo de ajuste de la altura del cinturón del torso, cuando el retractar del cinturón está bloqueado y el cinturón del torso se retira aplicando una fuerza de 20 N en la dirección hacia adelante a través de la cinta en una ubicación de 100 mm como se ve en la figura 2.33.



**FIGURA 47. MEDIDA MÍNIMA DE ALTURA AJUSTADA DEL CINTURÓN DEL TORSO DEL AUTOBÚS ESCOLAR**

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004c) Elaborado por: Autores

### Requerimiento - Tipos de sujeciones:

Anclajes del cinturón de seguridad tipo 1 o de tipo 2. Deben ser instalados para cada plaza de asiento según la norma CFR 49 parte a 571 norma 208 ocupante protección contra choques.

- No obstante, los vehículos fabricados a partir del 1 de septiembre de 1987 con un sistema de retención automático, que no pueda ser ajustado por el propietario del vehículo para asegurar un sistema de retención infantil.
- En esta norma los anclajes de cinturón de seguridad tipo 1 o de tipo 2 deben ser instalados para ciertas posiciones de sentado que cumplan con los requisitos frontales de protección de choque.

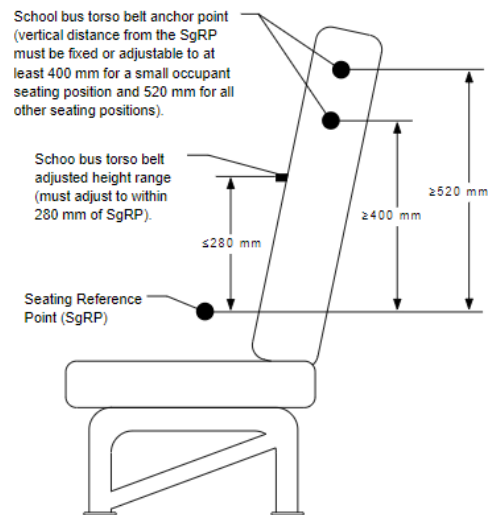
### Asientos de pasajeros del autobús escolar.

Para los autobuses escolares, los anclajes del cinturón de seguridad para los asientos de los pasajeros deben estar unidos a la estructura, incluidos los asientos de sillas de ruedas o puertas de emergencia laterales detrás de ellos. Para buses con GVWR menor o igual a 4,536 kg el cinturón de seguridad debe ser tipo 2, para autobuses escolares con un GVWR mayor a 4,536 kg el cinturón de seguridad será de tipo 1 o 2.

Los anclajes del cinturón de seguridad tipo 2 en autobuses escolares deben cumplir con los siguientes requisitos:

Para una posición de asiento de ocupante pequeña de un asiento de ocupación flexible como se define en el CFR 49 parte 571 norma 222 Asiento del pasajero del autobús escolar y protección contra choques, el punto de anclaje del cinturón del torso del autobús debe estar 400 mm o más verticalmente por encima del punto de referencia del asiento (SGRP). Para las demás posiciones de asiento, el punto de anclaje del cinturón del torso del autobús escolar debe ser de 520 mm o más verticalmente por encima SGRP o ajustable a 520 mm. La altura ajustada del cinturón del torso del autobús escolar en cada posición de asiento deberá ser ajustable a no más de

280 mm verticalmente por encima del SGRP como lo muestra en la siguiente figura 48.



**FIGURA 48. DIAGRAMA DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD**

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004c) **Elaborado por:** Autores

La distancia lateral mínima entre la línea central vertical de los orificios de los pernos o el centroide de cualquier otro medio.

GVWR	Requisitos de fuerza
Autobuses mayores a 4,535 kg con anclajes de cinturón tipo 1	Los anclajes, el hardware de fijación y los pernos de fijación y los pernos deben resistir 5000 libras cuando se pruebe el conjunto de cinturón de seguridad tipo 1 y parte del cinturón de regazo de un conjunto de seguridad tipo 2 o automático, si dicho cinturón de seguridad está equipado con un cinturón de torso desmontable.
Autobuses menores o igual a 4,535 kg	Los anclajes, el hardware de fijación y los pernos deben resistir 3000 libras aplicada a la porción del cinturón de regazo del conjunto de cinturón de seguridad simultáneamente con 3000 libras fuerza aplicada a la porción del cinturón de hombro.
Autobuses mayores a 4,535 kg con anclajes de cinturón tipo 2	

## Ubicación

Depende de la dirección de los asientos que en este caso es hacia la parte frontal.

Requerimientos de ubicación	
Asiento no ajustable	Una línea desde el punto de referencia del asiento hasta el punto de contacto más cercano del cinturón con el anclaje se extenderá en un ángulo horizontal de no menos 30 y no más de 75 grados.
Asiento ajustable	Una línea desde un punto de 64 mm hacia adelante y 10 mm por encima del punto de referencia del asiento hasta el punto de contacto más cercano del cinturón con el anclaje se extenderá en un ángulo horizontal de no menos 30 y no más de 75 grados.
Instalación del cinturón apoyado sobre el marco del asiento	El anclaje del cinturón de seguridad no está en la estructura del asiento, debe estar detrás del punto de contacto más trasero del cinturón en el marco del asiento con el asiento en la posición más trazada. La línea desde el punto de referencia del asiento hasta el punto de contacto del cinturón, se extenderá hacia adelante desde un punto de contacto en un ángulo de no menos de 30 y no más de 75 grados.
Instalación del cinturón adherida a la estructura del asiento	La línea desde el punto de referencia del asiento hasta un punto de contacto en el hardware que lo sujeta a la estructura del asiento el cual se extenderá hacia adelante desde ese punto en un ángulo de no menos de 30 y no más de 75 grados.
Anclajes de un conjunto de cinturón de seguridad individual	Debe ubicarse al menos a 165 mm de distancia lateralmente, medidos entre la línea central vertical de los oricios de los pernos.

## Procedimiento de prueba

Deben cumplir con los requerimientos establecidos en el punto anterior, para las pruebas el anclaje debe conectarse a un material cuya resistencia a la rotura sea igual o mayor que la resistencia a la rotura de la correa para el conjunto del cinturón de seguridad.

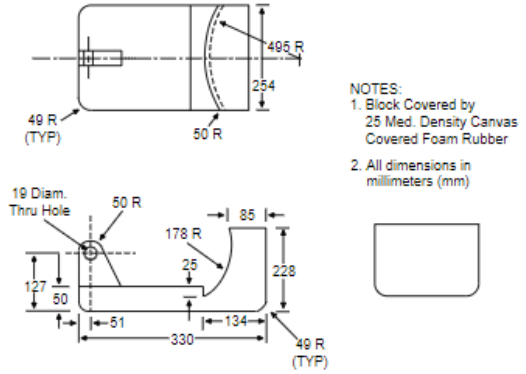
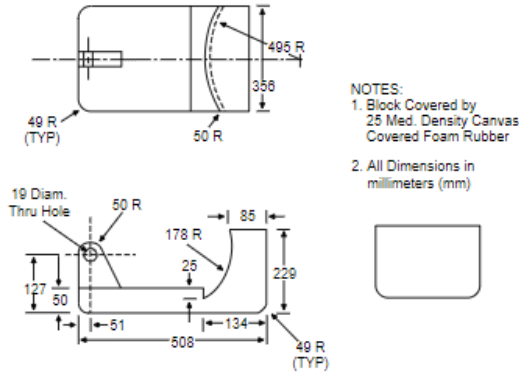
<p><b>Asientos con anclajes de cinturón de seguridad tipo 1 o 2.</b> Con el cinturón de forma retrasada, aplique una fuerza de 22,241 N en la dirección en la que el asiento mira hacia un bloque del cuerpo pélvico. <b>Figura 49.</b></p>	<p>Se aplicará una fuerza inicial de no menos de 5 o más de 15 grados sobre la horizontal. Aplique la fuerza a la velocidad de no más de 22,411 N por segundo. Consigue la fuerza de 22,241 N en no más de 30 segundos y mantenerla durante 10 segundos.</p> <p>A opción del fabricante, el bloqueo del cuerpo pélvico que se muestra en la <b>figura 50 a</b> continuación puede ser sustituido por el bloqueo del cuerpo pélvico descrito en la anterior <b>figura 49</b> anterior.</p>
<p><b>Asientos con anclajes automáticos tipo 2 o cinturones de seguridad.</b> Con el asiento de forma retrasada, aplique una fuerza de 13,345 N en la dirección en</p>	<p>Se aplicará una fuerza inicial de no menos de 5 o más de 15 grados sobre la horizontal. Aplique la fuerza a la velocidad de no as de</p>



la que el asiento mira hacia un bloque del cuerpo pélvico. **Figura 49** y un bloque del cuerpo del torso superior como se muestra en la **figura 51**.

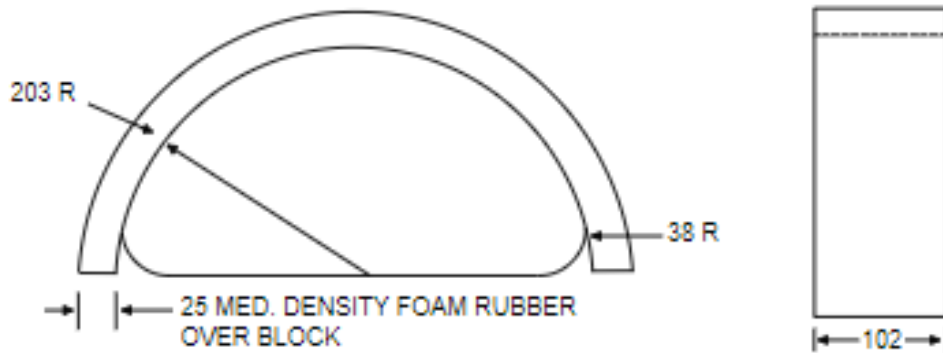
133,447 N por segundo. Consigue la fuerza de 13,345 N en no más de 30 segundos y mantenerla duran 10 segundos.

A opción del fabricante, el bloqueo del cuerpo pélvico que se muestra en la **figura 50 a** continuación puede ser sustituido por el bloqueo del cuerpo pélvico descrito en la anterior **figura 49** anterior.



**FIGURA 49. BLOQUE DE CUERPO PARA ANCLAJE DE CINTURÓN DE LABORATORIO**  
**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004c)  
**Elaborado por:** Autores

**FIGURA 50. BLOQUE DE CUERPO OPCIONAL PARA ASIENTOS CENTRALES**  
**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004c)  
**Elaborado por:** Autores



**FIGURA 51 BLOQUE DE CUERPO PARA COMBINACIÓN DE ANCLAJE DE HOMBRO Y CINTURÓN DE LABORATORIO**  
**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004c)  
**Elaborado por:** Autores

**CFR 49 parte 571 norma 212; montaje en parabrisas**

Esta norma establece los requisitos de retención del parabrisas para vehículos automotores durante choques, con el fin de reducir lesiones y muertes por accidentes de tránsito al proporcionar la retención del parabrisas.

**TABLA 24.****DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NORMA 212: MENAJE DE PARABRISAS**

<p><b>Requerimientos</b></p> <p>Cuando el vehículo se desplaza a cualquier velocidad hasta los 48 km/h, impacta una barrera de colisión fija que es perpendicular a la línea de desplazamiento del vehículo</p>	<p><b>Vehículos equipados con restricción pasiva</b></p> <p>Deberán retener no menos del 50% de la porción de la periferia del parabrisas.</p> <p><b>Vehículos no equipados con restricción pasiva</b></p> <p>Deberán retener no menos del 75% de la porción de la periferia del parabrisas</p>
<p><b>Condiciones de la prueba.</b></p>	
<p>El Vehículo, incluido con la prueba e instrumentación se efectuará de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Un automóvil de pasajeros se carga a su peso de vehículo descargado más su peso de capacidad de carga y equipaje más un muñeco de prueba 50 percentil.</li> <li>Un vehículo de pasajeros multipropósito, camión o autobús se carga a su peso del vehículo, más 136 kg o su capacidad nominal de carga y equipaje, más un muñeco 50 percentil.</li> </ol>	<p><b>El tanque de combustible.</b> Se llena a nivel de 90 a 95% de su capacidad</p> <p><b>Freno de estacionamiento.</b> Desactivado y la transmisión en punto muerto.</p> <p><b>Material del parabrisas y componentes del vehículo.</b> Los materiales deben estar en temperatura entre -9 y 43 grados Celsius.</p>

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004d) **Elaborado por:** Autores

### CFR 49 parte 571 norma 214: protección contra impactos laterales

Esta norma establece los requisitos de rendimiento para la protección de los ocupantes en impactos laterales, con el propósito de reducir el riesgo de lesiones graves y mortales a los ocupantes de automóviles de pasajeros, vehículos de usos múltiples, camiones y autobuses.

Esta norma aplica para vehículos de pasajeros, camiones y autobuses de usos múltiples con una calificación de peso en bruto de 4,536 kg

#### Requisitos.

<b>Vehículo de pasajeros, multipropósito, camiones y autobuses con un peso bruto de 2,722 kg o menos.</b>	Deben cumplir con los requisitos establecidos en la resistencia al aplastamiento de la puerta, prueba de barrera deformable en movimiento.
<b>Vehículo de pasajeros, multipropósito, camiones y autobuses multipropósito con un GVWR mayor de 2,722 kg.</b>	
<b>Resistencia al aplastamiento de puerta.</b>  Cualquier asiento puede afectar la carga o deflexión del lado del vehículo retirado.	Resistencia de aplastamiento inicial. Resistencia a la compresión intermedia no debe ser inferior a 10,000 N
	Resistencia al aplastamiento intermedio. Resistencia a la compresión intermedia no debe ser inferior a 15,569 N
	Resistencia máxima al aplastamiento. La resistencia máxima al aplastamiento no debe ser inferior a dos veces el peso del vehículo vacío a 31,138 N
<b>Con los asientos instalados en el vehículo</b>  Ubicados en cualquier posición horizontal y vertical a lo que pueden ajustarse.	Resistencia al aplastamiento inicial. La resistencia inicial al aplastamiento no debe ser inferior a 10,000 N.
	Resistencia al aplastamiento intermedio. La resistencia intermedia al aplastamiento no debe ser inferior a 19,460 N.
	Resistencia al aplastamiento máximo. La resistencia máxima al aplastamiento no debe ser inferior a tres veces y medio el peso del vehículo vacío o 53,378 N.

**Procedimientos de prueba para la resistencia al aplastamiento de la puerta.** Debe cumplir con los requisitos antes mencionados.

Ventanas laterales elevadas y puertas bloqueadas.

Sujeción del vehículo con accesorios delante de la línea central de la rueda delantera.

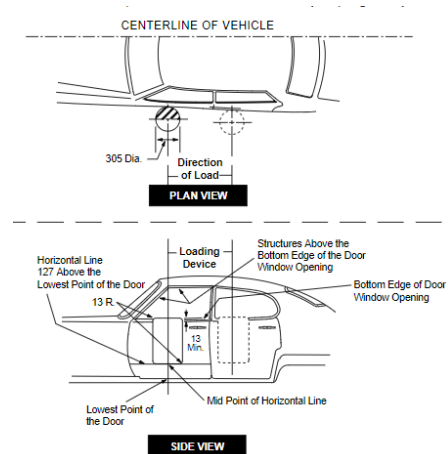
Ubicación de dispositivo de carga – cilindro rígido de acero de 305 mm de diámetro con un radio de borde de 13 mm.

- ✓ Puerta con ventana, superficie superior del dispositivo de carga a 13 mm por encima del borde inferior de la abertura de la ventana de la puerta.

- ✓ Puerta sin ventana, superficie superior del dispositivo de carga a la misma altura sobre el suelo.

Ubique el dispositivo de carga como se muestra en la **figura 52** que se muestra a continuación:

- ✓ Su eje longitudinal es vertical. El eje esta lateralmente opuesto al punto medio de una línea horizontal dibujada a través de la superficie exterior de la puerta a 127 mm por encima del punto más bajo de la puerta.
- ✓ Su superficie inferior está en el mismo plano horizontal que la línea horizontal dibujada a través de la superficie exterior de la puerta 127 mm arriba del punto más bajo de la puerta.



**FIGURA 52. CARGAR LA UBICACIÓN DEL DISPOSITIVO Y LA APLICACIÓN A LA PUERTA.**

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004a) **Elaborado por:** Autores

Determine la resistencia inicial, resistencia intermedia y resistencia máxima al aplastamiento.

- ✓ Resistencia al aplastamiento inicial. Fuerza requerida para deformar la puerta 152 mm.
- ✓ Resistencia al aplastamiento intermedio. Fuerza requerida para deformar la puerta 305 mm.
- ✓ Resistencia al aplastamiento máximo. Fuerza requerida para deformar la puerta 457 mm.

### **Prueba de barrera deformable en movimiento**

Prueba MDB con SID. Cumplen la prueba MDB con maniqués de prueba avanzados.

- ✓ El maniqué de prueba SID se coloca en los asientos exteriores delanteros y traseros en el lado golpeado del vehículo.
- ✓ Se deben cumplir los siguientes requisitos de rendimiento.
  - Tórax
  - Pelvis

**CFR 49 parte 571 norma 220: protección contra vuelcos del autobús escolar**

Esta norma establece los requisitos de rendimiento para la protección contra vuelcos del autobús escolar con el propósito de reducir el número de muertes y la gravedad de las lesiones que resultan de la falla de la estructura del cuerpo del autobús escolar para resistir las fuerzas encontradas en los accidentes de vuelco.

**TABLA 25.****DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NORMA 220: PROTECCIÓN CONTRA VUELCOS DEL AUTOBÚS ESCOLAR.**

Requerimientos	Procedimiento de prueba
Una fuerza igual a 1,5 veces el peso del vehículo en kilogramos por una masa de 9,8m/s <sup>2</sup> aplicada en el techo de la estructura del cuerpo del vehículo.	Cualquier montaje no rígido de chasis a cuerpo remplazado por soportes rígidos equivalentes.
<b>Normativas</b>	
El movimiento hacia abajo en los puntos de aplicación no debe exceder 130 mm.	1. Colocar el vehículo en una superficie horizontal rígida de tal forma que el vehículo completamente apoyado por medio del marco del vehículo.
Cada salida de emergencia debe poder abrirse de forma completa al momento de aplicarse la fuerza y posterior al ensayo.	2. Use una placa de aplicación de fuerza plana, rígida y rectangular que se mide con respecto a las líneas centrales longitudinales y laterales del techo.
<b>Condiciones de la prueba</b>	2.1. Vehículos con GVWR (Gross vehicle weight rating - clasificación de peso bruto del vehículo) de más de 4600 kg
Temperatura: la temperatura ambiente es cualquier nivel entre 0° y 32°.	3. Colocar la placa sobre el techo del vehículo de forma que, en una vista proyectada superior, su línea central longitudinal coincida con la línea central longitudinal del vehículo.
Puertas y ventanas: ventanas de vehículo, puertas y salidas de emergencia están en la posición de cierre total mas no con llave.	4. Aplicar fuerza vertical uniformemente distribuida en dirección hacia abajo a la placa de aplicación de fuerza a una velocidad de 13 mm/s, hasta que se haya aplicado una fuerza de 2224 N.
	5. Medir el movimiento de los elementos de acuerdo a las normativas.
	6. Verifique la apertura de las puertas de emergencia durante el ensayo y posterior al ensayo.

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS. CFR, 2004) **Elaborado por:** Autores

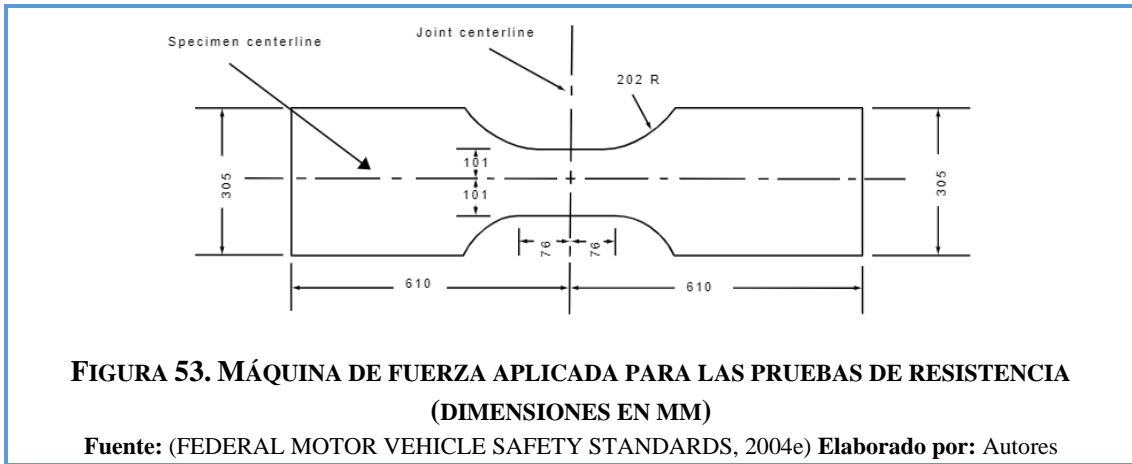
**CFR 49 parte 571 norma 221: cuerpo del autobús escolar de fuerza conjunta**

Esta norma establece los requisitos para la resistencia de las juntas del panel del cuerpo de los autobuses escolares en los cuerpos de los ocupantes, con el propósito de reducir las muertes y lesiones resultantes del colapso estructural de los cuerpos de los autobuses durante un choque.

**TABLA 26.**

**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NORMA 221: FUERZA CONJUNTA DEL CUERPO DEL AUTOBÚS ESCOLAR.**

<p><b>Requisitos</b></p> <p>Cada junta de panel del cuerpo, incluido juntas pequeñas, curvas y complejas, cuando se pruebe deberá sostener el panel del cuerpo al miembro al que se une cuando se somete a una fuerza del 60% de la resistencia a la tracción del panel de cuerpo.</p> <p>Los paneles del cuerpo unidos entre si no deben tener un segmento no unido en la junta de más de 203 mm.</p> <p>Exclusiones, no se aplican a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cualquier panel o junta de acceso de mantenimiento interior que se encuentre delante del compartimiento de pasajeros.</li> <li>✓ Cualquier panel de acceso de mantenimiento interior dentro del compartimiento de pasajeros que no excede los 305 mm cuando se mida en cualquiera de los 2 puntos diametralmente en lados opuestos de la abertura.</li> <li>✓ Recorte y piezas decorativas que no contribuyen a la resistencia de la junta, miembros de soporte tales como rieles de fricción que están completamente fuera de los paneles del cuerpo, puertas y ventanas, paneles de ventilación y cubiertas de acceso al motor.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento de ensayos</b></p>	
<p><b>Preparación de la muestra de ensayo</b></p> <p>Si la junta de un panel del cuerpo es de 203 mm o más, junto con una parte del cuerpo del bu cuyas dimensiones sean las especificadas en la figura posterior de modo que la muestra la línea central es perpendicular a la articulación en el punto medio del segmento articulado. Cuando la junta del panel del cuerpo no esté fijada de forma continua, seleccione el segmento para que no biseque una soldadura por puntos o un sujetador</p> <p>Si una junta tiene menos de 203 mm de largo, corte una muestra de prueba con suficiente material adyacente para permitir que se sostenga en la máquina de prueba de tensión.</p> <p>Preparar la muestra de prueba de acuerdo con los provenientes de preparación especificados en ASTM E8-89.</p>	<p><b>Determinación de la resistencia mínima permitida.</b></p> <p>Para determinar la resistencia mínima permitida de la junta, determine las resistencias a la tracción de los componentes del cuerpo unidos de la siguiente manera:</p> <p>Las propiedades mecánicas de un material de componente de junta se especifican en ASTM E8-89, utilizando el material con el menor valor de espesor</p> <p>Si las propiedades mecánicas de un material no se especifican en ASTM E8-89 determine su resistencia a la tracción cortando una muestra de lámina desde fuera de la región de unión del cuerpo de bus de acuerdo la figura antes mencionada.</p> <p>El área de la sección transversal del material removido para facilitar la instalación de los sujetadores se restará del área de la sección transversal del panel en la determinación de la resistencia a la tracción del panel del cuerpo.</p>
<p><b>Prueba de resistencia</b></p> <p>La muestra de la junta se agarra en los lados opuestos de la junta en una máquina de prueba de tensión de acuerdo a la norma ASTM E8-89.</p> <p>Ajuste los agarres de la máquina de modo que la fuerza aplicada sobre la junta sea de <math>90 \pm 3^\circ</math> desde la línea central de la junta como se mostró en la figura con anterioridad.</p> <p>Se aplica una fuerza de tracción al espécimen separando los cabezales de la máquina de prueba a cualquier velocidad uniforme no menor a 3 mm y no mayor a 10 mm/min hasta que el espécimen se separe.</p>	



**FIGURA 53. MÁQUINA DE FUERZA APLICADA PARA LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA  
(DIMENSIONES EN MM)**

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004e) **Elaborado por:** Autores

**Fuente:** (FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004e) **Elaborado por:** Autores

### CFR 49 parte 571 norma 222: asiento del pasajero del autobús escolar y protección contra choques.

Esta norma establece los requisitos de protección de los ocupantes para el asiento del pasajero en el autobús escolar y las barreras de restricción, con el propósito de reducir las muertes y la gravedad de las lesiones de los ocupantes del autobús escolar contra las estructuras dentro del vehículo durante choques y maniobras repentinas de manejo.

### Determinación del número de disposiciones de asiento y posiciones del cinturón de seguridad

#### Disposiciones del asiento Descripción (nomenclatura)

<b>Símbolo W</b>	Calculando el ancho de asiento en mm dividido por 381 y redondeado al número más cercano.
<b>Símbolo W</b>	Cinturón de seguridad tipo 1 - , calculando el ancho de asiento en mm dividido por 381 y redondeado al número más cercano
<b>Símbolo Y</b>	Cinturón de seguridad tipo 2 - calculando el ancho de asiento en mm dividido por 381 y redondeado al número más bajo.

El ancho mínimo del banco de asiento para un asiento equipado con un cinturón de seguridad Tipo 2 es de 380 mm. Ver la Tabla 2.23 para una ilustración.

Un asiento flexible con una configuración de con posiciones de cinturón de seguridad Y+1 tipo 2, con ancho mínimo de Y+1 veces 330 mm y un asiento de ocupación flexible equipado con cinturones de seguridad Tipo 2 en una configuración de ocupación máxima.

**TABLA 27.**

*NÚMERO DE POSICIONES DE ASIENTO EN FUNCIÓN DEL ANCHO DEL BANCO DEL ASIENTO*

Configuración de asientos	Ancho del banco del asiento (mm)				
	380-659	660-759	760-989	990-1139	1140-1319
<b>Ocupación mínima o fija</b>	1	1	2	2	3
<b>Ocupación máxima</b>	1	2	2	3	3

Fuente:(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

### Requerimientos

- ✓ **Grandes autobuses escolares.** Autobús escolar de peso bruto de más de 4,536 kg deberá cumplir los siguientes requisitos.

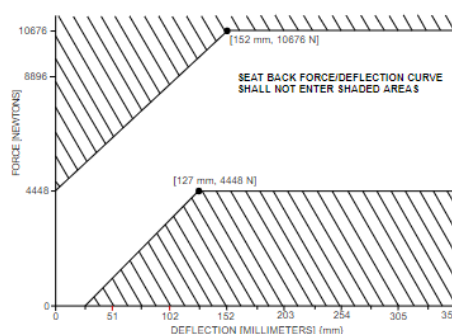


- ✓ **Pequeños autobuses escolares.** Vehículos con una clasificación de peso bruto de 4,536 kg o menos.

**Requisitos de los asientos.** Deberán estar orientados hacia la parte de adelante

**Altura, posición y superficie del respaldo del asiento.** Fabricados antes del 21 de octubre del 2009, los asientos deben contar con el respaldo de altura de 508 mm por encima del punto del asiento, y no menor del 90% del ancho del banco del asiento en mm multiplicado por 508. Fabricados después esa fecha cada asiento debe tener un respaldo con altura de 610 mm sobre el punto de referencia del asiento y el asiento será del 75% del ancho máximo del banco.

**Rendimiento del asiento hacia adelante.** La deflexión del asiento no debe exceder los 356 mm para la determinación de la curva de fuerza que se ve en la figura 2.40. (se alcanza la aplicación inicial de 44 N). El asiento no se desviará o moverá dentro de una distancia de 102 mm



**FIGURA 54. FUERZA/ZONA DE DEFLEXIÓN**

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

Se colocará la barra de carga de modo que quede centrada lateralmente detrás del asiento con el eje longitudinal de la barra en un plano transversal del vehículo y en cualquier plano horizontal entre 102 mm por encima y 102 mm por debajo del punto de referencia.

Aplice una fuerza de 3,114W N hacia adelante a través de la barra de carga (alcance la carga en no menos de 5 ni más de 30 segundos). No antes de 1 segundo después de alcanzar la fuerza requerida, reducir la fuerza de 1,557W N.

Aplice una fuerza adicional hacia adelante a través de la barra superior hasta que se hayan absorbido 452W J de energía, aplique la barra adicional en no menos de 5 ni más de 30 segundos.

**Rendimiento del asiento hacia atrás.** La fuerza de respaldo no debe exceder de 9,786 N, y la deflexión no debe exceder los 254 mm; realizando una aplicación de carga inicial de 222 N. y el asiento no se desviará dentro de una distancia de 102 mm.

Se colocará la barra de carga de modo que quede centrada lateralmente hacia adelante del respaldo con el eje de la barra en un plano transversal del vehículo y en cualquier plano horizontal de 343 mm por encima y aplicando una fuerza de 222 N.

Aplice una fuerza adicional hacia adelante a través de la barra de carga hasta que se hayan absorbido 316W J de energía, aplique la barra adicional en no menos de 5 in más de 30 segundos.

**Cojín del asiento con retención.** Los asientos y los cojines removibles no deben separarse de los puntos de fijación o de los asientos respectivamente, en ningún momento durante la realización de las pruebas.

Suelte el mecanismo de cierre automático del cojín, levante el cojín y luego vuelva a colocar el cojín sin activar el mecanismo de prueba, aplica la fuerza hacia debajo de 216 N entre 1 a 5 segundos y se mantener durante 5 segundos.

Aplice una fuerza hacia arriba de 5 veces el peso del cojín del asiento, se aplicará en un periodo de tiempo entre 1 a 5 segundos, y se mantendrá durante 5 segundos.

**Prueba cuasiestática de compartimientos y rendimiento del cinturón de seguridad tipo 2.** Esta aplicado en autobuses fabricados a partir del 21 de octubre de 2011 con clasificación de peso bruto expresado en la tabla 2.24 a 2.27.

**Límites de desplazamiento.** Establecido en las tablas 2.24 y 2.25, AH es la altura en mm del torso de anclaje del cinturón autobús escolar. No debe despasarse horizontalmente hacia delante de su posición inicial más del valor calculado expresada en la siguiente tabla.

**TABLA 28.**

*LÍMITE DE DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO DE ANCLAJE DE LA CORREA DEL TORSO.*

Clasificación de peso bruto del vehículo	Límite de desplazamiento en milímetros.
Más de 4.536 kg (10.000 libras)	$(AH + 100) (\tan \Phi + 0.242 / \cos \Phi)$
Menos de o igual a 4.536 kg (10.000 libras)	$(AH + 100) (\tan \Phi + 0.356 / \cos \Phi)$

Fuente:(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

En la superficie orientada hacia atrás del respaldo del asiento, no debe despasarse horizontalmente hacia adelante desde su posición inicial más del valor en mm calculado a partir de la expresada en la tabla 2.25.

**Tabla 29.**

*Límite de desplazamiento del punto del respaldo del asiento*

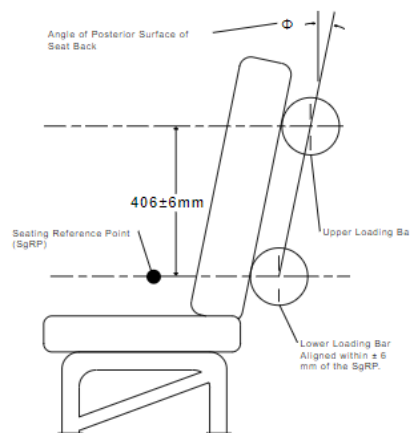
Clasificación de peso bruto del vehículo	Límite de desplazamiento en milímetros.
Más de 4.536 kg (10.000 libras)	$(AH + 100) (\tan \Phi + 0.174 / \cos \Phi)$
Menos de o igual a 4.536 kg (10.000 libras)	$(AH + 100) (\tan \Phi + 0.259 / \cos \Phi)$

Fuente:(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

**Deslizamiento del dispositivo utilizado para lograr altura ajustada del cinturón del torso.** El dispositivo de ajuste no debe deslizarse más de 25 mm a lo largo de la cinta o el material guía sobre el cual se mueve.

**Angulo de la superficie posteriores del respaldo del asiento.** Se coloca el asiento de modo vertical, de manera que este centrada lateralmente detrás del respaldo del asiento con el eje longitudinal de la barra, en un plano transversal del vehículo en un plano horizontal dentro de  $\pm 6$  mm del plano horizontal pasando el punto de referencia del asiento aplicado una fuerza de 44 N.

Coloque una segunda barra de carga de modo que esté centrada lateralmente detrás del respaldo del asiento con el eje longitudinal de la barra en un plano transversal del vehículo y en el plano horizontal  $406 \pm 6$  mm por encima del punto de referencia del asiento. Como se muestra en la figura 2.41.



**FIGURA 55. DEFINICIÓN DEL ÁNGULO INICIAL DE COMPARTIMENTACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL RESPALDO DEL ASIENTO.**

Fuente:(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

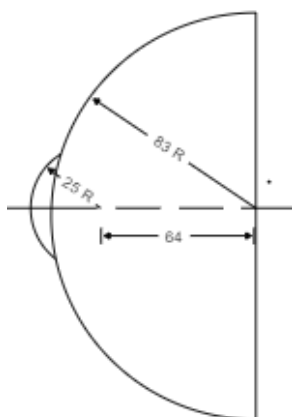
### Procedimiento de prueba cuasiestática

Coloque el asiento en la posición mostrada en la figura 2.41, ajuste el dispositivo 38 mm hacia abajo con respecto a su cinta o material guía.

Coloque la barra de carga inferior de modo que este centrada lateralmente detrás del respaldo del asiento con el eje longitudinal de la barra en un plano transversal del vehículo y en cualquier plano horizontal entre 102 mm (4 pulgadas) arriba y 102 mm (4 pulgadas) debajo del punto de referencia del asiento del pasajero del autobús escolar.

Aplique una fuerza de  $3,114W$  N ( $700W$  libras) horizontalmente hacia adelante a través de la barra de carga inferior. Alcance la carga especificada en no menos de 5 y no más de 30 segundos. No antes de 1.0 segundo después de alcanzar la fuerza requerida, reduzca esa fuerza a  $1,557W$  N ( $350W$  libras) y mantenga la posición del punto de pivote de la barra de carga en la posición donde se alcanza la  $1,557W$  N ( $350W$  libras).

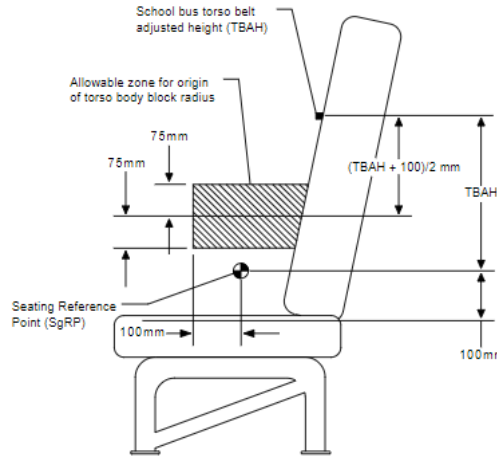
Coloque el bloque del cuerpo especificado en la Figura 2.42 debajo de cada cinturón del torso (entre el cinturón del torso y el respaldo del asiento) en el asiento del pasajero y aplique una fuerza de precarga de  $600 \pm 50$  N ( $135 \pm 11$  libras) en cada bloque de cuerpo en una dirección de avance paralela a la línea central longitudinal de la conformidad del vehículo.



**FIGURA 56. SEMI-CIRCUNFERENCIA DE PRUEBA (DIMENSIONES EN MM)**

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

Una vez completada la aplicación de precarga, el origen del radio del bloque del cuerpo de 203 mm en cualquier punto a través del grosor del bloque del cuerpo de 102 mm debe estar dentro de la zona definida como mostrado en la siguiente figura.



**FIGURA 57. ZONA SOMBREADA (TORSO)**

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

Hacia atrás de un plano vertical transversal del vehículo ubicado 100 mm longitudinalmente hacia adelante del punto de referencia del asiento. Dentro de 75 mm de la mitad del camino plano horizontal situado entre el plano horizontal que pasa por el autobús escolar torso a la altura ajustada de la correa y el plano horizontal 100 mm por debajo del punto de referencia del asiento.

**Carga aplicada**

**Asiento de ocupación fija.** Para autobuses con clasificación de peso bruto del vehículo se establecen en la siguiente tabla.

**TABLA 30.**

*FUERZAS DE BLOQUEO DEL CUERPO DEL TORSO PARA ASIENTOS DE OCUPACIÓN FIJA*

Clasificación de peso bruto del vehículo	Expresión verdadera	Fuerza aplicada
Más de 4.536 kg (10.000 libras)	((ancho del banco del asiento en mm) - (380Y)) ≤ 25 mm (1 pulgada)	3,300 N (742 libras).
Más de 4.536 kg (10.000 libras)	((ancho del banco del asiento en mm) - (380Y)) > 25 mm (1 pulgada)	5,000 N (1,124 libras).
Menos de o igual a 4.536 kg (10.000 libras)	((ancho del banco del asiento en mm) - (380Y)) ≤ 25 mm (1 pulgada)	5,000 N (1,124 libras).
Menos de o igual a 4.536 kg (10.000 libras)	((ancho del banco del asiento en mm) - (380Y)) > 25 mm (1 pulgada)	7.500 N (1.686 libras).

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

Asiento de ocupación flexible. La clasificación de peso bruto del vehículo se muestra en la siguiente tabla y un asiento de banco en la configuración de ocupación máxima para un asiento de ocupación flexible de posiciones de cinturón de seguridad Y+1.

**Tabla 31.**

*Fuerzas de bloqueo del cuerpo del torso en la configuración de ocupación máxima*

Clasificación de peso bruto del vehículo	Fuerza aplicada
Más de 4.536 kg (10.000 libras)	3,300 N (742 libras).
Menos de o igual a 4.536 kg (10.000 libras)	5,000 N (1,124 libras).

Fuente:(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

Se debe alcanzar la carga especificada en no menos de 5 y no más de 30 segundos. Posteriormente mueve la barra superior hacia adelante contra el respaldo del asiento aplicando 44 N. y se aplica una fuerza adicional que absorba 452W J de energía; y el recorrido máximo del punto pivote de fijación excede los 356 mm medidos desde la fuerza aplica con anterioridad.

**Límite de longitud del lado de la hebilla.** Se aplica a los asientos traseros de pasajeros en autobuses fabricados a partir del 21 de octubre de 2011.

**Plano límite de hebilla/ placa de cierre.** Establecer limite transversal a 65 mm del punto de equilibrio que sea perpendicular a un plano transversal en un Angulo de 50°.

**Cargas aplicadas.** Aplicar una carga de 20 N al conjunto de hebilla. Aplicar la carga a lo largo de la cinta unida a la placa de cierre al menos 100 mm desde el punto más cercano a la placa de cierre. Esta carga se puede aplicar en un ángulo entre 30° a 75°.

**TABLA 32.**

*DESCRIPCIÓN DE REQUISITOS DE LAS ZONAS DE IMPACTO*

Requisitos de la zona de impacto	
Zona	Requisitos de la zona
<p><b>Zona de protección de la cabeza.</b> Son espacios enfrente de cada asiento que no están ocupados por la pared lateral del autobús, ventanas o estructura de la puerta., designados por los siguientes planos:</p> <p>Planos horizontales a 305 mm y 1016 mm por encima del punto de referencia del asiento; plano longitudinal vertical tangente al borde interior del asiento (lado del pasillo) y plano longitudinal vertical de 83 mm hacia adentro del borde exterior del asiento; planos transversales verticales a través y 762 mm hacia adelante del punto de referencia.</p>	<p>Cuando la zona se ve afectada desde cualquier dirección a 6,7 m/s por la forma de la cabeza, la aceleración axial en el centro de gravedad.</p> $\left[ \frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5} (t_1 - t_2)$ <p>No debe exceder 1000 donde "a" es la aceleración axial como un múltiplo de "g" (gravedad) y t1 y t2 que son los puntos en el tiempo durante el impacto.</p> <p>En un impacto la energía necesaria para desviar el material impactado no será inferior a 4.5 J antes de que el nivel de fuerza en la forma de la cabeza exceda 667 N.</p>

<b>Zona de protección de las piernas.</b> Son aquellas partes del respaldo del asiento del pasajero de restricción delimitadas por planos horizontales de 305 mm por encima y 102 mm por debajo de la referencia del asiento del pasajero.	Cuando la zona se ve afectada desde cualquier dirección a 4,9 m/s por la forma de la rodilla, la fuerza de resistencia del material no debe exceder de 2,669 N y el área de contacto de la superficie no debe ser menor de 1,935 mm <sup>2</sup>
--	--

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

**TABLA 33.**

*CONDICIONES DE PRUEBAS*

<b>Condiciones de pruebas</b>	
<b>Superficie de prueba.</b>	El autobús está en reposo en una superficie nivelada.
<b>Neumáticos</b>	Se inflan a la presión especificada por el fabricante además por su clasificación de peso en bruto
<b>Temperatura</b>	La temperatura puede estar entre 0 y 32 grados °C
<b>Posición del respaldo del asiento</b>	Si es ajustable, el respaldo del asiento se ajusta a su posición más vertical.
<b>Barra de carga</b>	La barra de carga es un cilindro de diámetro 152 mm que tiene extremos hemisféricos con radios de 76 mm y una rugosidad que no supera los 76 $\mu$ m.  La longitud de la barra de carga es de 102 mm menor que el respaldo del asiento en cada prueba. Una fuerza vertical o lateral de 17.792 N aplicada externamente a través del punto de fijación no se debe desviar más de 25 mm.
<b>Forma de la cabeza</b>	Es una masa equivalente de 5,2 kg. Las primeras de las dos formas hemisféricas tienen un diámetro de 166 mm. Segunda tiene un diámetro de 50 mm.
<b>Forma de rodilla</b>	Hay que medir la fuerza de un cilindro rígido de 76 mm de diámetro, con un peso equivalente de 44 N que tiene un extremo hemisférico con un radio de 38 mm que forma una superficie de contacto de la forma de la rodilla. La rugosidad de la superficie hemisférica no excede 1.6 $\mu$ m

**Fuente:**(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, 2004f) **Elaborado por:** Autores

## ANEXO V

## 5.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

TABLA 34.

*MATERIALES EMPLEADOS EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA*

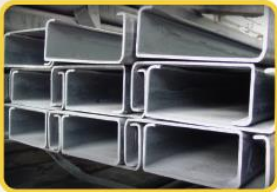
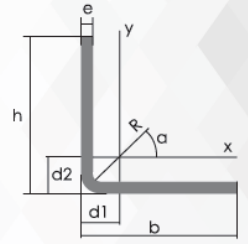
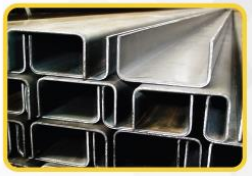
Material	Denominación	Ubicación
Acero negro	Perfil Zócalo 15x55x265x55x2	Larguero lateral – apoyo para los asientos
	Ángulo 50x50x3	Largueros faldones
	Canal U 50x25x2	Guardafangos
	Tubo rectangular 50x25x1.5	Ventana posterior
	Tubo rectangular 80x40x3	Travesaños del piso
Acero galvanizado	Tubo cuadrado 40x40x1.5	Estructura frente
	Tubo cuadrado 50x50x1.5	Estructuras laterales
	Tubo rectangular 40x25x1.5	Estructuras laterales, techo, puertas, frente
	Tol galvanizado de 2mm	Placas – refuerzos

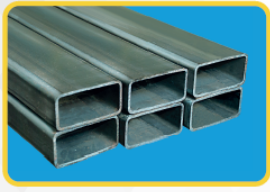
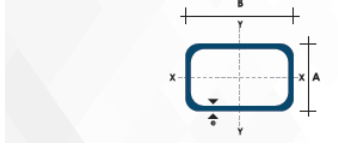

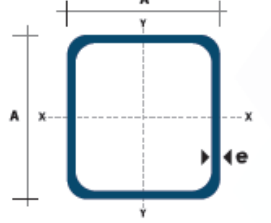
**Elaborado por:** Autores



**TABLA 35.**

**MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.**

Material	Denominacion	Selección de material																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<p><b>PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"</b></p>  <p><b>Especificaciones Generales:</b></p> <table border="1"> <tr><td>Norma:</td><td>NTE INEN 1623</td></tr> <tr><td>Calidad:</td><td>ASTM A36 - SAE J 403 1008</td></tr> <tr><td>Largo Normal:</td><td>6.00m y medidas especiales</td></tr> <tr><td>Espesores:</td><td>Desde 2mm - 12mm</td></tr> <tr><td>Acabado:</td><td>Acero negro y galvanizado</td></tr> </table>	Norma:	NTE INEN 1623	Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008	Largo Normal:	6.00m y medidas especiales	Espesores:	Desde 2mm - 12mm	Acabado:	Acero negro y galvanizado	<p>Perfil Zócalo 15x55x265x55x2</p>	<p>Las dimensiones no constan en el catalogo puesto a que se lo ordena con esas dimentiones</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Norma:	NTE INEN 1623																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Espesores:	Desde 2mm - 12mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Acabado:	Acero negro y galvanizado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p><b>PERFILES ESTRUCTURALES ÁNGULOS "L" DOBLADO</b></p> <p><b>Especificaciones Generales:</b></p> <table border="1"> <tr><td>Norma:</td><td>NTE INEN 1623</td></tr> <tr><td>Calidad:</td><td>ASTM A36</td></tr> <tr><td>Largo Normal:</td><td>6.00m y medidas especiales</td></tr> <tr><td>Espesores:</td><td>Desde 2.00mm - 12mm</td></tr> <tr><td>Acabado:</td><td>Acero Negro</td></tr> </table> 	Norma:	NTE INEN 1623	Calidad:	ASTM A36	Largo Normal:	6.00m y medidas especiales	Espesores:	Desde 2.00mm - 12mm	Acabado:	Acero Negro	<p>Ángulo 50x50x3</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Descripción</th> <th colspan="16">Ángulos de alas iguales</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Eje X-X</th> <th colspan="3">Eje Y-Y</th> <th colspan="3">Eje U-U</th> <th colspan="3">Eje V-V</th> </tr> <tr> <th>lx</th><th>Wx</th><th>rx</th> <th>ly</th><th>Wy</th><th>ry</th> <th>lu</th><th>Wu</th><th>ru</th> <th>lv</th><th>Wv</th><th>rv</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L 20x 2</td><td>20</td><td>20</td><td>2</td><td>0,57</td><td>0,73</td><td>0,80</td><td>0,80</td><td>45,00</td><td>0,28</td><td>0,20</td><td>0,62</td><td>0,28</td><td>0,20</td><td>0,62</td><td>0,46</td><td>0,32</td><td>0,79</td><td>0,10</td><td>0,14</td><td>0,37</td></tr> <tr><td>L 20 x 3</td><td>20</td><td>20</td><td>3</td><td>0,81</td><td>1,03</td><td>0,65</td><td>0,65</td><td>45,00</td><td>0,38</td><td>0,28</td><td>0,60</td><td>0,38</td><td>0,28</td><td>0,60</td><td>0,63</td><td>0,45</td><td>0,78</td><td>0,12</td><td>0,17</td><td>0,34</td></tr> <tr><td>L 25x 2</td><td>25</td><td>25</td><td>2</td><td>0,73</td><td>0,93</td><td>0,72</td><td>0,72</td><td>45,00</td><td>0,56</td><td>0,32</td><td>0,78</td><td>0,56</td><td>0,32</td><td>0,78</td><td>0,92</td><td>0,52</td><td>1,00</td><td>0,20</td><td>0,23</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>L 25x 3</td><td>25</td><td>25</td><td>3</td><td>1,05</td><td>1,33</td><td>0,78</td><td>0,78</td><td>45,00</td><td>0,78</td><td>0,45</td><td>0,77</td><td>0,78</td><td>0,45</td><td>0,77</td><td>1,30</td><td>0,74</td><td>0,99</td><td>0,26</td><td>0,30</td><td>0,45</td></tr> <tr><td>L 30 x 2</td><td>30</td><td>30</td><td>2</td><td>0,88</td><td>1,13</td><td>0,85</td><td>0,85</td><td>45,00</td><td>1,00</td><td>0,46</td><td>0,94</td><td>1,00</td><td>0,46</td><td>0,94</td><td>1,63</td><td>0,77</td><td>1,20</td><td>0,37</td><td>0,35</td><td>0,57</td></tr> <tr><td>L 30x 3</td><td>30</td><td>30</td><td>3</td><td>1,28</td><td>1,63</td><td>0,90</td><td>0,90</td><td>45,00</td><td>1,40</td><td>0,67</td><td>0,93</td><td>1,40</td><td>0,67</td><td>0,93</td><td>2,32</td><td>1,09</td><td>1,19</td><td>0,49</td><td>0,46</td><td>0,65</td></tr> <tr><td>L 30x 4</td><td>30</td><td>30</td><td>4</td><td>1,65</td><td>2,10</td><td>0,95</td><td>0,95</td><td>45,00</td><td>1,76</td><td>0,86</td><td>0,91</td><td>1,76</td><td>0,86</td><td>0,91</td><td>2,93</td><td>1,38</td><td>1,18</td><td>0,58</td><td>0,55</td><td>0,52</td></tr> <tr><td>L 40x 2</td><td>40</td><td>40</td><td>2</td><td>1,20</td><td>1,33</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>45,00</td><td>2,44</td><td>0,84</td><td>1,26</td><td>2,44</td><td>0,84</td><td>1,26</td><td>3,96</td><td>1,40</td><td>1,61</td><td>0,92</td><td>0,65</td><td>0,78</td></tr> <tr><td>L 40x 3</td><td>40</td><td>40</td><td>3</td><td>1,75</td><td>2,23</td><td>1,15</td><td>1,15</td><td>45,00</td><td>3,49</td><td>1,22</td><td>1,25</td><td>3,49</td><td>1,22</td><td>1,25</td><td>5,71</td><td>2,02</td><td>1,60</td><td>1,27</td><td>0,90</td><td>0,75</td></tr> <tr><td>L 40x 4</td><td>40</td><td>40</td><td>4</td><td>2,28</td><td>2,90</td><td>1,20</td><td>1,20</td><td>45,00</td><td>4,44</td><td>1,59</td><td>1,24</td><td>4,44</td><td>1,59</td><td>1,24</td><td>7,23</td><td>2,59</td><td>1,59</td><td>1,55</td><td>1,10</td><td>0,73</td></tr> <tr><td>L 40x 5</td><td>40</td><td>40</td><td>5</td><td>2,77</td><td>3,54</td><td>1,25</td><td>1,25</td><td>45,00</td><td>5,29</td><td>1,92</td><td>1,22</td><td>5,29</td><td>1,92</td><td>1,22</td><td>8,80</td><td>3,11</td><td>1,58</td><td>1,77</td><td>1,25</td><td>0,71</td></tr> <tr><td>L 50x 2</td><td>50</td><td>50</td><td>2</td><td>1,51</td><td>1,93</td><td>1,35</td><td>1,35</td><td>45,00</td><td>4,85</td><td>1,33</td><td>1,59</td><td>4,85</td><td>1,33</td><td>1,59</td><td>7,85</td><td>2,22</td><td>2,02</td><td>1,85</td><td>1,05</td><td>0,98</td></tr> <tr><td>L 50x 3</td><td>50</td><td>50</td><td>3</td><td>2,22</td><td>2,83</td><td>1,40</td><td>1,40</td><td>45,00</td><td>7,01</td><td>1,95</td><td>1,57</td><td>7,01</td><td>1,95</td><td>1,57</td><td>11,42</td><td>3,23</td><td>2,01</td><td>2,81</td><td>1,47</td><td>0,96</td></tr> <tr><td>L 50x 4</td><td>50</td><td>50</td><td>4</td><td>2,90</td><td>3,70</td><td>1,45</td><td>1,45</td><td>45,00</td><td>9,01</td><td>2,54</td><td>1,56</td><td>9,01</td><td>2,54</td><td>1,56</td><td>14,76</td><td>4,18</td><td>2,00</td><td>3,25</td><td>1,84</td><td>0,94</td></tr> <tr><td>L 50x 5</td><td>50</td><td>50</td><td>5</td><td>3,56</td><td>4,54</td><td>1,50</td><td>1,50</td><td>45,00</td><td>10,84</td><td>3,10</td><td>1,55</td><td>10,84</td><td>3,10</td><td>1,55</td><td>17,89</td><td>5,06</td><td>1,99</td><td>3,79</td><td>2,14</td><td>0,91</td></tr> <tr><td>L 60x 3</td><td>60</td><td>60</td><td>3</td><td>2,60</td><td>3,43</td><td>1,65</td><td>1,65</td><td>45,00</td><td>12,34</td><td>2,84</td><td>1,60</td><td>12,34</td><td>2,84</td><td>1,60</td><td>20,03</td><td>4,72</td><td>2,42</td><td>4,85</td><td>2,16</td><td>1,16</td></tr> </tbody> </table>	Descripción	Ángulos de alas iguales																Eje X-X			Eje Y-Y			Eje U-U			Eje V-V			lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv	L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,80	0,80	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37	L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34	L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47	L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45	L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57	L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,65	L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52	L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78	L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75	L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73	L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71	L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98	L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,81	1,47	0,96	L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94	L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91	L 60x 3	60	60	3	2,60	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,60	12,34	2,84	1,60	20,03	4,72	2,42	4,85	2,16	1,16
Norma:	NTE INEN 1623																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Calidad:	ASTM A36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Espesores:	Desde 2.00mm - 12mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Acabado:	Acero Negro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Descripción	Ángulos de alas iguales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Eje X-X			Eje Y-Y			Eje U-U			Eje V-V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,80	0,80	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,81	1,47	0,96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L 60x 3	60	60	3	2,60	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,60	12,34	2,84	1,60	20,03	4,72	2,42	4,85	2,16	1,16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<p><b>PERFILES ESTRUCTURALES CANAL "U"</b></p> <p><b>Especificaciones Generales:</b></p> <table border="1"> <tr><td>Norma:</td><td>NTE INEN 1623</td></tr> <tr><td>Calidad:</td><td>ASTM A36 - SAE J 403 1008</td></tr> <tr><td>Largo Normal:</td><td>6.00m y medidas especiales</td></tr> <tr><td>Espesores:</td><td>Desde 2mm - 12mm</td></tr> <tr><td>Acabado:</td><td>Acero negro y galvanizado</td></tr> </table> 	Norma:	NTE INEN 1623	Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008	Largo Normal:	6.00m y medidas especiales	Espesores:	Desde 2mm - 12mm	Acabado:	Acero negro y galvanizado	<p>Canal U 50x25x2</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Designación</th> <th colspan="3">Dimensiones (mm)</th> <th rowspan="3">Masa</th> <th rowspan="3">A</th> <th rowspan="3">d1</th> <th colspan="2">Momento de inercia</th> <th colspan="2">Módulo resistente</th> <th colspan="2">Radio de giro</th> </tr> <tr> <th>h</th><th>b</th><th>e</th> <th>lx</th><th>ly</th> <th>Wx</th><th>Wy</th> <th>ix</th><th>iy</th> </tr> <tr> <th>mm</th><th>mm</th><th>mm</th> <th>cm4</th><th>cm4</th> <th>cm3</th><th>cm3</th> <th>cm</th><th>cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>C 50 x 25 x 2</td><td>50</td><td>25</td><td>2</td><td>1,45</td><td>1,87</td><td>0,72</td><td>7,06</td><td>1,13</td><td>2,83</td><td>0,63</td><td>1,94</td><td>0,72</td></tr> <tr><td>C 50 x 25 x 3</td><td>50</td><td>25</td><td>3</td><td>2,09</td><td>2,7</td><td>0,77</td><td>9,7</td><td>1,57</td><td>3,88</td><td>0,91</td><td>1,89</td><td>0,76</td></tr> <tr><td>C 60 x 30 x 2</td><td>60</td><td>30</td><td>2</td><td>1,77</td><td>2,26</td><td>0,85</td><td>12,5</td><td>2,00</td><td>4,16</td><td>0,93</td><td>2,35</td><td>0,94</td></tr> </tbody> </table>	Designación	Dimensiones (mm)			Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro		h	b	e	lx	ly	Wx	Wy	ix	iy	mm	mm	mm	cm4	cm4	cm3	cm3	cm	cm	C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72	C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76	C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Norma:	NTE INEN 1623																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Espesores:	Desde 2mm - 12mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Acabado:	Acero negro y galvanizado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Designación	Dimensiones (mm)			Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	h	b	e				lx	ly	Wx	Wy	ix	iy																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	mm	mm	mm				cm4	cm4	cm3	cm3	cm	cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Material	Denominacion	Selección de material																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<p><b>TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR</b></p>  <p><b>Especificaciones Generales:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Norma:</td> <td>NTE INEN 2415</td> </tr> <tr> <td>Calidad:</td> <td>SAE J 403 1008</td> </tr> <tr> <td>Acabado:</td> <td>Acero negro o galvanizado</td> </tr> <tr> <td>Largo normal:</td> <td>6.00 m y medidas especiales</td> </tr> <tr> <td>Dimensiones:</td> <td>Desde 20mm x 40mm a 50mm x 150mm</td> </tr> <tr> <td>Espesores:</td> <td>Desde 1,20mm a 3,00mm</td> </tr> </table> 	Norma:	NTE INEN 2415	Calidad:	SAE J 403 1008	Acabado:	Acero negro o galvanizado	Largo normal:	6.00 m y medidas especiales	Dimensiones:	Desde 20mm x 40mm a 50mm x 150mm	Espesores:	Desde 1,20mm a 3,00mm	<p>Tubo rectangular 50x25x1.5</p> <p>Tubo rectangular 80x40x3</p> <p>Tubo rectangular 40x25x1.5</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dimensiones</th> <th colspan="2">Área</th> <th colspan="3">Ejes Y-Y</th> <th colspan="3">Ejes X-X</th> </tr> <tr> <th>A mm</th> <th>B mm</th> <th>Espesor (e) mm</th> <th>Peso Kg/m</th> <th>Área cm<sup>2</sup></th> <th>I cm<sup>4</sup></th> <th>W cm<sup>3</sup></th> <th>I cm<sup>4</sup></th> <th>W cm<sup>3</sup></th> <th>I cm<sup>4</sup></th> <th>W cm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>40</td><td>1,2</td><td>1,09</td><td>1,32</td><td>2,61</td><td>1,30</td><td>1,12</td><td>0,88</td><td>0,88</td><td>0,83</td></tr> <tr><td>20</td><td>40</td><td>1,5</td><td>1,35</td><td>1,65</td><td>3,28</td><td>1,63</td><td>1,40</td><td>1,09</td><td>1,09</td><td>0,81</td></tr> <tr><td>20</td><td>40</td><td>2,0</td><td>1,78</td><td>2,14</td><td>4,04</td><td>2,02</td><td>1,37</td><td>1,33</td><td>1,33</td><td>0,79</td></tr> <tr><td>25</td><td>50</td><td>1,5</td><td>1,71</td><td>2,10</td><td>6,39</td><td>2,56</td><td>1,74</td><td>2,19</td><td>1,75</td><td>1,02</td></tr> <tr><td>25</td><td>50</td><td>2,0</td><td>2,25</td><td>2,74</td><td>8,37</td><td>3,35</td><td>1,75</td><td>2,80</td><td>2,24</td><td>1,01</td></tr> <tr><td>25</td><td>50</td><td>3,0</td><td>3,30</td><td>4,14</td><td>12,56</td><td>5,02</td><td>1,74</td><td>3,99</td><td>3,19</td><td>0,99</td></tr> <tr><td>30</td><td>50</td><td>1,5</td><td>1,88</td><td>2,25</td><td>7,27</td><td>2,91</td><td>1,80</td><td>3,32</td><td>2,21</td><td>1,21</td></tr> <tr><td>30</td><td>50</td><td>2,0</td><td>2,41</td><td>2,94</td><td>9,52</td><td>3,81</td><td>1,80</td><td>4,28</td><td>2,85</td><td>1,21</td></tr> <tr><td>30</td><td>50</td><td>3,0</td><td>3,30</td><td>4,21</td><td>12,78</td><td>5,11</td><td>1,74</td><td>5,66</td><td>3,77</td><td>1,16</td></tr> <tr><td>30</td><td>70</td><td>2,0</td><td>3,03</td><td>3,74</td><td>22,20</td><td>6,34</td><td>2,44</td><td>5,85</td><td>3,90</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>30</td><td>70</td><td>3,0</td><td>4,48</td><td>5,41</td><td>30,50</td><td>8,71</td><td>2,37</td><td>7,84</td><td>5,23</td><td>1,20</td></tr> <tr><td>40</td><td>60</td><td>1,5</td><td>2,29</td><td>2,91</td><td>14,90</td><td>4,97</td><td>2,26</td><td>7,94</td><td>3,97</td><td>1,85</td></tr> <tr><td>40</td><td>60</td><td>2,0</td><td>3,03</td><td>3,74</td><td>18,08</td><td>6,13</td><td>2,22</td><td>9,81</td><td>4,90</td><td>1,82</td></tr> <tr><td>40</td><td>60</td><td>3,0</td><td>4,48</td><td>5,41</td><td>25,31</td><td>8,44</td><td>2,16</td><td>13,37</td><td>6,69</td><td>1,57</td></tr> <tr><td>40</td><td>70</td><td>1,5</td><td>2,34</td><td>2,91</td><td>18,08</td><td>5,17</td><td>2,49</td><td>4,76</td><td>3,17</td><td>1,28</td></tr> <tr><td>40</td><td>70</td><td>2,0</td><td>2,93</td><td>3,74</td><td>22,20</td><td>6,34</td><td>2,44</td><td>5,85</td><td>3,90</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>40</td><td>70</td><td>3,0</td><td>4,25</td><td>5,41</td><td>30,50</td><td>8,71</td><td>2,37</td><td>7,84</td><td>5,23</td><td>1,20</td></tr> <tr><td>40</td><td>80</td><td>1,5</td><td>2,76</td><td>3,74</td><td>31,75</td><td>7,94</td><td>2,91</td><td>10,77</td><td>5,39</td><td>1,70</td></tr> <tr><td>40</td><td>80</td><td>2,0</td><td>3,66</td><td>4,64</td><td>37,92</td><td>9,83</td><td>2,67</td><td>12,79</td><td>6,36</td><td>1,67</td></tr> <tr><td>40</td><td>80</td><td>3,0</td><td>5,42</td><td>6,61</td><td>52,16</td><td>13,04</td><td>2,81</td><td>17,49</td><td>8,75</td><td>1,63</td></tr> <tr><td>50</td><td>100</td><td>2,0</td><td>4,52</td><td>5,74</td><td>74,94</td><td>14,99</td><td>3,61</td><td>25,85</td><td>10,26</td><td>2,11</td></tr> <tr><td>50</td><td>100</td><td>3,0</td><td>6,71</td><td>8,41</td><td>106,34</td><td>21,27</td><td>3,56</td><td>35,97</td><td>14,39</td><td>2,07</td></tr> <tr><td>50</td><td>150</td><td>2,0</td><td>6,17</td><td>7,74</td><td>207,45</td><td>27,66</td><td>5,18</td><td>37,17</td><td>14,87</td><td>2,19</td></tr> <tr><td>50</td><td>150</td><td>3,0</td><td>9,17</td><td>11,41</td><td>298,25</td><td>39,78</td><td>5,11</td><td>52,64</td><td>21,02</td><td>2,15</td></tr> </tbody> </table>	Dimensiones			Área		Ejes Y-Y			Ejes X-X			A mm	B mm	Espesor (e) mm	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83	20	40	1,5	1,35	1,65	3,28	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81	20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79	25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02	25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01	25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99	30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21	30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21	30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16	30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25	30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20	40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,85	40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,82	40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57	40	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28	40	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25	40	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20	40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70	40	80	2,0	3,66	4,64	37,92	9,83	2,67	12,79	6,36	1,67	40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63	50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,85	10,26	2,11	50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07	50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19	50	150	3,0	9,17	11,41	298,25	39,78	5,11	52,64	21,02	2,15
Norma:	NTE INEN 2415																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Calidad:	SAE J 403 1008																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Acabado:	Acero negro o galvanizado																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Largo normal:	6.00 m y medidas especiales																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Dimensiones:	Desde 20mm x 40mm a 50mm x 150mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Espesores:	Desde 1,20mm a 3,00mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Dimensiones			Área		Ejes Y-Y			Ejes X-X																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
A mm	B mm	Espesor (e) mm	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
20	40	1,5	1,35	1,65	3,28	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,85																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,82																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	80	2,0	3,66	4,64	37,92	9,83	2,67	12,79	6,36	1,67																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,85	10,26	2,11																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
50	150	3,0	9,17	11,41	298,25	39,78	5,11	52,64	21,02	2,15																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<p><b>TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO</b></p> <p><b>Especificaciones Generales:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Norma:</td> <td>NTE INEN 2415</td> </tr> <tr> <td>Calidad:</td> <td>SAE J 403 1008</td> </tr> <tr> <td>Acabado:</td> <td>Acero negro o Galvanizado</td> </tr> <tr> <td>Largo Normal:</td> <td>6.00m y medidas especiales</td> </tr> <tr> <td>Dimensiones:</td> <td>Desde 20mm a 100mm</td> </tr> <tr> <td>Espesores:</td> <td>Desde 1,20mm a 5,00mm</td> </tr> </table>  	Norma:	NTE INEN 2415	Calidad:	SAE J 403 1008	Acabado:	Acero negro o Galvanizado	Largo Normal:	6.00m y medidas especiales	Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm	Espesores:	Desde 1,20mm a 5,00mm	<p>Tubo cuadrado 40x40x1.5</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dimensiones</th> <th colspan="1">Área</th> <th colspan="3">Ejes X-Xe Y-Y</th> </tr> <tr> <th>A mm</th> <th>Espesor mm (e)</th> <th>Peso Kg/m</th> <th>Área cm<sup>2</sup></th> <th>I cm<sup>4</sup></th> <th>W cm<sup>3</sup></th> <th>I cm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>1,2</td><td>0,72</td><td>0,90</td><td>0,53</td><td>0,53</td><td>0,77</td></tr> <tr><td>20</td><td>1,5</td><td>0,88</td><td>1,05</td><td>0,58</td><td>0,58</td><td>0,74</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,0</td><td>1,15</td><td>1,34</td><td>0,69</td><td>0,69</td><td>0,72</td></tr> <tr><td>25</td><td>1,2</td><td>0,90</td><td>1,14</td><td>1,08</td><td>0,87</td><td>0,97</td></tr> <tr><td>25</td><td>1,5</td><td>1,12</td><td>1,35</td><td>1,21</td><td>0,97</td><td>0,95</td></tr> <tr><td>25</td><td>2,0</td><td>1,47</td><td>1,74</td><td>1,48</td><td>1,18</td><td>0,92</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,2</td><td>1,09</td><td>1,38</td><td>1,91</td><td>1,28</td><td>1,18</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,5</td><td>1,35</td><td>1,65</td><td>2,19</td><td>1,46</td><td>1,15</td></tr> <tr><td>30</td><td>2,0</td><td>1,78</td><td>2,14</td><td>2,71</td><td>1,81</td><td>1,13</td></tr> <tr><td>40</td><td>1,2</td><td>1,47</td><td>1,80</td><td>4,38</td><td>2,19</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>40</td><td>1,5</td><td>1,82</td><td>2,25</td><td>5,48</td><td>2,74</td><td>1,56</td></tr> <tr><td>40</td><td>2,0</td><td>2,41</td><td>2,94</td><td>6,93</td><td>3,46</td><td>1,54</td></tr> <tr><td>40</td><td>3,0</td><td>3,54</td><td>4,44</td><td>10,20</td><td>5,10</td><td>1,52</td></tr> <tr><td>50</td><td>1,5</td><td>2,29</td><td>2,85</td><td>11,06</td><td>4,42</td><td>1,97</td></tr> <tr><td>50</td><td>2,0</td><td>3,03</td><td>3,74</td><td>14,13</td><td>5,65</td><td>1,94</td></tr> <tr><td>50</td><td>3,0</td><td>4,48</td><td>5,61</td><td>21,20</td><td>4,48</td><td>1,91</td></tr> </tbody> </table>	Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y			A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>3</sup>	20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77	20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74	20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72	25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97	25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95	25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92	30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18	30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15	30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13	40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25	40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56	40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54	40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52	50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97	50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94	50	3,0	4,48	5,61	21,20	4,48	1,91																																																																																																																																																																
Norma:	NTE INEN 2415																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Calidad:	SAE J 403 1008																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Acabado:	Acero negro o Galvanizado																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Espesores:	Desde 1,20mm a 5,00mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
50	3,0	4,48	5,61	21,20	4,48	1,91																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Material	Denominación	Selección de material
<p><b>PLANCHAS</b></p>  <div data-bbox="392 351 728 478"> <p><b>MÉTODO PRÁCTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO</b></p> <p>NOMENCLATURA</p> <p>L = Largo (mm)                      A = Ancho (mm)                      E = Espesor (mm)</p> <p>Peso = <math>\frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000,00}</math></p> <p>Peso = Kg:                      Ejemplo: <math>\frac{L = 1220mm \times A = 2440 mm \times E = 1,6mm \times 7,85}{1,000,00} = 23,368 Kg</math></p> </div>		

Fuente: (DIPAC, 1954) Elaborado por: Autores

ANEXO VI

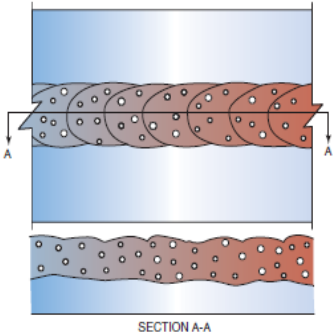
6.1. DEFECTOS EN LA SOLDADURA

**TABLA 36.**  
**DEFECTOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA SOLDADURA**

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
<b>POROSIDAD</b>	Burbujas que quedan atrapadas a medida que el metal se enfría. A menos que la porosidad sea extensa, hay poca o ninguna pérdida de fuerza.	En su mayoría es causado por técnicas de soldadura inadecuadas, contaminación, o un equilibrio incorrecto entre el relleno y la base rieles; o también puede ser producido por nitrógeno (intensidad de calor de soldadura, descomponen pintura, suciedad, el aceite mecanizado y oxido) en el aire que se disuelve en el baño de soldadura y queda atrapado en lugar de escapar, produce porosidad.

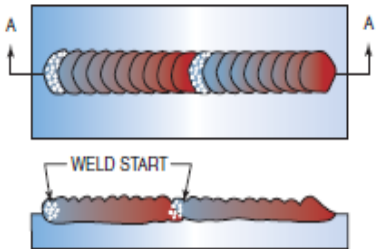
**GRÁFICOS**

Porosidad uniformemente dispersa causada por pobres técnicas de soldadura.



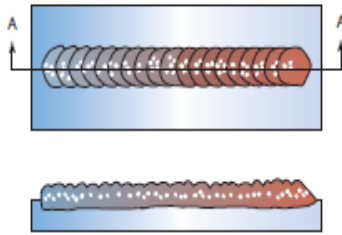
**FIGURA 58. POROSIDADES UNIFORMEMENTE DISPERSAS**

Porosidad causada con mayor frecuencia por un ataque incorrecto y técnicas de parada.



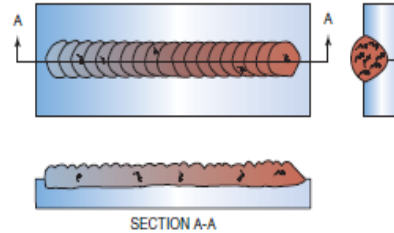
**Figura 59. Porosidad agrupada**  
**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**

La porosidad lineal es causada con mayor frecuencia por contaminación dentro de los límites de la unión, raíz o intercalado.



**Figura 60. Porosidad lineal**  
**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**

Tuberías o agujeros de gusano, la porosidad es causada por contaminación, cuando el gas escapa del charco de soldadura a la misma velocidad que se solidifica.

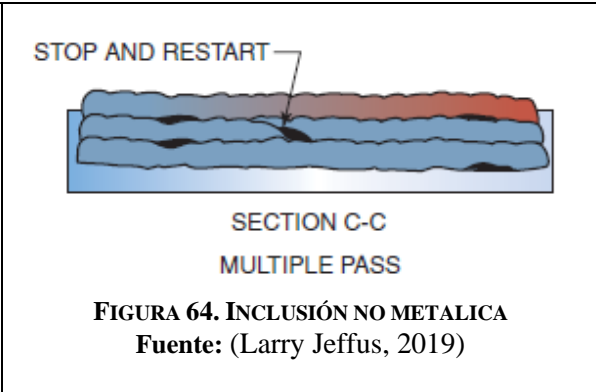
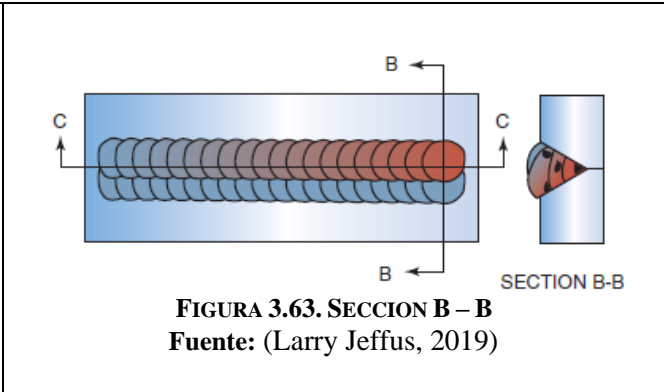
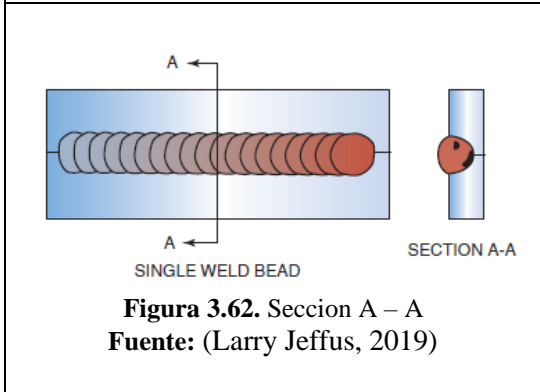


**FIGURA 61 POROSIDAD EN TUBERÍA**

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
FUENTE: (LARRY JEFFUS, 2019)		FUENTE: (LARRY JEFFUS, 2019)

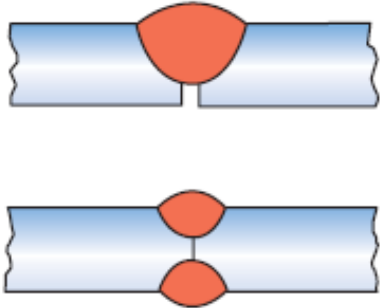
DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
<b>INCLUSIONES</b>	Son materiales no metálicos, con escoria y óxidos, que quedan atrapados en el metal de soldadura y el metal base; pueden ser irregulares o de forma regular, pueden formarse en un solo cordón de soldadura haciendo que se concentre la tensión y reduce la integridad estructural (resistencia) de la soldadura.	Estas inclusiones resultan de una manipulación deficiente que permite que la escoria fluya antes del arco (mala manipulación del arco), toda la escoria de soldaduras anteriores, o de soldar soldaduras altamente coronadas, fusionadas de forma incompleta; también, pueden darse por una limpieza inadecuada de escorias anteriores.  Pueden parecer porosidades, la diferencia de la porosidad es que no son partículas esféricas; también aparecen cuando la junta se diseñó con espacio insuficiente para la correcta manipulación de la piscina de soldadura fundida

**GRÁFICOS**

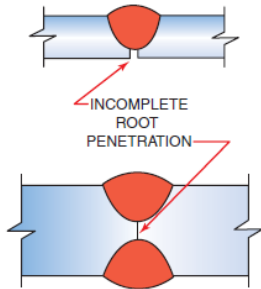


<p><b>PENETRACIÓN ARTICULAR INADECUADA</b></p>	<p>Una penetración inadecuada resulta cuando la profundidad a la cual la soldadura penetra en una articulación es menor a que la necesaria para fusionarse en una placa, convirtiéndose en un concentrador de esfuerzo que posteriormente llevaría a la fatiga.</p>	<p>Además, se puede producir por:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Técnica de soldadura inadecuada: un mal dirigido de arco de soldadura.</li><li>✓ Corriente de soldadura insuficiente: metales que son gruesos o tienen un alto coeficiente de conductividad térmica se precalientan con el calor no pueda penetrar correctamente en la articulación.</li><li>✓ Ajuste incorrecto de la junta: causado por juntas no preparadas o ajustadas con precisión.</li></ul>
--	---	---

**GRÁFICOS**



**Figura 65.** Penetración articular inadecuada  
**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

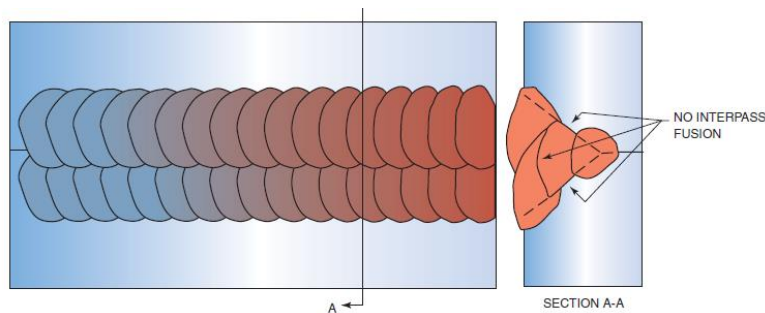


**FIGURA 66. PENETRACIÓN INCOMPLETA DE LA RAÍZ**  
**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

<p><b>FUSIÓN INCOMPLETA</b></p>	<p>Es la falta de coalescencia entre el relleno fundido y el metal base.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitación inadecuada: falta de agitación en la soldadura para romper el óxido de capas.</li> <li>➤ Técnica de soldadura inadecuada: manipulación deficiente, al moverse demasiado rápido o usando un ángulo de electrodo incorrecto.</li> <li>➤ Preparación inadecuada de los bordes: no se eliminan las muescas ni las ranuras en el borde la junta de soldadura.</li> <li>➤ Diseño incorrecto de las articulaciones: el dejar poco espacio para el charco de soldadura puede producir una fusión incompleta.</li> </ul>
---------------------------------	--	--

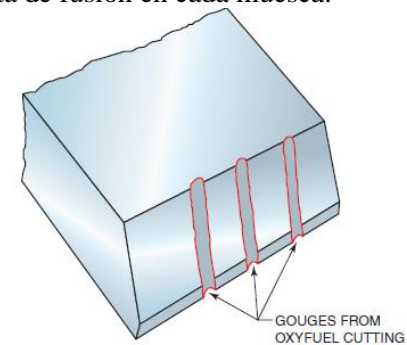
**GRÁFICOS**

Falta de fusión entre el metal de relleno y soldadura depositada previamente.



**FIGURA 67. FUSIÓN INCOMPLETA**  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

Si una pieza cortada presenta muescas a lo largo del corte, podrían provocar una falta de fusión en cada muesca.



**Figura 68. Fallas a lo largo de la pieza**  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

DEFECTOS	DESCRIPCION	CAUSAS
<b>GOLPES DE ARCO</b>	Puntos pequeños localizados donde la fusión de la superficie se produce lejos de la punta, aunque los golpes de arco son suaves no se pueden eliminar.	Pueden ser causadas por el golpe del arco en un lugar equivocado o por conexiones a tierra defectuosa. Pueden ser zonas de dureza localizadas o el punto de partida para el agrietamiento, incluso cuando este a ras para una pequeña curva podría abrirse formando pequeños agujeros y grietas.

**GRÁFICOS**

**FIGURA 69. GOLPES DE ARCO**  
**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

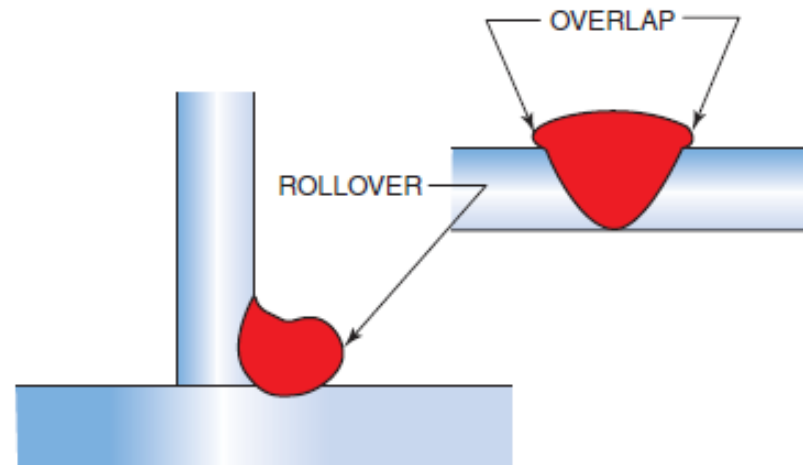


<b>SUPERPOSICIÓN (CURVA FRÍA)</b>	También llamada curva fría, el metal de soldadura fluye sobre la superficie del metal base sin fusionarse con él.	Ocurre cuando los depósitos de soldadura son más grandes a la que la unión esta acondicionada. Generalmente ocurre en la pata horizontal de una superficie de filete horizontal. Además, ocurre cuando hay demasiada extensión de electrodo para depositar metal a baja potencia. Dirigir el arco hacia la pata vertical y mantener el electrodo casi vertical causa la superposición.
---------------------------------------	---	---

**GRÁFICO**

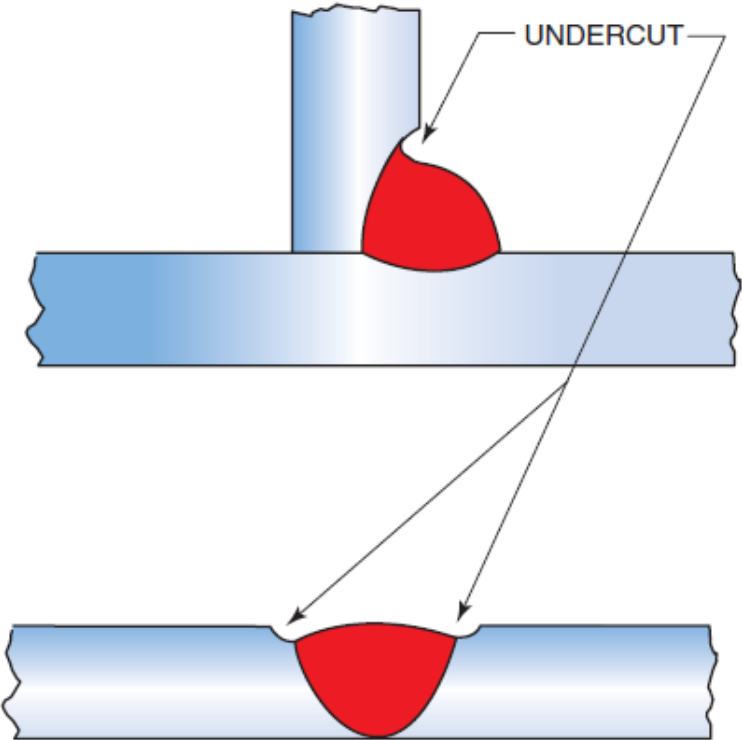
Ocurre con mayor frecuencia en soldadura MAG.

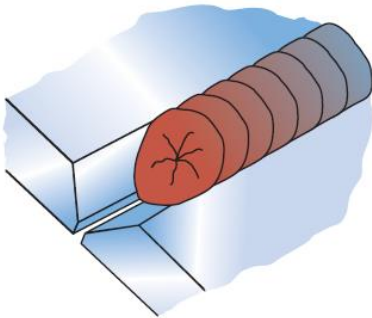
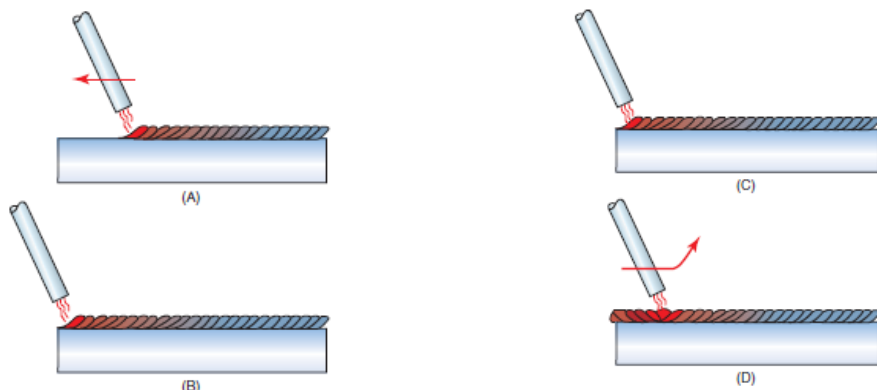
Para evitar la superposición, la soldadura de filete debe estar correctamente dimensionada a menos de 3/8 pulg. (9,5 mm), y el arco debe manipularse adecuadamente.



**FIGURA 70. SUPERPOSICIÓN O SOBRESALIR**

**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

<p><b>SOCAVADO</b></p>	<p>Es el resultado de la eliminación de la fuerza del arco de un metal de la junta que no se reemplaza por el metal de soldadura, a lo largo del cordón de soldadura.</p>	<p>Se puede dar por una mala técnica de soldadura, con un ángulo de electrodo incorrecto. Es un problema común con soldadura GMA no hay oxígeno suficiente para estabilizar el arco.</p>
<p>Para evitar el socavado, se recomienda que el soldador pueda hacerlo en una posición plana realizando múltiples pasadas en lugar de una sola.</p>	 <p><b>Figura 71.</b> Socavado <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>	

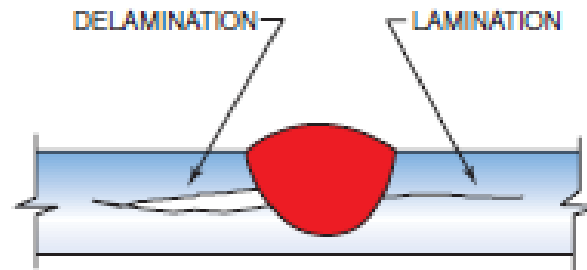
<p><b>GRIETAS</b></p>	<p>Son pequeñas grietas que se desarrollan en los cráteres de soldadura a medida que el conjunto de soldadura se contrae y solidifica.</p>	<p>Los materiales con una temperatura de fusión baja se rechazan hacia el centro del cráter durante la congelación. Las altas tensiones de contracción agravan la formación de grietas en el metal.</p>
<p>Las grietas se pueden minimizar, al no interrumpir el arco rápidamente al final de una soldadura (permitiendo que el arco se alargue y la corriente caiga gradualmente), Algunos equipos GMAW tienen un control de llenado de cráteres que reduce la velocidad de alimentación del alambre al final de una soldadura.</p>	 <p><b>Figura 72.</b> Restos de cráteres o estrellas <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>	<p>Para prevenir el agrietamiento del cráter es tirar la soldadura hacia atrás, permitiendo que se acumule en el cordón de soldadura antes de romper el arco.</p>  <p><b>Figura 73</b> Prevención contra grietas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Realizar una soldadura uniforme</li> <li>B) Realizar una soldadura hasta el final de la sección</li> <li>C) Sostener el arco unos segundos después de terminar la soldadura</li> <li>D) Repetidamente colocar un poco de metal, retroceder la soldadura y romper el arco.</li> </ul>

**Problemas generados por placas**

Existen casos en donde no todos los problemas de soldadura son causados por el metal, el proceso o la falta de habilidad del soldador. El material que se está fabricando también puede tener la culpa. Algunos problemas resultan ser por defecto de la placa que el soldador no puede controlar; incluyendo procedimientos de soldadura inadecuados que producen estructuras metalúrgicas duras indeseables en la zona afectada por el calor, en conclusión los defectos internos son el resultado de malas prácticas de fabricación de acero (tienen como fin fabricar aceros lo más sólidos posibles, por lo que, los errores que ocurren en la producción de acero se atribuyen, con demasiada frecuencia, a la operación de soldar.

DEFECTO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
<b>Laminaciones</b>	Es diferente a la rotura laminar, que resultan ser más extensas e involucran capas más gruesas de contaminantes no metálicos.	Son causadas por un recorte insuficiente (eliminación de defectos) de la tubería en los lingotes. La escoria y el acero oxidado en la tubería se extienden en el acero, produciendo laminación. Las laminaciones también pueden darse cuando el lingote se enrolla a una temperatura o presión demasiado bajas.
<b>Deslaminaciones</b>	Esto es cuando las laminaciones se cruzan con una unión que se está soldando, el calor y las tensiones de la soldadura pueden hacer que algunas laminaciones se deslaminen.	Se puede dar si existe contaminación en el metal de soldadura, si es que este tenía grandes cantidades de escoria, incrustaciones, suciedad u otros materiales indeseables.

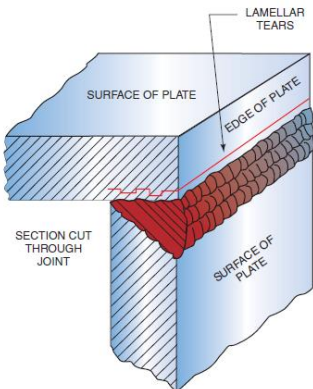
Los problemas ocurridos con las deslaminaciones no se corrigen fácilmente. Se puede colocar una placa gruesa en una carga de compresión, o soldar sobre la deslaminación para sellarla, aunque, la solución más efectiva es cambiar el acero.



**Figura 74.** Laminación y deslaminación  
Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

<b>Goteo laminar</b>	Aparecen como grietas paralelas y debajo de la superficie de acero. En general, no se encuentran en la zona afectada por el calor y tienen una configuración en forma de escalón.	Son causadas por inclusiones no metálicas que se encuentran debajo de la superficie de la placa y tienen muy poca ductilidad; son de poca percepción, estas inclusiones se separan cuando están severamente estresadas, produciendo grietas laminadas.
----------------------	---	--

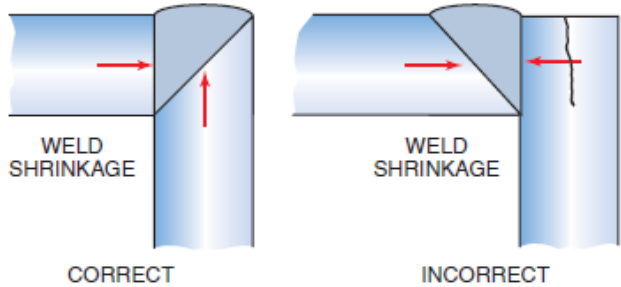
Una solución al problema de desgarro laminar es recomendable rediseñar las articulaciones, para realizar disminución de tensión en el espesor de la placa se pueden realizar soldaduras más pequeñas para que cada soldadura posterior trate térmicamente la pasada anterior para reducir la tensión total en la soldadura final.



**Figura 75. Goteo laminar**  
**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**



**FIGURA 76. USAR MULTIPLES SOLDADURAS PARA REDUCIR LAS LAMINACIONES**  
**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**

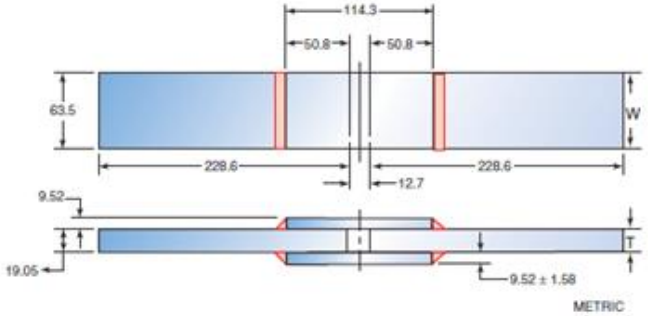
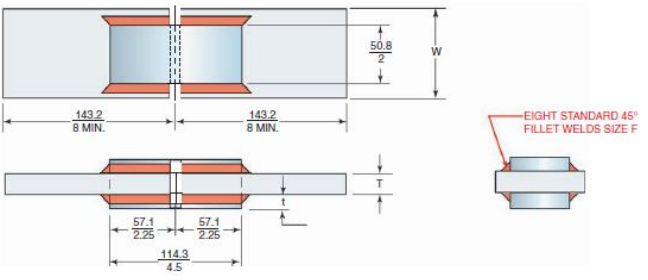


**FIGURA 77. CORREGIR O REDISEÑAR LA JUNTA PARA REDUCIR EL GOTEO LAMINAR**  
**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**

**Fuente: (Larry Jeffus, 2019)**

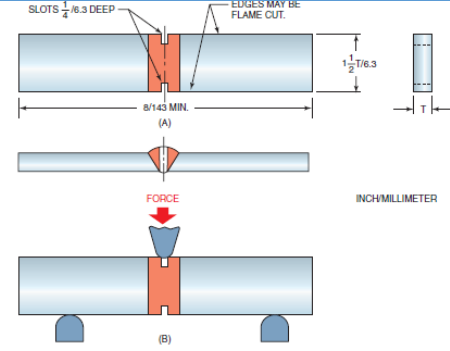
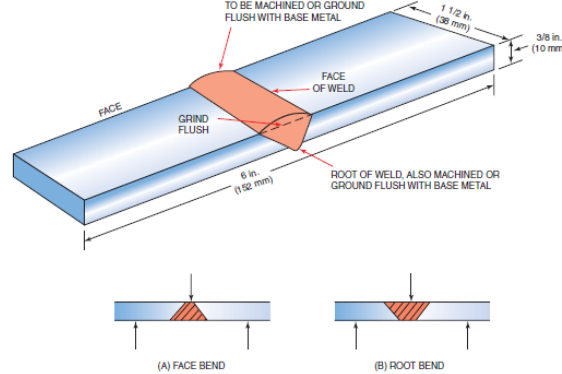
## 6.2.RESISTENCIA AL CORTE DE SOLDADURA

Existen dos tipos: resistencia al corte transversal y resistencia al corte longitudinal.

<p><b>Resistencia al corte transversal</b></p>	<p>Se aplica una carga de tracción hasta que la muestra se rompa.</p>	 <p><b>FIGURA 78. ESPÉCIMEN DE CIZALLAMIENTO DE SOLDADURA DE FILETE TRANSVERSAL DESPUÉS DE LA SOLDADURA</b>  <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>
<p><b>Resistencia al corte longitudinal</b></p>	<p>Se rompe la muestra bajo una carga de tracción.</p>	 <p><b>Figura 79. Probeta de cizalla de soldadura de filete longitudinal</b>  <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>

### 6.3.UNIONES SOLDADAS A TOPE

Los tres métodos de prueba a tope son:

<p><b>Prueba de rotura de muesca</b></p>	<p>Se aplica una fuerza y la muestra se rompe con uno o más golpes de martillos, la fuerza puede aplicarse lenta o repentinamente.</p>	 <p><b>Figura 80.</b> Muestra de roturas de muescas.  <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>
<p><b>Prueba de curva guiada</b></p>	<p>Se utilizan uniones soldadas a tope ranuradas en metal de 10 mm de grosor, y se preparan dos muestras como se ven en la figura parte A y parte B.</p>	 <p><b>Figura 81.</b> Muestra de curvatura de raíz y cara para 3/8 in.  <b>Fuente:</b> (Larry Jeffus, 2019)</p>

Las piezas mecanizadas como se muestran en la figura, son uniones soldadas a tope ranuradas en metal de 13 mm de espesor, donde se muestra un doblez lateral, con el objetivo de aprobar la prueba. Es necesario garantizar que todas las marcas de molienda corran longitudinalmente y no causan concentradores de tensión.

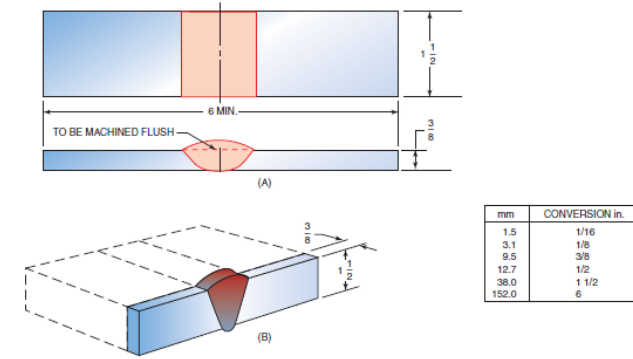


Figura 82. Muestra de raíz, cara y curvatura lateral

Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

Se muestra la herramienta encargada de doblar las muestras preparadas. No aplica para todos tipos de curva, los códigos especifican diferentes radios según el material y grosor. Una vez realizada la prueba se examina la superficie en busca de grietas y se determina si es aceptable.

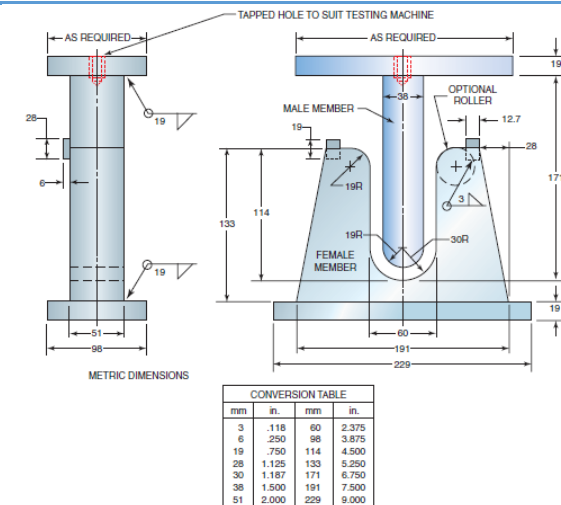
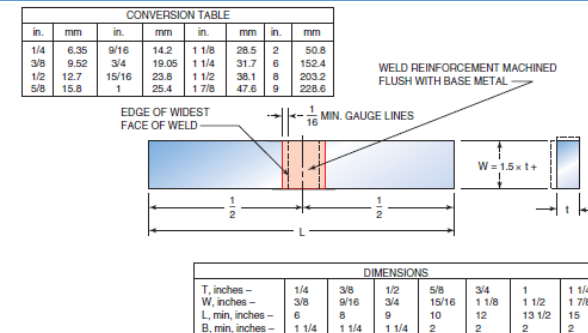


Figura 83. Accesorio para prueba de banda guiada

Fuente: (Larry Jeffus, 2019)

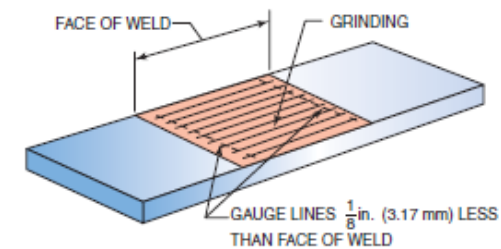


**Prueba de doblez libre**  
 Se usa para probar juntas soldadas en una placa, se prepara teniendo en cuenta que el ancho de la muestra es 1,5 por el grosor de la muestra, las esquinas deben estar redondeadas de tal forma que su radio exceda 1/10 del grosor.



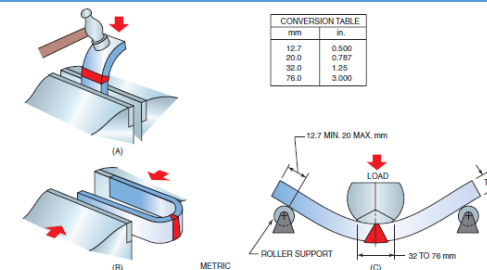
**Figura 84.** Especimen de prueba de flexión libre  
**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

Las líneas de calibre se dibujan en la cara de la soldadura.



**Figura 85.** Líneas de calibre  
**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

La curva inicial de la muestra se completa en el dispositivo de la muestra donde la superficie de la línea



**Figura 86.** Prueba de flexion libre  
**Fuente:**(Larry Jeffus, 2019)


**Fuente:** (Larry Jeffus, 2019)

**ANEXO VII**

**7.1. FICHA DE INSPECCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES**


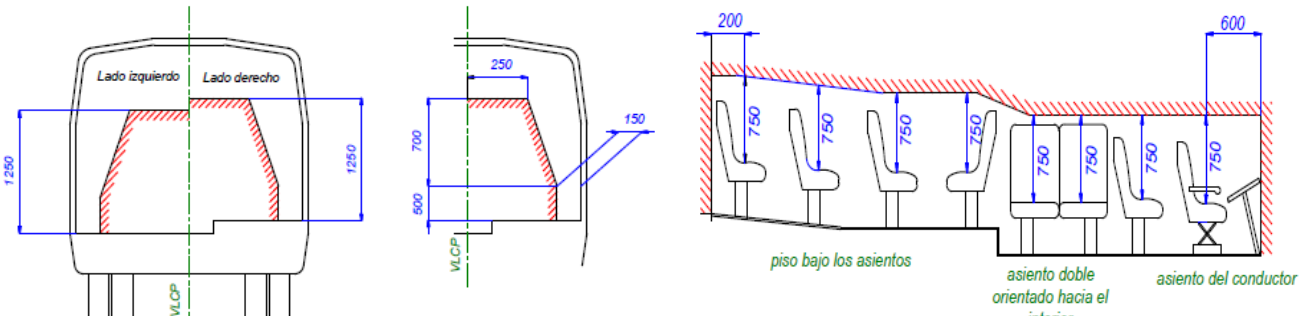
 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b></p>		<p><b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b></p> <p><b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b></p>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>	<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>	
<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)</b>			
<b>ENSAYOS DE LIQUIDOS PENETRANTES</b>			
<b>Elemento de verificación (descripción y posición)</b>	<b>Evidencia</b>		
<b>Inspección de la soldadura en varios puntos de la estructura antes y después del ensayo de tintas penetrantes.</b>			
<b>1er elemento</b>	<b>Descripción</b>		
Antes de aplicación de tintas penetrantes			
Después de aplicación de tintas penetrantes			
<b>2do elemento</b>	<b>Descripción</b>		
Antes de aplicación de tintas penetrantes			
Después de aplicación de tintas penetrantes			
<b>3er elemento</b>	<b>Descripción</b>		
Antes de aplicación de tintas penetrantes			
Después de aplicación de tintas penetrantes			

**7.2.FICHA DE INSPECCIÓN DE AUTOBUSES INTERPROVINCIAL NO COLISIONADOS**

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>			
<b>Placa</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tipo de modalidad de transporte:</b>	
<b>Marca</b>	<b>Tipo de servicio</b>		
<b>Nro. Chasis</b>	<b>Capacidad total</b>		
<b>INSPECCIONES A REALIZAR</b>			
<b>Elementos a inspeccionar</b>	<b>Tipo de inspección</b>	<b>Descripción del estado</b>	
<b>Cristales</b>			
<b>Evidencia</b>			
<b>Soldadura</b>			
<b>Evidencia</b>			
<b>Estructura de los Asientos</b>			
<b>Evidencia</b>			

<b>Anclaje de los asientos (Base y sujeción)</b>		
<b>Evidencia</b>		
<b>Cinturones de seguridad</b>		
<b>Evidencia</b>		
<b>Equipamientos (plásticos internos que conforman el autobús)</b>		
<b>Evidencia</b>		
<b>APOYOS BIBLIOGRÁFICOS</b>		
<b>Normas</b>	<b>Reglamentos</b>	
<p><b>NTE INEN 1623</b> - Aceros Perfiles estructurales conformados en frío</p> <p><b>NTE INEN 1415</b> - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural</p> <p><b>NTE INEN 1668</b> - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales</p> <p><b>NTE INEN 1669.</b> - Vidrios de seguridad</p>	<p><b>RTE INEN 034</b> - Elementos de seguridad</p>	

**7.3. FICHA DE INSPECCIÓN DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL COLISIONADO**

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>Personas que realizan la inspección:</b>		<b>Código estudiantil</b>	<b>Profesor encargado</b>
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>			
<b>Placa</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tipo de modalidad de transporte:</b>	
<b>Marca</b>	<b>Tipo de servicio</b>		
<b>Nro. Chasis</b>	<b>Capacidad total</b>		
<b>INSPECCIONES A REALIZAR</b>			
<b>Unión chasis – carrocería</b>	Las uniones entre chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para autobús, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de autobuses.		
<b>VERIFICACIÓN DEL ESPACIO DE SUPERVIVENCIA</b>			
<b>Dimensionamiento</b>			
			

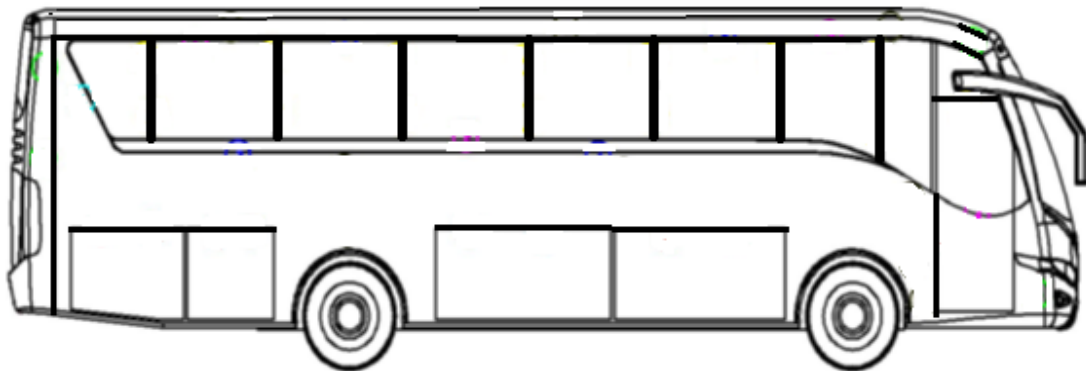
**Evidencia**

**Análisis de zonas de falla durante el accidente**

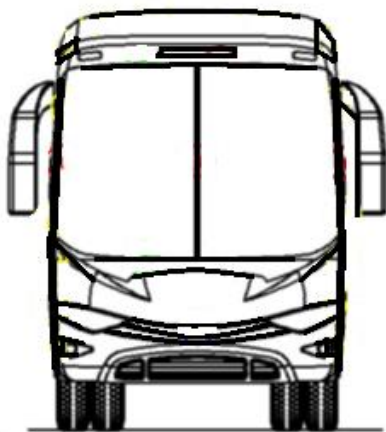
**Vista superior**



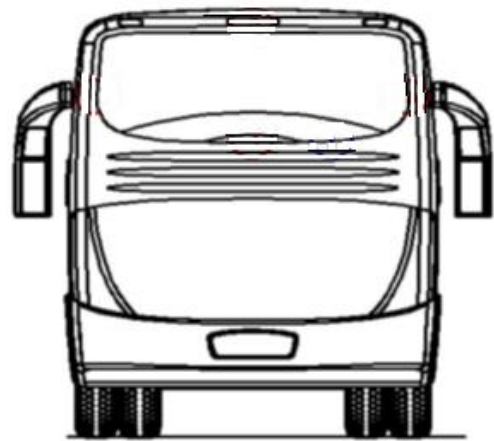
**Vista lateral**



**Vista frontal**



**Vista posterior**



**Elementos a inspeccionar**

**Tipo de inspección**

**Descripción del estado**

**Cristales – ventanas**

**Observaciones**

<b>Marcos de ventana</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Soldadura de elementos estructurales</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Estructura de los Asientos</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Anclaje de los asientos (Base y sujeción)</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Cinturones de seguridad</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Equipamientos internos (plásticos que conforman el autobús)</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>Mamparas</b>		
<b>Observaciones</b>		
<b>APOYOS BIBLIOGRÁFICOS</b>		
<b>Normas</b>	<b>Reglamentos</b>	
<b>NTE INEN 1623</b> - Aceros Perfiles estructurales conformados en frío <b>NTE INEN 1415</b> - Tubos de acero al carbono soldados para aplicación estructural <b>NTE INEN 1668</b> - Carrocerías metálicas para buses interprovinciales <b>NTE INEN 1669.</b> - Vidrios de seguridad	<b>RTE INEN 034</b> - Elementos de seguridad	