



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

# **PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**Tutora:** Rosa Elena Navarro Trujillo

**San Cristóbal de La Laguna, SEPTIEMBRE 2021**



# ÍNDICE GENERAL

MEMORIA DESCRIPTIVA .....	20
HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	21
INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA .....	22
1. ABSTRACT.....	26
2. OBJETO .....	26
3. ALCANCE.....	26
4. ANTECEDENTES.....	27
4.1 FURGONES COMERCIALES TRANSFORMADOS EN FURGONES VIVIENDA.....	30
5. NORMAS Y REFERENCIAS .....	33
5.1 NORMAS CONSULTADAS O APLICADAS .....	33
5.2 BIBLIOGRAFÍA .....	34
5.3 PROGRAMAS UTILIZADOS .....	36
5.4 DEFENICIONES Y ABREVIATURAS .....	36
6. REQUISITOS DE DISEÑO .....	36
6.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	36
6.2 VENTANAS Y CLARABOYAS .....	37
6.3 AISLAMIENTO INTERNO.....	38
6.4 SUELO .....	38
6.5 RASTRELADO.....	38
6.6 REVESTIMIENTO .....	39
6.7 BAÑO .....	39
6.8 COCINA .....	40
6.9 CAMA.....	40
6.10 COMEDOR.....	41

6.11 GARAJE.....	41
6.12 ALMACENAMIENTO.....	41
6.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	42
6.14 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	42
6.15 INSTALACIÓN DE GAS.....	43
6.16 MODIFICACIONES OVERLANDER.....	44
7. ANALISIS DE SOLUCIONES.....	44
7.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	44
7.2 MODIFICACIONES A REALIZAR.....	47
7.2.1 VENTANAS Y CLARABOYAS.....	47
7.2.2 AISLAMIENTO INTERNO.....	49
7.2.3 SUELO.....	52
7.2.4 RASTRELADO.....	52
7.2.5 REVESTIMIENTO.....	53
7.2.6 BAÑO.....	53
7.2.7 COCINA.....	54
7.2.8 CAMA.....	55
7.2.9 COMEDOR.....	58
7.2.10 GARAJE.....	60
7.2.11 ALMACENAMIENTO.....	62
7.2.12 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	64
7.2.13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	70
7.2.14 INSTALACIÓN DE GAS.....	75
7.2.15 MODIFICACIONES OVERLANDER.....	79
8. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	80
8.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	80
8.2 VENTANAS Y CLARABOYAS.....	83
8.3 AISLAMIENTO INTERNO.....	87



8.4 SUELO .....	89
8.5 RASTRELADO.....	92
8.6 REVESTIMIENTO .....	93
8.7 BAÑO .....	95
8.8 COCINA .....	101
8.9 CAMA.....	109
8.10 COMEDOR.....	113
8.11 GARAJE.....	117
8.12 ALMACENAMIENTO.....	120
8.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	125
8.14 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	139
8.15 INSTALACIÓN DE GAS .....	148
8.16 MODIFICACIONES OVERLANDER .....	150
9. PRESUPUESTO.....	155
10. PLANIFICACIÓN .....	155
11. ORDEN DE PRIORIDAD .....	157
ÍNDICE ANEXOS.....	160
ANEXO I: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	162
ÍNDICE ANEXO I: .....	163
1. INTRODUCCIÓN.....	164
2. CIRCUITOS.....	165
3. PREVISIÓN DE POTENCIA .....	166
4. DIMENSIONADO BATERÍA.....	167
5. DIMENSIONADO PLACA SOLAR .....	168
6. INSTALACIÓN A 12 V (CORRIENTE CONTINUA DC).....	169
7. CÁLCULOS CORRIENTE CONTINUA .....	170
8. CÁLCULOS CORRIENTE ALTERNA .....	170
ANEXO II: MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO.....	172

ÍNDICE ANEXO II .....	173
1. INTRODUCCIÓN .....	174
2. DOCUMENTACIÓN NECESARIA .....	174
3. REFORMAS QUE REQUIEREN HOMOLOGACIÓN .....	175
ANEXO III: MANUALES DE INSTRUCCIONES.....	186
ÍNDICE ANEXO III .....	187
1. MANUAL DE INSTRUCCIONES BACA.....	188
2. MANUAL DE INSTRUCCIONES SNORKEL .....	193
3. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARACHOQUES CABESTRANTE .....	195
4. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CABESTRANTE.....	223
5. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORTIGUADOR DELANTERO .....	230
6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORIGUADOR TRASERO.....	255
PLIEGO DE CONDICIONES.....	261
INDICE PLIEGOS DE CONDICIONES .....	262
1. DISPOSICIONES GENERALES .....	267
1.1 PROYECTISTA. ....	267
1.2 OBRA.....	267
1.3 ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES. ....	267
1.4 FORMA Y DIMENSIÓN.....	267
1.5 MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA. ....	268
1.6 LEGISLACIÓN SOCIAL. ....	268
1.7 SEGURIDAD PÚBLICA. ....	268
1.8 NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL. ....	268
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL .....	270
2.1 DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	270
2.2 PLAN DE OBRA.....	271
2.3 PLANOS.....	271
2.4 ESPECIFICACIONES.....	271

2.5	OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES. ....	271
2.6	DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES. ....	271
2.7	ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	272
2.8	ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	272
2.9	INSTRUCCIONES ADICIONALES. ....	272
2.10	COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE TRABAJOS.....	273
2.11	PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	273
2.12	CONTRATO.....	273
2.12.1	POR TANTO ALZADO.....	273
2.12.2	POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS.....	273
2.12.3	POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA.....	273
2.12.4	POR CONTRATO DE MANO DE OBRA.....	274
2.13	CONTRATOS SEPARADOS.....	274
2.14	SUBCONTRATOS.....	274
2.15	ADJUDICACIÓN.....	274
2.16	SUBASTAS Y CONCURSOS.....	275
2.17	FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO.....	275
2.18	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.....	275
2.19	RECONOCIMIENTO DE OBRAS CON VICIOS OCULTOS.....	276
2.20	TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA.....	276
2.21	SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO.....	276
2.22	DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	276
2.23	FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD.....	277
2.24	DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO.....	277
2.25	CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	277
2.26	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.....	278
2.27	PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS.....	279
2.28	DAÑOS A TERCEROS.....	279

2.29	ACCIDENTES DE TRABAJO.....	279
2.30	RÉGIMEN JURÍDICO.....	280
2.31	SEGURIDAD SOCIAL.....	280
2.32	RESPONSABILIDAD CIVIL.....	280
2.33	IMPUESTOS.....	281
2.34	DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS.....	281
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	282
3.1	DEFINICIONES.....	282
3.1.1	PROPIEDAD O PROPIETARIO.....	282
3.1.2	INGENIERO DIRECTOR.....	282
3.1.3	DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	283
3.1.4	SUMINISTRADOR.....	283
3.1.5	CONTRATA O CONTRATISTA.....	283
3.2	TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES GENERALES.....	284
3.3	INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. 284	
3.4	RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO DIRECTOR.....	284
3.5	RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	285
3.6	DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE. 285	
3.7	COMIENZO DE LAS OBRAS, RITMO Y EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	285
3.8	ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	286
3.9	LIBRO DE ÓRDENES.....	286
3.10	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	287
3.11	AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.....	287
3.12	PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR.....	287
3.13	OBRAS OCULTAS.....	287
3.14	TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	288
3.15	MODIFICACIONES DE TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	288

3.16	VICIOS OCULTOS.....	288
3.17	MATERIALES NO UTILIZADOS. ....	289
3.18	MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS. ....	289
3.19	MEDIOS AUXILIARES. ....	289
3.20	COMPROBACIONES DE LAS OBRAS .....	289
3.21	NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES.....	290
3.22	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE. ....	290
3.23	MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.....	291
3.24	RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS. ....	291
3.25	PLAZOS DE GARANTÍA. ....	292
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICAS. ....	292
4.1	BASE FUNDAMENTAL. ....	292
4.2	GARANTÍA.....	292
4.3	FIANZA. ....	292
4.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA. ....	293
4.5	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA .....	293
4.6	REVISIÓN DE PRECIOS.....	294
4.7	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIO POR CAUSAS DIVERSAS. ....	294
4.8	BENEFICIO INDUSTRIAL. ....	294
4.9	HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA.....	294
5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. ....	295
5.1	CONDICIONES GENERALES. ....	295
5.1.1	OBJETO. ....	295
5.1.2	PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES.....	295
5.1.3	MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO. ....	296
5.1.4	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	296
6.	PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA REFORMAS DE VEHÍCULOS. 296	

6.1 OBJETO .....	296
6.2 CAMPO DE APLICACIÓN.....	297
6.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	297
6.4 MODIFICACIONES DE CHASIS .....	299
6.4.1 NORMAS GENERALES PARA LAS MODIFICACIONES DE CHASIS .....	299
6.4.2 PROTECCIÓN CONTRA LA OXIDACIÓN Y PROCESO DE PINTADO .....	299
6.4.2.1 COMPONENTES ORIGINALES DEL VEHÍCULO .....	299
6.4.3 TORNILLOS Y TUERCAS .....	304
6.4.4 MODIFICACIÓN DEL VOLADIZO POSTERIOR.....	304
6.5 MODIFICACIÓN DE SUSPENSIONES .....	306
6.6 CAMBIO DE MEDIDA DE NEUMÁTICOS .....	306
6.7 MODIFICACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	307
6.8 GUARDABARROS POSTERIORES Y PASA-RUEDAS.....	310
PRESUPUESTO.....	311
ÍNDICE PRESUPUESTO.....	312
1. RESUMEN.....	313
2. PRESUPUESTO DE COMPRA FURGONETA SPRINTER .....	313
3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	313
PLANOS .....	321
ÍNDICE PLANOS.....	322
1. VISTAS VEHÍCULO ORIGINAL	
2. VENTANAS Y CLARABOYAS	
3. ESPACIO-VIVIENDA ACOTADO	
4. INTERIOR FURGONETA-DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	
5. BAÑO FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO	
6. COCINA FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO	
7. CAMA-GARAJE FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO	
8. COMEDOR FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO	

9. ALMACENAMIENTO FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO
10. ESQUEMA BÁSICO ELECTRICIDAD
11. ILUMINACIÓN 12V
12. CIRCUITOS FUERZA 12V Y 230V
13. ESQUEMA UNIFILAR INSTALCIÓN 230V
14. ESQUEMA BÁSICO FONTANERÍA
15. INSTALACIÓN FONTANERÍA





## INDICE FIGURAS

Figura 1. Primera caravana de ocio del mundo. Fuente: <a href="https://www.blogcamping.com/historia-del-camping-las-caravanas/">https://www.blogcamping.com/historia-del-camping-las-caravanas/</a> .....	27
Figura 2. Modelo americano de autocaravana. Fuente: <a href="https://blog.terranea.es/autocaravanas-forma-de-vida-siglo-xix/">https://blog.terranea.es/autocaravanas-forma-de-vida-siglo-xix/</a> .....	28
Figura 3. Furgoneta Volkswagen de los años 70. Fuente: <a href="https://www.holycarstv.com/historia-volkswagen-transporter/">https://www.holycarstv.com/historia-volkswagen-transporter/</a> .....	29
Figura 4. Mini Camper. Fuente: <a href="https://carreteraycamper.com/tipos/">https://carreteraycamper.com/tipos/</a> .....	30
Figura 5. Camper de tamaño mediano. Fuente: <a href="https://carreteraycamper.com/tipos/">https://carreteraycamper.com/tipos/</a> .....	31
Figura 6. Camper gran volumen. Fuente: <a href="https://carreteraycamper.com/tipos/">https://carreteraycamper.com/tipos/</a> .....	32
Figura 7. Camper 4x4. Fuente: <a href="https://carreteraycamper.com/tipos/">https://carreteraycamper.com/tipos/</a> .....	33
Figura 8. Salida aire caliente. Fuente: <a href="https://www.camperizaunafurgo.com/claraboya-para-furgoneta-camper-y-autocaravana/">https://www.camperizaunafurgo.com/claraboya-para-furgoneta-camper-y-autocaravana/</a> .....	37
Figura 9. Ventana abatible. Fuente: <a href="http://gumercamperaccesorios.com">gumercamperaccesorios.com</a> .....	47
Figura 10. Ventana corredera. Fuente: <a href="http://gumercamperaccesorios.com">gumercamperaccesorios.com</a> .....	48
Figura 11. Ojo de buey. Fuente: <a href="http://gumercamperaccesorios.com">gumercamperaccesorios.com</a> .....	48
Figura 12. Claraboya. Fuente: <a href="http://gumercamperaccesorios.com">gumercamperaccesorios.com</a> .....	49
Figura 13. Poliestireno. Fuente: <a href="http://www.mwmaterialsworld.com">www.mwmaterialsworld.com</a> .....	50
Figura 14. Corcho. Fuente: <a href="http://arquitectura-sostenible.es">arquitectura-sostenible.es</a> .....	50
Figura 15. Lana de roca. Fuente: <a href="http://www.leroymerlin.es">www.leroymerlin.es</a> .....	50
Figura 16. Kaiflex. Fuente: <a href="http://gumercamperaccesorios.com">gumercamperaccesorios.com</a> .....	51
Figura 17. Espuma de poliuretano. Fuente: <a href="http://www.demaquinasyherramientas.com">www.demaquinasyherramientas.com</a> .....	51
Figura 18. Madera de contrachapado fenólico. Fuente: <a href="http://catalogo.maderasacuna.es">catalogo.maderasacuna.es</a> .....	52
Figura 19. Neveras para camper. Fuente: <a href="http://www.camperizaunafurgo.com">www.camperizaunafurgo.com</a> .....	55
Figura 20. Salón cama. Fuente: <a href="http://viajandonuestravida.com">viajandonuestravida.com</a> .....	56
Figura 21. Cama plegable. Fuente: <a href="http://www.alsondemifurgon.com">www.alsondemifurgon.com</a> .....	57
Figura 22. Cama fija. Fuente: <a href="http://becampermyfriend.com">becampermyfriend.com</a> .....	57
Figura 23. Comedor camper. Fuente: <a href="http://BROWNBIRDANDCOMPANY.CO.UK/">BROWNBIRDANDCOMPANY.CO.UK/</a> .....	58

Figura 24. Mesa desplazable. Fuente: WWW.BUZZFEED.COM.....	60
Figura 25. Garaje para bicicletas1. Fuente: www.pinterest.com .....	61
Figura 26. Garaje bicicletas 2. Fuente: www.furgok.com .....	61
Figura 27. Almacenamiento camper. Fuente: www.sincodigopostal.com .....	62
Figura 28. Modelo cierre 1. Fuente: www.uro-camper.com.....	63
Figura 29. Modelo cierre 2. Fuente: www.arcashop.es .....	63
Figura 30. Batería de ácido. Fuente: www.amazon.es.....	65
Figura 31. Batería de AGM. Fuente: www. atersa.shop.com .....	65
Figura 32. Batería de gel. Fuente: www.bateriasyamperios.com .....	66
Figura 33. Esquema montaje batería. Fuente: www.tierrasinsolitas.com .....	67
Figura 34. Comparativas placas. Fuente: bluesolar.mx.....	68
Figura 35. Reguladores para furgoneta. Fuente: bluesolar.mx.....	68
Figura 36. Inversor, cargador y regulador. Fuente: www.mejorbaterias.com .....	69
Figura 37. Foco led 12V. Fuente: www.gumercamperaccesorios.com .....	69
Figura 38. Centralita. Fuente: www.gumercamperaccesorios.com .....	70
Figura 39. Depósito a medida. Fuente: www.todocampers.com.....	71
Figura 40. Depósito universal. Fuente: www.mitortuga.es.....	71
Figura 41. Bomba sumergible. Fuente: www.gumercamperaccesorios.com .....	72
Figura 42. Bomba aérea. Fuente: www.roulot.es .....	72
Figura 43. Bomba de presión. Fuente: www.gumercamperaccesorios.com .....	72
Figura 44. Vaso de expansión. Fuente: www.uro-camper.com .....	73
Figura 45. Esquema instalación alternativa. Fuente: www.planetaoverland.com .....	74
Figura 46. Grifo extensible. Fuente: www.masquecamper.com.....	75
Figura 47. Caso 1 instalación de gas. Fuente: autocaravanashidalgo.com .....	76
Figura 48. Caso 2 instalación de gas. Fuente: www.homologatucamper.com .....	76
Figura 49. Caso 3 instalación de gas. Fuente: www.furgovw.org .....	77
Figura 50. Boiler de gas. Fuente: www.gumercamperaccesorios.com .....	78

Figura 51. Calentador vertical. Fuente: <a href="http://www.becampermyfriend.com">www.becampermyfriend.com</a> .....	78
Figura 52. Calculadora de neumáticos. Fuente: <a href="http://www.ltrglobal.com">www.ltrglobal.com</a> .....	80
Figura 53. Furgoneta elegida. Fuente: <a href="http://www.heavycherry.com">www.heavycherry.com</a> .....	81
Figura 54. Planos Mercedes Sprinter. Fuente: <a href="http://www.pinterest.es">www.pinterest.es</a> .....	82
Figura 55. Furgoneta con ventana específica. Fuente: <a href="http://www.diariodegrancanaria.com">www.diariodegrancanaria.com</a> .....	83
Figura 56. Corte ventana lateral. Fuente: Elaboración propia .....	84
Figura 57. Ventanas ojo de buey. Fuente: <a href="http://www.becampermyfriend.com">www.becampermyfriend.com</a> .....	84
Figura 58 Corte ventanas traseras. Fuente: Elaboración propia .....	85
Figura 59. Claraboya pequeña. Fuente: <a href="http://www.gumercamperaccesorios.com">www.gumercamperaccesorios.com</a> .....	85
Figura 60 Corte claraboyas. Fuente: Elaboración propia .....	86
Figura 61. Claraboya grande. Fuente: <a href="http://www.gumercamperaccesorios.com">www.gumercamperaccesorios.com</a> .....	87
Figura 62. Kaiflex. Fuente: <a href="http://www.gumercamperaccesorios.com">www.gumercamperaccesorios.com</a> .....	88
Figura 63. Cinta Kaiflex. Fuente: <a href="http://www.gumercamperaccesorios.com">www.gumercamperaccesorios.com</a> .....	89
Figura 64. Madera de contrachapado. Fuente: <a href="http://www.leroymerlin.es">www.leroymerlin.es</a> .....	89
Figura 65. Tapaporos. Fuente: <a href="http://www.leroymerlin.es">www.leroymerlin.es</a> .....	90
Figura 66. Medidas suelo. Fuente: Elaboración propia.....	91
Figura 67. Suelo vinílico. Fuente: <a href="http://www.leroymerlin.es">www.leroymerlin.es</a> .....	92
Figura 68. Ejemplo de colocación rastrelado. Fuente: <a href="http://furgonetaypunto.wordpress.com">furgonetaypunto.wordpress.com</a> .....	93
Figura 69. Revestimiento. Fuente: <a href="http://www.mecafi.eu">www.mecafi.eu</a> .....	94
Figura 70. Placa polipropileno. Fuente: <a href="http://www.leroymerlin.es">://www.leroymerlin.es</a> .....	94
Figura 71. Ejemplo techo camper. Fuente: <a href="http://www.lavozdelmuro.net">www.lavozdelmuro.net</a> .....	95
Figura 72. Medidas baño. Fuente: Elaboración propia .....	96
Figura 73. Despiece elementos del baño. Fuente: Elaboración propia.....	100
Figura 74. Estructura y diseño del baño. Fuente: Elaboración propia .....	101
Figura 75. Disposición módulos cocina. Fuente. Elaboración propia .....	102
Figura 76. Despiece módulo 1. Fuente: Elaboración propia. ....	105
Figura 77. Diseño 3D módulo 1. Fuente: Elaboración propia.....	106

Figura 78. Despiece módulo 2. Fuente: Elaboración propia. ....	107
Figura 79. Diseño 3D módulo 2. Fuente: Elaboración propia.....	107
Figura 80. Despiece módulo 3. Fuente: Elaboración propia. ....	108
Figura 81. Diseño 3D módulo 3. Fuente: Elaboración propia.....	109
Figura 82. Disposición cama. Fuente: Elaboración propia .....	109
Figura 83. Despiece módulo cama. Fuente: Elaboración propia.....	111
Figura 84. Diseño 3D módulo cama. Fuente: Elaboración propia .....	112
Figura 85. Diseño 3D módulo cama desde abajo. Fuente: Elaboración propia .....	113
Figura 86. Disposición módulo comedor. Fuente: Elaboración propia .....	114
Figura 87. Despiece módulo comedor. Fuente: Elaboración propia .....	116
Figura 88. Diseño 3D módulo comedor. Fuente: Elaboración propia .....	117
Figura 89. Disposición módulo garaje. Fuente: Elaboración propia.....	118
Figura 90. Despiece módulo garaje. Fuente: Elaboración propia .....	119
Figura 91. Diseño 3D módulo garaje. Fuente: Elaboración propia.....	120
Figura 92. Disposición módulos almacenamiento. Fuente: Elaboración propia .....	120
Figura 93. Despiece módulo almacenamiento superior. Fuente: Elaboración propia .....	122
Figura 94. Diseño 3D módulo almacenamiento superior. Fuente: Elaboración propia .....	123
Figura 95. Despiece módulo almacenamiento-armario. Fuente: Elaboración propia .....	123
Figura 96. Diseño 3D módulo almacenamiento-armario. Fuente: Elaboración propia .....	124
Figura 97. Batería de gel. Fuente: <a href="http://www.hdibattery.com">www.hdibattery.com</a> .....	130
Figura 98. Placa solar 450W. Fuente: <a href="http://canarias.mejorbaterias.com">canarias.mejorbaterias.com</a> .....	131
Figura 99. Relé separador. Fuente: <a href="http://www.amazon.es">www.amazon.es</a> .....	132
Figura 100. Toma exterior. Fuente: <a href="http://www.lulukabaraka.com">www.lulukabaraka.com</a> .....	133
Figura 101. Esquema instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.....	134
Figura 102. Inversor/cargador/regulador. Fuente: <a href="http://cymasol.com">cymasol.com</a> .....	135
Figura 103. Esquema fontanería. Fuente: Elaboración propia.....	140
Figura 104. Disposición fontanería. Fuente: Elaboración propia. ....	146

Figura 105. Depósito en los bajos de la furgoneta. Fuente: <a href="http://www.homologatucamper.es">www.homologatucamper.es</a> .....	147
Figura 106. Esquema eléctrico. Fuente: Elaboración propia.....	165
Figura 107. Reforma 1.3. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	176
Figura 108. Reforma 4.4. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	177
Figura 109. Reforma 4.5. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	178
Figura 110. Reforma 5.1. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	179
Figura 111. Reforma 8.31. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	180
Figura 112. Reforma 8.50. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	181
Figura 113. Reforma 8.51. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	182
Figura 114. Reforma 8.52. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	183
Figura 115. Reforma 1.1. Fuente: Manual de reformas de vehículos.....	184

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones básicas furgoneta. Fuente: Elaboración propia.....	45
Tabla 2. Materiales baño. Fuente: Elaboración propia .....	99
Tabla 3. Materiales cocina. Fuente: Elaboración propia .....	104
Tabla 4. Materiales cama. Fuente: Elaboración propia.....	110
Tabla 5. Materiales comedores. Fuente: Elaboración propia .....	115
Tabla 6. Materiales garaje. Fuente: Elaboración propia.....	119
Tabla 7. Materiales almacenamiento. Fuente: Elaboración propia. ....	122
Tabla 8. Materiales instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia. ....	127
Tabla 9. Circuitos eléctricos. Fuente: Elaboración propia. ....	128
Tabla 10. Cálculo potencias eléctricas. Fuente: Elaboración propia. ....	129
Tabla 11. Cálculos circuitos eléctricos 12V. Fuente: Elaboración propia. ....	138
Tabla 12. Cálculos circuitos eléctricos 12V. Fuente: Elaboración propia. ....	139
Tabla 13. Materiales fontanería. Fuente: Elaboración propia.....	145
Tabla 14. Componentes a gas. Fuente: Elaboración propia. ....	150
Tabla 15. Componentes exteriores. Fuente: Elaboración propia.....	154
Tabla 16. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia. ....	156
Tabla 17. Potencias elementos calculadas. Fuente: Elaboración propia. ....	166
Tabla 18. Cálculo potencias circuitos. Fuente: Elaboración propia.....	167
Tabla 19. Cálculos corrientes continua. Fuente: Elaboración propia. ....	170
Tabla 20. Cálculo corriente alterna. Fuente: Elaboración propia.....	170





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**



## HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO	Transformación de vehículo tipo furgoneta en vivienda
PETICIONARIO	E.S.I.T. Sección Ingeniería Industrial Avenida Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38200, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife
GRADO	Ingeniería mecánica
AUTOR:	Luis Martínez de la Rosa
DNI:	42222190D
EMAIL:	alu0100908732ll.edu.es
TUTORA	Rosa E. Navarro Trujillo Área de Expresión Gráfica en Ingeniería

## INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA .....	20
HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	21
INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA .....	22
1. ABSTRACT.....	26
2. OBJETO .....	26
3. ALCANCE.....	26
4. ANTECEDENTES.....	27
4.1 FURGONES COMERCIALES TRANSFORMADOS EN FURGONES VIVIENDA.....	30
5. NORMAS Y REFERENCIAS .....	33
5.1 NORMAS CONSULTADAS O APLICADAS .....	33
5.2 BIBLIOGRAFÍA .....	34
5.3 PROGRAMAS UTILIZADOS .....	36
5.4 DEFENICIONES Y ABREVIATURAS .....	36
6. REQUISITOS DE DISEÑO .....	36
6.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	36
6.2 VENTANAS Y CLARABOYAS .....	37
6.3 AISLAMIENTO INTERNO.....	38
6.4 SUELO .....	38
6.5 RASTRELADO.....	38
6.6 REVESTIMIENTO .....	39
6.7 BAÑO .....	39
6.8 COCINA .....	40
6.9 CAMA.....	40
6.10 COMEDOR.....	41
6.11 GARAJE.....	41
6.12 ALMACENAMIENTO.....	41
	22

6.13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	42
6.14	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	42
6.15	INSTALACIÓN DE GAS .....	43
6.16	MODIFICACIONES OVERLANDER .....	44
7.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	44
7.1	CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	44
7.2	MODIFICACIONES A REALIZAR.....	47
7.2.1	VENTANAS Y CLARABOYAS .....	47
7.2.2	AISLAMIENTO INTERNO.....	49
7.2.3	SUELO .....	52
7.2.4	RASTRELADO.....	52
7.2.5	REVESTIMIENTO .....	53
7.2.6	BAÑO .....	53
7.2.7	COCINA .....	54
7.2.8	CAMA.....	55
7.2.9	COMEDOR.....	58
7.2.10	GARAJE.....	60
7.2.11	ALMACENAMIENTO .....	62
7.2.12	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	64
7.2.13	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	70
7.2.14	INSTALACIÓN DE GAS .....	75
7.2.15	MODIFICACIONES OVERLANDER .....	79
8.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	80
8.1	CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL.....	80
8.2	VENTANAS Y CLARABOYAS .....	83
8.3	AISLAMIENTO INTERNO.....	87
8.4	SUELO .....	89
8.5	RASTRELADO.....	92

8.6 REVESTIMIENTO .....	93
8.7 BAÑO .....	95
8.8 COCINA .....	101
8.9 CAMA.....	109
8.10 COMEDOR.....	113
8.11 GARAJE.....	117
8.12 ALMACENAMIENTO.....	120
8.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	125
8.14 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	139
8.15 INSTALACIÓN DE GAS .....	148
8.16 MODIFICACIONES OVERLANDER .....	150
9. PLANIFICACIÓN .....	155
10. ORDEN DE PRIORIDAD .....	157



## 1. ABSTRACT

The main objective of this work is the transformation of a van into a home. The idea proposed is:

- Design of the distribution of the house inside the van using AutoCAD.
- Development and 3D exploded view of the different modules of the house with Sketchup.
- Study of the different installations of the house.
- Study of exterior modifications.

## 2. OBJETO

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es la modificación, tanto exterior como interior, de un furgón con el fin de transformarlo en una vivienda, a fin de que sea capaz de realizar largos viajes, a destinos remotos, con total autosuficiencia. Para ello se plantea:

- Realizar un diseño de la distribución interior del cajón de la furgoneta, que será la zona habitable, mediante el diseño 3D en Sketchup.
- Estudiar y diseñar las instalaciones de electricidad, fontanería y gas para garantizar un confort durante las travesías.
- Estudiar las reformas exteriores para mejorar sus capacidades en cualquier tipo de terreno, comprobando su viabilidad en el manual de reformas de vehículos.

## 3. ALCANCE

En este Trabajo Fin de Grado se pretende realizar:

-Un diseño de la distribución interna del furgón que albergue un espacio habitable y confortable. Es decir, que tenga cama, comedor, baño y cocina como mínimo.

-Instalación y modificación de elementos exteriores de la carrocería del vehículo.

-Instalación de suspensión, llantas y neumáticos para dotarle de mejores cualidades todoterreno.

-Diseño de las instalaciones eléctricas y fontanería.

No es objeto de este proyecto las instalaciones de gas, ni el proyecto técnico de homologación de las reformas realizadas en el vehículo.

## 4. ANTECEDENTES

En el año 1885 el inventor Bristol Wagon Company construyó el primer vehículo caravaning de la historia, a la cual nombró "Wanderer". Esta caravana, la había encargado el Dr. William Gordon Stables cuya pasión, tras retirarse, era escribir literatura infantil. Por ello, esta caravana contaba hasta con una biblioteca.



**Figura 1. Primera caravana de ocio del mundo. Fuente:**  
<https://www.blogcamping.com/historia-del-camping-las-caravanas/>

Sin embargo, no sería hasta la llegada de los ingenieros Panhart y Levassor que se diseñó la primera autocaravana industrial con motor a vapor de la historia automovilística en Europa.

Mientras, en Europa, Panhar y Levassor daban un impulso importante a la construcción de autocaravanas, hasta la llegada del revolucionario Arist Dethleffs, en EE.UU. pioneros como Wally Byam o Curtiss creaban diseños de autocaravanas que siguen siendo míticas hoy en día en América.



**Figura 2. Modelo americano de autocaravana. Fuente:**  
<https://blog.terranea.es/autocaravanas-forma-de-vida-siglo-xix/>

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial las actividades al aire libre como la pernocta en tiendas de campaña y el caravanning comenzaron a ganar protagonismo. La compañía Winnebago comenzó, en 1967, a producir las primeras “motorhome populares” en Estados Unidos. Hasta ese momento las autocaravanas no eran para todos los bolsillos.

En Europa y en España surgen fabricantes como Dethleffs, Moncayo, Caravansa o Catusa.

Las furgonetas Volkswagen hicieron furor en los 70 como alternativa, para viajar, para los que no podían permitirse adquirir una caravana o autocaravana.





**Figura 3. Furgoneta Volkswagen de los años 70. Fuente:**  
<https://www.holycarstv.com/historia-volkswagen-transporter/>

Las marcas se dieron cuenta de que podría abrirse una buena oportunidad de negocio, en el mercado low-cost, y comenzaron a adaptar el interior de las furgonetas para hacerlas habitables, aunque con dimensiones más pequeñas que las caravanas.

A lo largo de los años, comenzaron a surgir las distintas empresas de producción de Autocaravanas, en la actualidad hay un sinfín de modelos de Autocaravanas que se adaptan a cada persona. En la actualidad hay infinidad de modelos de Autocaravanas que se adaptan a cada persona, con equipaciones muy completas que cubren prácticamente todas las necesidades y permiten una gran autonomía.

Independientemente del amplio mercado de las autocaravanas, estas se han descartado, en el TFG, debido a tres factores importantes.

En primer lugar, su elevado coste en comparación con el de un furgón comercial camperizado lo hace inviable. Además de esto, en un furgón comercial se podrá realizar el diseño que mejor se adapte al usuario a diferencia de las autocaravanas en donde los módulos están ya prefabricados. Y por último su adaptación a terrenos hostiles, ya que con una autocaravana no se pueden hacer largos recorridos por terrenos en mal estado, ni llegar a los lugares que si se puede con un furgón camper bien preparado.

A continuación, una vez decidido que la transformación se realizará en un furgón comercial debido a los factores previamente mencionados, se comentan los distintos tipos de furgones que es posible encontrar en el mercado y la valoración de cada uno de ellos.

## 4.1 FURGONES COMERCIALES TRANSFORMADOS EN FURGONES VIVIENDA

### Mini Camper

En este tipo de vehículos el espacio es muy reducido. Suelen instalarse módulos en la parte trasera de la furgoneta, los cuales se abaten hacia el exterior.

Las Mini Campers tienen la ventaja de que al ser pequeñas pueden circular y aparcar con mayor facilidad que sus hermanas mayores, además de tener un consumo de combustible inferior. Sin embargo, a pesar de poder dormir en ellas, si se necesita ducharse o cocinar hay que hacerlo en el exterior de la furgoneta



Figura 4. Mini Camper. Fuente: <https://carreteraycamper.com/tipos/>

### Camper medianas

Este tipo de furgonetas siguen siendo versátiles a la hora de desplazarse y no son excesivamente largas como para encontrar dificultades a la hora de conseguir aparcamiento. Tiene un consumo de combustible bajo-medio a pesar de tener un mayor espacio interior que las Mini Camper y disponer de más servicios como pueden ser un WC o una cocina. Siendo más confortables que las Mini Camper siguen presentando inconvenientes como su reducido espacio para vivir en ellas, además de que solo es posible estar de pie si disponen de un techo elevable o sobreelevado.



**Figura 5. Camper de tamaño mediano. Fuente: <https://carreteraycamper.com/tipos/>**

### **Camper gran volumen**

La principal ventaja de estas furgonetas es su amplio espacio interior, ya que si se dota de los accesorios necesarios podría convertirse en una vivienda rodante confortable. En ella se suele instalar cama, comedor, cocina, baño con ducha y multitud de alternativas que mejoran sus prestaciones.

Como desventajas presentan dificultades para encontrar aparcamiento, mayor consumo de combustible y menor maniobrabilidad.



**Figura 6. Camper gran volumen. Fuente: <https://carreteraycamper.com/tipos/>**

Mención aparte, debido a que no se trata de un tipo de furgoneta sino a unas características aptas para todos los tamaños de furgonetas, merecen los modelos de furgonetas todoterreno. Este tipo de furgonetas se caracteriza por poder circular con mayor facilidad por pistas sin asfaltar y por terrenos en malas condiciones. Los inconvenientes son un mantenimiento y consumo más costoso.





Figura 7. Camper 4x4. Fuente: <https://carreteraycamper.com/tipos/>

Este proyecto presenta el diseño de un furgón vivienda tipo overlander, dónde se busca la comodidad de una vivienda además de poder desplazarse por todo tipo de terrenos, y por ello, la mejor alternativa es la elección de un furgón gran volumen 4x4.

## 5. NORMAS Y REFERENCIAS

### 5.1 NORMAS CONSULTADAS O APLICADAS

- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, que aprueba el Reglamento general de vehículos.
- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.
- Manual de reformas de vehículos. 6º Revisión.
- Normas UNE de aplicación.
- Normativa autonómica de aplicación.

-R.D. 919/2006 reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.

-Real Decreto 916/2006

-ITC-ICG 10 Instalaciones de GLP de uso doméstico en caravanas y autocaravanas.

-UNE-EN 1949:2011 Especificaciones de las instalaciones de sistemas de GLP para usos domésticos en los vehículos habitables de recreo y para alojamiento en otros vehículos.

## 5.2 BIBLIOGRAFÍA

[1] «BACA DE TECHO» [En línea]. Disponible: <https://www.frontrunneroutfitters.com/es/be/catalog/product/view/id/14010/s/merc-benz-sprinter2-gen-2006-curr-slii-rr-kit-tall/category/120/>.

[2] «PARAGOLPES CABESTRANTE» [En línea]. Disponible:

<https://www.gtv-van.com/en/van-compasstm-mercedes-sprinter-907-winch-mount-wi.html>

[3] «CABESTRANTE» [En línea]. Disponible: <https://www.sahara4x4.com/b2c/producto/89670/1/cabrestante-warn-zeon-8s>

[4] «AMORTIGUADORES» [En línea]. Disponible:

<https://www.gtv-van.com/en/stage-23-system-sprinter-4x4-906-and-907-srw-by-va.html>

[5] «ALETINES» [En línea]. Disponible:

<https://www.sahara4x4.com/b2c/producto/TF040/1/aletines-4-0-cm-temko-flexy-flares>

[6] «ACCESORIOS» [En línea]. Disponible: <https://gumercamperaccesorios.com/>

[7] «CAMPUS VIRTUAL ASIGNATURA OFICINA TÉCNICA».

[8] «INSTALACIÓN ELÉCTRICA» [En línea]. Disponible:  
<https://canarias.mejorbaterias.com/paneles-solares-46>

[9] «HOMOLOGACIONES» [En línea]. Disponible:  
<https://www.homologatucamper.es/instalacion-de-gas-para-furgoneta-camper/>

[10] «FURGOSFERA» [En línea]. Disponible: <https://www.furgosfera.com/cultura-camper/furgoneta-camper.html>

[11] «CARRETERA Y CAMPER» [En línea]. Disponible:  
<https://carreteraycamper.com/camperizar-furgoneta/instalacion-agua-camper/>

[12] «AUTO SOLAR,» [En línea]. Disponible:  
<https://autosolar.es/bateriasestacionarias/bateria-upower-550ah-6v-up-gc16>.

[13] «INGMECANICA.ES,» [En línea]. Disponible: <https://ingmecanica.com/>.

[14] «EL MONO MIGRADOR,» [En línea]. Disponible:  
<https://elmonomigrador.com/instalacion-electrica-para-furgoneta-camper/>

[15] «TUTUNING» [En línea]. Disponible: <https://tutuning.net/>

## 5.3 PROGRAMAS UTILIZADOS

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- AutoCAD
- Sketchup

## 5.4 DEFENICIONES Y ABREVIATURAS

**Rastrelado:** estructura interior de la furgoneta sobre la que se asienta el revestimiento y el mobiliario.

**Modificaciones overlander:** reformas que consisten en dotarle a la furgoneta de unas determinadas características que le permitan desplazarse por cualquier lugar durante largos periodos.

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

Como ya se ha mencionado anteriormente, el diseño propone realizar las modificaciones adecuadas para conseguir la habitabilidad del interior y acondicionar el exterior para obtener las prestaciones necesarias en un viaje largo por terrenos abruptos.

A continuación, se clasifican los requisitos de diseño, en apartados bien diferenciados, para facilitar la comprensión del análisis de soluciones y la solución finalmente adoptada.

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL

Se comentó en el apartado de antecedentes que la furgoneta deberá disponer del suficiente espacio para poder vivir de manera confortable en su interior, por lo que se elegirá una **furgoneta gran volumen**.

En su interior se instalará un baño con ducha, una cocina, una cama, una zona de comedor y un garaje para bicicletas.



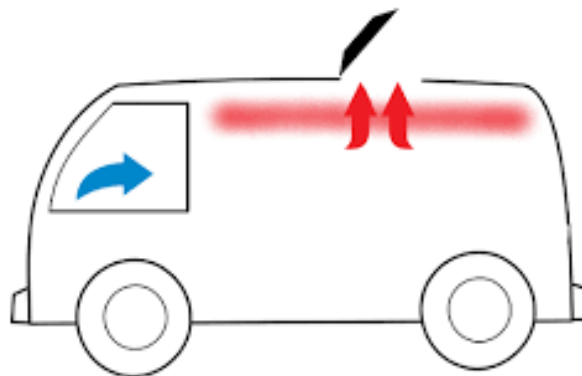
Respecto a la tipología del vehículo, además de necesitar una furgoneta gran volumen, también es necesario que tenga tracción a las cuatro ruedas para poder desplazarse por cualquier terreno.

Y otro aspecto importante para tener en cuenta es el costo de la furgoneta, ya que también es requisito del proyecto que no tenga un presupuesto excesivo. Para poner un límite, se establece un máximo de 15.000 euros para la compra de la furgoneta.

## 6.2 VENTANAS Y CLARABOYAS

En pleno verano y si el sol incide directamente sobre la furgoneta, se pueden alcanzar en el interior temperaturas superiores a los 80 °C. Por lo tanto, es necesario tener varios puntos por donde el aire caliente pueda salir para reducir el efecto invernadero.

El aire caliente tiende siempre a ir hacia arriba ya que pesa menos que el aire frío. Por lo tanto, es muy importante disponer de una claraboya para que el calor se disipe. No obstante, para que el efecto de ventilación sea óptimo debe haber mínimo dos lugares por donde fluya una corriente de aire.



**Figura 8. Salida aire caliente. Fuente:**

<https://www.camperizaunafurgo.com/claraboya-para-furgoneta-camper-y-autocaravana/>

Por otro lado, una buena ventilación es importante para evitar la condensación en su interior, y así evitar la aparición de oxido, moho y malos olores.

Además de todo esto, el hecho de disponer de ventanas y claraboyas va a permitir que entre mucha más luz al interior de la furgoneta.

Sin embargo, también ha de tenerse en cuenta que demasiada ventilación puede ser contraproducente, ya que una ventana no es más que un puente térmico (punto débil del aislamiento).

### **6.3 AISLAMIENTO INTERNO**

El principal objetivo del aislamiento es mantener una temperatura agradable y conseguir confort en el interior de la furgoneta, evitando que las condiciones ambientales de temperatura exterior impidan o dificulten la estancia en su interior. Es decir, en verano conseguir reducir la temperatura y en invierno mantenerla.

Otra de las características de un buen aislamiento es que además de ser aislante térmico también lo sea acústico, y evitar así las molestias que puedan ocasionar los ruidos externos.

Para el diseño de esta furgoneta se requiere un buen aislamiento, ya que debe preverse su desplazamiento por lugares con climas muy diversos y temperaturas extremas.

Es especialmente importante que la instalación del aislamiento evite las condensaciones para que no se oxide la chapa. La condensación se produce cuando hay una diferencia de temperatura entre dos superficies. Por ejemplo, la respiración de una persona produce vapor de agua que se acumulará en las zonas peor aisladas. Por ello es muy importante añadir en todos los puentes térmicos una barrera de vapor que evite que el vapor de agua entre en contacto con la chapa.

### **6.4 SUELO**

Para la instalación del suelo se ha de tener en cuenta que el material debe ser resistente, ligero y soportar bien la humedad.

Se propone instalar un suelo de madera para lo que deberá seleccionarse una madera que cumpla las características mencionadas o sino, tratar esta madera para que adquiera las propiedades necesarias.

Además, este suelo deberá llevar un recubrimiento que mejore su resistencia, facilite su limpieza y le confiera un aspecto hogareño.

### **6.5 RASTRELADO**

La cantidad de rastrelado necesaria viene determinado por la rigidez del revestimiento. Si el revestimiento es rígido no se necesitará un gran número de

rastreles para dar consistencia a la estructura. Por el contrario, si el revestimiento no es demasiado rígido, se necesitarán más rastreles para ganar resistencia estructural.

En el caso de este diseño, el rastrelado deberá ser bastante rígido no solo porque llevará un revestimiento ligero y flexible, sino porque al tratarse de un vehículo que va a moverse bastante debido a sus características, es necesario que tanto el mobiliario como el revestimiento estén bien sujetos para que no se desmonten bajo movimientos bruscos.

## 6.6 REVESTIMIENTO

El revestimiento se refiere a las paredes de la furgoneta. Al instalar el revestimiento, este se atornillará al rastrelado formando una capa separadora entre el aislante y el interior, protegiendo así a los materiales internos y creando una barrera de vapor.

Para seleccionar el revestimiento es necesario tener en cuenta que éste debe tener unas buenas características de resistencia a la humedad y al calor.

Además, debido a los requisitos de diseño del rastrelado propuesto, el cual ha de ser bastante rígido, se podrá instalar un revestimiento ligero ya que no hace falta más resistencia estructural.

En el diseño de revestimiento para esta furgoneta se han considerado dos secciones/módulos: la primera deberá recubrir los laterales de la furgoneta y las puertas traseras. La segunda sección hace referencia al techo.

Para conseguir un presupuesto reducido, se considera la instalación de revestimientos solamente en las zonas visibles. Esto significa que la zona ocupada por mobiliario no dispondrá de ningún tipo de revestimiento. Con esto se consigue, además de reducir los costes, reducir el peso total de la furgoneta.

Otro requisito de diseño sería que el revestimiento tenga un estilo moderno que se adapte al diseño interior de la furgoneta.

## 6.7 BAÑO

A la hora de realizar la distribución interior, ésta estará dividida en varios módulos independientes.

En primer lugar, tenemos el baño, requisito indispensable en una furgoneta que va a realizar grandes viajes. Hay infinidad de diseños de baño para furgonetas, desde los más básicos en el exterior de la furgoneta hasta otros que cuentan con duchas de hidromasaje en el interior.

Sin embargo, como el diseño requiere que se consiga una vivienda confortable, se propone optar por la instalación del baño en el interior de la furgoneta.

Otro requisito del baño es que debe contar con agua caliente, ya que sería muy incómodo tener que ducharse con agua fría en lugares con temperaturas muy bajas.

Para aprovechar al máximo el espacio, se dispondrá el inodoro en el mismo habitáculo que la ducha.

Finalmente, para evitar condensaciones se instalará algún elemento que facilite la ventilación como un aireador o una claraboya.

## **6.8 COCINA**

Como la furgoneta está destinada a realizar largos viajes, es necesaria la instalación de una cocina que cumpla con las necesidades básicas de cualquier persona.

Esta cocina deberá disponer de un fregadero, horno-cocina, nevera, almacenamiento y espacio suficiente para las instalaciones de agua y gas correspondientes.

Se ha de lograr un diseño compacto y funcional para no desaprovechar ningún espacio.

También se considera requisito que cerca del horno-cocina haya un elemento de ventilación por dónde puedan salir los vapores a la hora de cocinar. Se estudiará la instalación de una ventana al lado del horno cocina.

La encimera ha de tener resistencia a la humedad y dureza para que sea difícil rayarla.

## **6.9 CAMA**

Al tratarse de un furgón vivienda, este deberá disponer de un espacio donde dormir.

El principal requisito de la cama es tener unas medidas de largo superior a 180cm y a lo ancho mayor de 110cm para garantizar el confort a una persona de tamaño medio (175cm).

Otro requisito de diseño de la cama es que esta deberá estar situada a una altura que permita buena capacidad de almacenamiento debajo de ella. Tampoco deberá estar muy arriba ya que podría provocar sensación de agobio por cercanía al techo.

## 6.10 COMEDOR

Toda furgoneta camper debe instalar una zona de comedor en su interior, sino cuándo haya inclemencias meteorológicas no se podría comer.

Para ello se habilitarán como mínimo, dos asientos fijos, para tener ciertas comodidades y una mesa lo suficientemente grande como para comer tres personas y poder usarse además como escritorio de trabajo.

En los dos asientos fijos se aprovechará el interior para utilizarse como almacenamiento.

También, esta zona deberá contar con iluminación superior para poder trabajar cómodamente a cualquier hora del día.

## 6.11 GARAJE

Como se menciona en los requisitos de diseño de la cama, esta deberá disponer en la parte inferior de una zona de almacenamiento. Esta zona se denominará garaje.

El área de garaje será similar al área ocupada por la cama y deberá tener espacio suficiente para instalar el depósito de aguas limpias, instalaciones, herramientas, una bicicleta y otros equipamientos.

Para sujetar la bicicleta se instalará un soporte que permita el fácil acceso a la bicicleta.

## 6.12 ALMACENAMIENTO

Con este apartado, se hace referencia a todo almacenamiento que no se haya incluido en los apartados anteriores.

Se tratará principalmente de la instalación de almacenamiento en las zonas superiores de la furgoneta, y, si existiera espacio disponible, la instalación de un armario o elemento de almacenaje.

Requisito de diseño de esta furgoneta es la instalación de almacenaje en la parte superior de la cama. Se deberá optimizar el diseño para disponer de una gran cantidad de espacio sin causar sensación de agobio.

Para la instalación del almacenaje, a la hora de diseñar el cierre de sus puertas o cajones se deberá incorporar un elemento que impida la apertura de estos. Esto es debido a que si se circula con la furgoneta y las puertas del almacenamiento se abren, se caerían las pertenencias pudiendo salir proyectadas ante una colisión.

## 6.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A la hora de plantear la instalación eléctrica habrá que tener en cuenta las necesidades del diseño. Esta furgoneta se desplazará por lugares aislados dónde no se podrán encontrar tomas de corriente con facilidad, por tanto, se requiere una autonomía eléctrica total.

Para el almacenamiento de esa energía se requiere una batería con la suficiente capacidad para tener siempre autonomía. Para que la batería no se descargue hay que cargarla y, por tanto, se hace necesario la instalación de elementos externos capaces de recargar la batería de la furgoneta.

La elección tanto de la capacidad de la batería y los accesorios externos que le suministren la energía, estará en función del consumo eléctrico previsto.

Los consumidores eléctricos que se utilizarán en esta furgoneta serán una nevera, luces tanto interiores como exteriores, un portátil, una bomba de agua, teléfonos y otros consumos menos importantes pero que se tendrán en cuenta a la hora de realizar el diseño adoptado.

Además, otro requisito es la instalación de un panel de control dónde comprobar el estado de los diferentes componentes eléctricos.

Finalmente, la instalación de la baca en la parte superior y la sustitución del paragolpes, incluirán instalación eléctrica de varios focos led que deberán ser impermeables.

Es requisito indispensable que toda la instalación eléctrica cumpla con la normativa vigente.

## 6.14 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

A la hora de viajar en furgoneta, disponer de agua es un requisito indispensable.

Se deberá disponer de un depósito de aguas limpias con la suficiente capacidad para un consumo de aproximadamente 5 días sin necesidad de volver a llenar el depósito.

La instalación de fontanería deberá suministrar el suficiente caudal de agua a la ducha y al fregadero mediante una bomba, además de transportar esa agua usada al depósito de aguas sucias.

Otro requisito de diseño es la disposición del depósito de aguas limpias en el interior de la furgoneta y del depósito de aguas sucias en los bajos de la furgoneta. Esto es

debido a qué si se instala el depósito de aguas limpias en el exterior, podría congelarse cuándo la furgoneta se encuentre en lugares con temperaturas extremadamente bajas.

El problema de la congelación no se considera importante en el depósito de aguas sucias ya que, en este depósito, se podrán utilizar productos que eviten la congelación, pero que son perjudiciales para instalarse en el depósito de aguas limpias.

Además, se deberá disponer de agua caliente en la furgoneta mediante la instalación de un termo de gas, del que se hablará en el apartado de instalación de gas.

Finalmente, se requiere que la instalación incorpore un grifo que sea capaz de extenderse para llegar al exterior de la furgoneta.

Es requisito indispensable que toda la instalación de fontanería cumpla con la normativa vigente.

## **6.15 INSTALACIÓN DE GAS**

En primer lugar, hay que destacar la decisión de la selección de elementos de gas a pesar de poder elegir esos mismos elementos en versión eléctrica.

Si bien puede parecer más limpia, desde el punto de vista del medio ambiente, la elección de elementos de consumo eléctrico como un calentador eléctrico y una cocina se ha optado por aparatos de gas, a causa del gran consumo de energía eléctrica que supondría un mayor volumen y coste de la instalación que suministre dicho consumo.

En relación con ello y como requisito del baño de tener agua caliente, se deberá seleccionar un calentador de gas compacto y estanco para poder instalarlo en el interior de la furgoneta.

Además, debido a los requisitos de la cocina de incorporar un horno-cocina de gas, será necesario seleccionar uno que tenga unas dimensiones reducidas para que quepa en dicha disposición.

Para tener un control del interior de la furgoneta respecto a las posibles fugas, será necesario instalar un detector de gases nocivos.

Es requisito indispensable que toda la instalación de gas cumpla con la normativa vigente.

Como se mencionó en el alcance de este trabajo, la instalación de gas no es objeto de este proyecto, puesto que lo deberá realizar un instalador habilitado. Lo que se

pretende al hablar de los apartados de instalación de gas es la previsión del espacio que ocuparan, a la hora de distribuir el mismo en la furgoneta.

## **6.16 MODIFICACIONES OVERLANDER**

Es importante destacar que en estas modificaciones no está incluida la conversión del furgón a vivienda.

Se trata de seleccionar distintos componentes que permitan mejorar las características del vehículo ante situaciones complicadas de conducción por caminos y carreteras sin asfaltar.

Para ello, será importante disponer de unos buenos amortiguadores y neumáticos, así como otros elementos que faciliten el viaje ante este tipo de situaciones.

En el apartado de análisis de soluciones correspondiente se estudiarán las diferentes opciones que permitirán mejorar dichas características.

Finalmente en el apartado de solución adoptada se describirán todos los elementos a instalar para este tipo de modificaciones.

## **7. ANALISIS DE SOLUCIONES**

### **7.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL**

Teniendo en cuenta los requisitos de diseño para la selección del vehículo, deberá ser una furgoneta gran volumen que incorpore tracción a las cuatro ruedas y con un precio inferior a 15.000 euros.

Se descarta desde el primer momento la compra de una furgoneta nueva, ya que exceden el presupuesto.

Como alternativa, existe un gran mercado de segunda mano en toda Europa dónde encontrar este tipo de vehículos a buen precio.

Las tres furgonetas sobre las que se ha buscado información han sido la Ford Transit 4x4, la Fiat Ducato 4x4 y la Mercedes Sprinter 4x4.

A pesar de tener un precio mayor, la fiabilidad de las Mercedes Sprinter es superior y por ello va a ser la furgoneta sobre la que se va a realizar este proyecto.

El vehículo elegido para este proyecto se trata de una furgoneta Mercedes-Benz Sprinter modelo 315 4x4 de tamaño L2-H2 del año 2016, cuyo precio es de 14.000



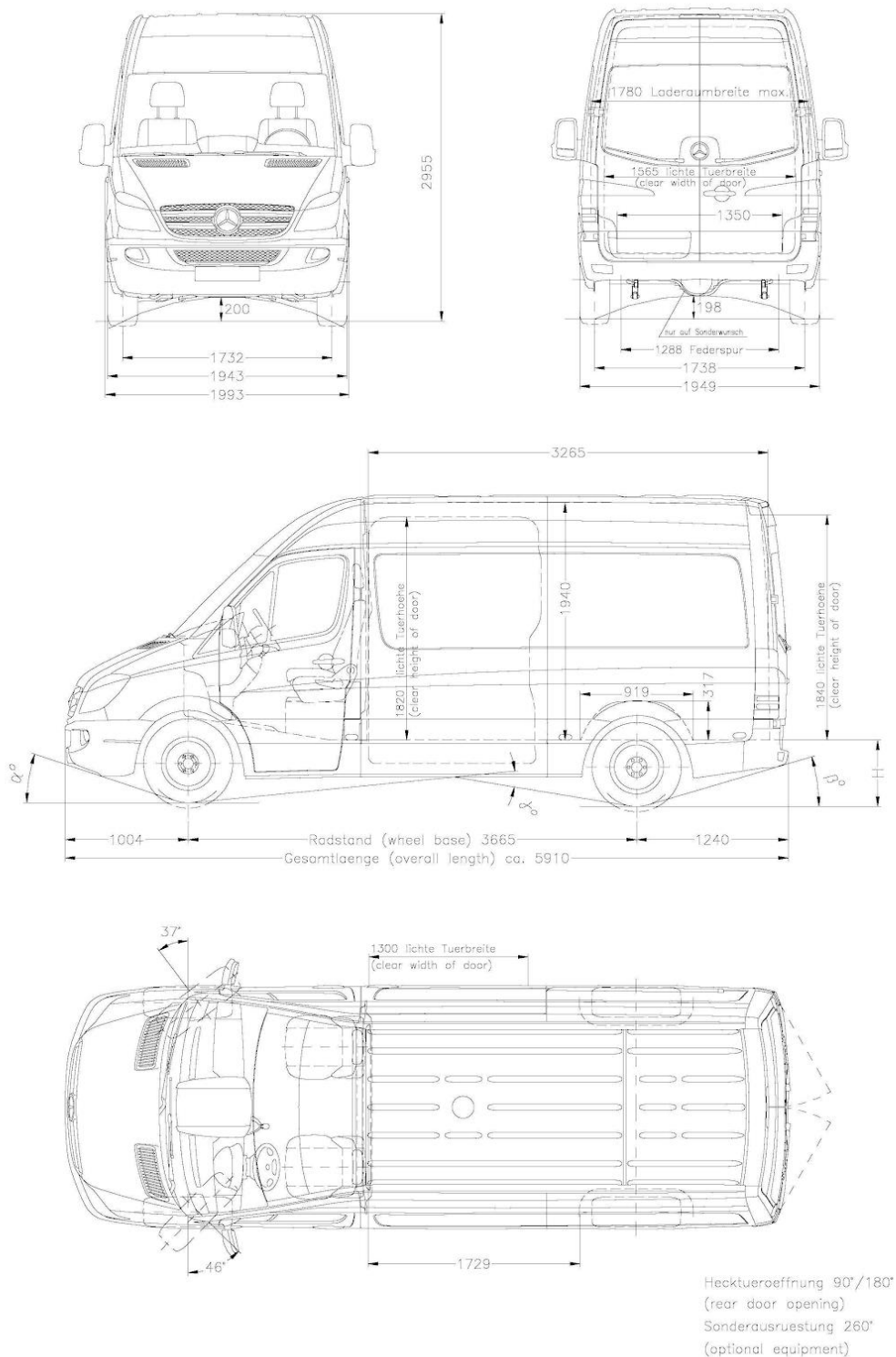
euros. El vehículo se encuentra en perfecto estado de chapa tanto interior como exterior, por lo tanto, no hará falta tratarla contra los óxidos.

El modelo elegido tiene las dimensiones que se reflejan en la tabla 1.

<b>ALTO</b>	<b>2955 mm</b>
<b>LARGO</b>	<b>5910 mm</b>
<b>ANCHO</b>	<b>1949 mm</b>

**Tabla 1. Dimensiones básicas furgoneta. Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se muestra en la figura 9 un plano de las diferentes vistas de la furgoneta encontrado en internet.



**Figura 9. Planos Mercedes Sprinter. Fuente: [www.pinterest.es](http://www.pinterest.es)**

## 7.2 MODIFICACIONES A REALIZAR

### 7.2.1 VENTANAS Y CLARABOYAS

Como ya se mencionó en el apartado anterior, se deberán instalar mínimo dos ventanas o claraboyas para que fluya una corriente de aire.

Las ventanas y claraboyas específicas para furgonetas se pueden clasificar según se pasa a enumerar.

#### Ventanas abatibles

Suelen estar fabricadas con una doble capa de cristal, por lo que tienen un buen aislamiento. Sin embargo, este tipo de ventanas son bastante caras y además al ser abatibles y exceder el perímetro de la furgoneta puede considerarse como acampada en vez de pernocta y esto puede conllevar sanciones.



**Figura 10. Ventana abatible. Fuente: [gumercamperaccesorios.com](http://gumercamperaccesorios.com)**

#### Ventanas correderas

Este tipo de ventanas solamente permite la apertura de la mitad de la ventana, debido a que los cristales se desplazan uno sobre el otro. Esto hace que no tengan un cierre tan hermético como las anteriores, pero su precio es bastante menor.



**Figura 11. Ventana corredera. Fuente: [gumercamperaccesorios.com](http://gumercamperaccesorios.com)**

### **Ventanas específicas para el modelo de furgoneta**

Otra alternativa sería poner ventanas originales del ese modelo de furgoneta. Para eso hay dos opciones, comprar la ventana original en la casa del vehículo o buscar en un desguace esa misma ventana, siendo esta segunda opción la más económica.

### **Ojos de buey**

Los ojos de buey no suelen tener apertura, sirven únicamente para tener más puntos de luz en la furgoneta. Es común la colocación de estas ventanas en las puertas traseras ya que además de permitir una mejor visión del exterior, quedan especialmente bonitas.



**Figura 12. Ojo de buey. Fuente: [gumercamperaccesorios.com](http://gumercamperaccesorios.com)**

## Claraboyas

Las claraboyas permiten la libre circulación del aire hacia el interior y exterior de la furgoneta. Existen multitud de tamaños y suelen incorporar oscurecedor y mosquitera.

Muchos modelos incorporan un ventilador que permite generar corrientes de aire más fuertes obteniendo mayor frescor en el interior de la furgoneta.

En el baño se suelen poner claraboyas de medidas 28x28 debido al reducido espacio.



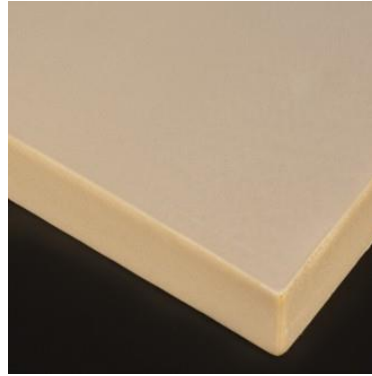
Figura 13. Claraboya. Fuente: [gumercamperaccesorios.com](http://gumercamperaccesorios.com)

## 7.2.2 AISLAMIENTO INTERNO

Hay que tener en cuenta que, para una correcta función del aislamiento, este debe estar correctamente instalado. A continuación, se presentan las diferentes alternativas de aislamiento y se analiza cual es el que mejor se adapta al diseño estudiado en este TFG.

### Poliestireno Expandido y Extruido

Son materiales rígidos, por lo tanto, es más difícil su instalación en las zonas curvas de la furgoneta. En cuanto a su precio, es bastante asequible, y es utilizado comúnmente en la construcción. Hay que destacar que no son materiales ignífugos.



**Figura 14. Poliestireno. Fuente: [www.mwmaterialsworld.com](http://www.mwmaterialsworld.com)**

### **Corcho**

Se trata también de un material rígido y es buen aislante ya que no aparecen humedades debido a que es totalmente permeable al agua. Al ser permeable el agua puede traspasar y crear óxidos. Esto hace que para instalarlo en una furgoneta sea necesario instalarlo junto a otro elemento que ejerza de barrera de vapor.



**Figura 15. Corcho. Fuente: [arquitectura-sostenible.es](http://arquitectura-sostenible.es)**

### **Lana de roca y fibra de vidrio**

Materiales flexibles, con buenas capacidades para aislar tanto térmica como acústicamente. Son porosos y, por tanto, es necesario poner una barrera de vapor entre la lana de roca / fibra de vidrio y la furgoneta. Para ello existen piezas que ya incorporan esta barrera. Sin embargo, hay que tener en cuenta que a la hora de su instalación puede provocar irritación.



**Figura 16. Lana de roca. Fuente: [www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)**

## Kaiflex

Se trata de un excelente aislante térmico y además es totalmente impermeable. Algunas de sus ventajas son su flexibilidad y facilidad de montaje ya que dispone de una cara adhesiva. Como aspecto negativo está su precio, que es más elevado que los demás.



Figura 17. Kaiflex. Fuente: [gumercamperaccesorios.com](http://gumercamperaccesorios.com)

## Espuma de poliuretano

Es un material que se utiliza en la construcción tanto para aislar como para tapar agujeros. En las furgonetas se suele usar en el relleno de las vigas. Presenta la desventaja de ser un material poroso, por lo que puede crear condensación.



Figura 18. Espuma de poliuretano. Fuente: [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com)

### 7.2.3 SUELO

Para seleccionar el tipo de madera debe cumplir los requisitos de resistencia, antihumedad y peso ligero.

Las maderas más utilizadas para instalar en el suelo de las furgonetas son el contrachapado marino, que se utiliza para exteriores y soporta muy bien la humedad, y el contrachapado fenólico que lleva un recubrimiento antihumedad incorporado, siendo más caro este último.



**Figura 19. Madera de contrachapado fenólico. Fuente: catalogo.maderasacuna.es**

Para el recubrimiento del suelo se descartó desde el primer momento la cerámica y suelos laminados debido a su elevado peso.

Como alternativa se propondría la utilización de una madera de contrachapado normal junto a un suelo vinílico. Se le puede aplicar un tratamiento antihumedad a la madera para alargar su vida.

Los suelos vinílicos son ligeros, fáciles de instalar y no muy caros. Se trata de una lámina autoadhesiva plástica por lo que también es fácil limpiarlo. Además, existen multitud de diseños entre dónde escoger el que mejor se adapte a nuestro diseño.

### 7.2.4 RASTRELADO

Para elegir el rastrelado se deberá seleccionar listones de madera que sean rígidos y soporten bien la humedad.

Se proponen listones de samba, una madera tropical que resiste los cambios de temperatura y la humedad. También presenta una gran dureza y es bastante rígida.



Por lo que se considera que este tipo de madera es la mejor elección para la construcción de todo el rastrelado.

## 7.2.5 REVESTIMIENTO

A la hora de seleccionar un revestimiento, que debe ser resistente a la humedad, las opciones más comunes, en furgones vivienda, suelen ser los tableros de madera, siendo el contrachapado el que mejores características reúne debido a su ligereza y rigidez. Sin embargo, como contra está su elevado precio.

Otra opción sería utilizar listones de madera; suelen ser de madera maciza y en la mayoría de los casos, de pino. Se baraja la instalación de esta opción en el techo, ya que concuerda con el diseño y estética del interior de la furgoneta.

Finalmente, se piensa en utilizar revestimiento de pared de PVC, el cual que aguanta muy bien la humedad y es más ligero. Como contra, se trata de un material endeble que puede hundirse. En el caso del presente TFG, al tener bastante rigidez estructural debido al rastrelado a instalar, puede descartarse este problema con el revestimiento de PVC.

## 7.2.6 BAÑO

A la hora de diseñar el baño se tendrá en cuenta el requisito de instalarlo en el interior de la furgoneta. Para ello, deberá tener una buena ubicación a fin de aprovechar el espacio en el interior de la furgoneta. En este proyecto se ubicará en alguna de las esquinas de la furgoneta, consiguiendo así optimizar el espacio.

Para realizar la estructura del baño se utilizarán listones de madera de samba, que como se explicaba en el apartado de rastrelado es la mejor madera para construir estructuras en furgonetas.

En cuanto al revestimiento del baño, este se dividirá en dos.

El revestimiento exterior, que seguirá las mismas condiciones que el revestimiento ya mencionado de las paredes del furgón. Y por otro lado está el revestimiento interno, el cual deberá ser impermeable.

Para la realización del revestimiento interno se proponen dos opciones, bien utilizar madera con buena resistencia a la humedad, y posteriormente aplicarle un tratamiento impermeabilizante, o bien usar paredes plásticas para impermeabilizar completamente el baño, consiguiendo así reducir el peso y abaratar costes.

Respecto a los elementos presentes en el baño se selecciona:

Un plato de ducha que podrá ser rectangular o curvo para dar una mayor sensación de amplitud.

Un inodoro que puede ser fijo o portátil siendo mucho más baratos los portátiles.

Una columna o barra de ducha que sintonice con el revestimiento interno elegido.

## 7.2.7 COCINA

A la hora de diseñar la cocina, lo primero es elegir su ubicación. Se plantea la posibilidad de ubicarla en un lateral de la furgoneta o detrás de la cabina, debiendo haber un elemento de ventilación cercano al horno-cocina.

En cuanto a la encimera, existen una amplia gama de materiales; encimeras de mármol, encimeras de madera maciza o encimeras laminadas. Las primeras se descartan por su elevado peso. Entre las otras dos se selecciona la que mejor se adapte al diseño.

Al seleccionar el fregadero existe la posibilidad de elegir instalar uno específico de camper o uno básico de los que se instalan en vivienda. En cuanto al precio es similar para ambos, por lo que se seleccionará el que se adapte mejor al diseño interno de la furgoneta. Se instalará un grifo que se pueda extender para tener agua fuera de la furgoneta, pero esto se detallará en profundidad en el apartado de instalación de fontanería.

A la hora de seleccionar el horno-cocina, este podrá ser eléctrico o de gas. Como se indicó con anterioridad se selecciona el de gas para evitar tener un consumo excesivo de electricidad y con ello disminuir la autonomía. A su vez existen hornos de gas fijos y portátiles teniendo los primeros un precio muy superior.

Para la nevera se encuentran multitud de opciones. Existen neveras trivalentes, de compresor fijas y de compresor portátiles. Las trivalentes se descartan por su reducida capacidad frigorífica.

Respecto a las neveras de compresor fijas y portátiles lo único que cambia entre ellas es su diseño y su precio siendo las fijas extremadamente caras.



**Figura 20. Neveras para camper. Fuente: [www.camperizaunafurgo.com](http://www.camperizaunafurgo.com)**

También existe otra solución para tener una nevera de compresor fija a un módico precio. Se trata de la sustitución del compresor de 220V de una nevera convencional por un compresor a 12V. Con esto se conseguiría una nevera de compresor fija a un precio bastante económico.

Sin embargo, si hay posibilidad en el diseño de instalar una nevera de compresor portátil debido a la apertura superior de la tapa se seleccionaría una de este tipo ya que se encuentran a buen precio en el mercado.

Finalmente se deberá crear un módulo que permita incorporar los elementos mencionados y permita almacenaje, tanto en la parte superior como inferior. Además, se debe contemplar la posibilidad de instalar un módulo en la parte trasera que incorpore fregadero y horno-cocina, separado de otro módulo cercano a la puerta para ubicar la nevera y que disponga de zona de apoyo para cocinar cómodamente.

Los materiales para realizar la estructura y paredes serán listones de samba y contrachapado. Para rematar el conjunto se deberá tratar y pintar las maderas vistas, así como instalar un revestimiento protector en la zona media para proteger de salpicaduras del fregadero y fogones.

## 7.2.8 CAMA

Para realizar el diseño de la cama hay que tener en cuenta los requisitos de diseño previamente mencionados sobre las dimensiones, ubicación de la cama y el almacenamiento interno.

Se considera para el diseño de la cama solamente la estructura que soporta el colchón. Las modificaciones que se hagan en la zona inferior de esta se explicaran en los apartados de comedor y garaje.

Para ello, de entre la multitud de diseños que existen para la zona de la cama se proponen y analizan los 3 diseños que mejor se adaptan a los requisitos y los analizamos.

El diseño de salón convertible en cama tiene gran popularidad en el mundo camper, ya que permite aprovechar el espacio de la furgoneta utilizando el salón o convirtiéndolo en cama en función de las necesidades. Esta disposición permite almacenamiento debajo de los asientos. Sin embargo, existe la incomodidad de tener que estar convirtiendo el salón en cama o viceversa prácticamente todos los días.



**Figura 21. Salón cama. Fuente: [viajandonuestravida.com](http://viajandonuestravida.com)**

Otro diseño sería la cama plegable, con el que se ahorraría mucho espacio. Consta de un sofá que puede extenderse y convertirse en una cama. Este modelo permite una conversión más rápida que el anterior, sin embargo, dispone de mucho menos almacenamiento.



**Figura 22. Cama plegable. Fuente: [www.alsondemifurgon.com](http://www.alsondemifurgon.com)**

Finalmente, el diseño que mejor se adapta a los requisitos del proyecto es la cama fija. Se trata de un diseño sencillo y práctico que no necesita realizar ninguna maniobra para tener la cama lista para dormir. Además, si se coloca a una altura adecuada permitirá una gran zona de almacenamiento en la parte inferior.



**Figura 23. Cama fija. Fuente: [becampermyfriend.com](http://becampermyfriend.com)**

Para la instalación del colchón, estos se pueden elegir de dimensiones generales, debiendo adaptar la cama al colchón o a medida, pudiendo tener un mayor control sobre el diseño de la cama.



Los materiales para utilizar en la construcción de la cama serán listones de samba para la estructura y madera de contrachapado para el soporte del colchón. Este soporte podrá tener orificios para disminuir su peso si no pierde resistencia estructural.

## 7.2.9 COMEDOR

El comedor se ubicará a continuación de la cama debido a los requisitos de diseño previamente mencionados en relación con el espacio.

A pesar de existir multitud de opciones para el diseño del comedor, el que mejor se adapta este proyecto es la disposición de dos asientos uno frente al otro. Estos estarían a continuación de la cama fija y son similares a los que se pueden observar en las siguientes imágenes.



**Figura 24. Comedor camper. Fuente: [BROWNBIRDANDCOMPANY.CO.UK/](http://BROWNBIRDANDCOMPANY.CO.UK/)**

Estos asientos deberán tener un ancho de entre 50 y 60 cm para que la persona que se sienta pueda comer o trabajar cómodamente sobre ellos. Las medidas exactas del diseño se explicarán en el apartado de solución adoptada. Se utilizará un taburete como tercer asiento en el caso de comer tres personas.

El espacio inferior de los asientos se utilizará como almacenaje. Para acceder a él, se debe levantar la tapa que sirve de base de los asientos. Se podrán instalar

bisagras para su fácil acceso o diseñar una pieza que encaje a la perfección en dicho espacio.

En el diseño de la mesa, se ha de tener en cuenta que ha de permitir trabajar sobre ella con un portátil de medidas aproximadas 25cm x 40cm, además de tener espacio para comer tres personas.

Se intentará diseñar una mesa lo más grande posible para realizar las funciones mencionadas, pero sin que esta se convierta en un obstáculo.

Se encuentran varias opciones de sujeción de la mesa:

En la Figura 24 es posible observar como la mesa se sujeta mediante patas al suelo. Esta opción es resistente, pero incomoda debido a tener que montar las patas cada vez que se desee comer.

En la Figura 25 se ve una mesa desplazable mediante rieles ubicados en la parte inferior de la cama, más concretamente en el garaje. Esta solución es la que mejor se adapta al diseño ya que permite el fácil montaje y desmontaje de la mesa, pudiendo con ello tener unas dimensiones mayores.

Para disponer de iluminación, se instala una claraboya en la parte superior que además lleva leds incorporados.



**Figura 25. Mesa desplazable. Fuente: WWW.BUZZFEED.COM**

## 7.2.10 GARAJE

La zona de garaje estará ubicada en la parte inferior de la cama conforme a los requisitos de diseño.

Su principal función es de espacio disponible para las instalaciones. Se describirá en el apartado de instalaciones las dimensiones de los equipos, pues estos se deberán adaptar al espacio disponible de aproximadamente 180cm x 100 cm.

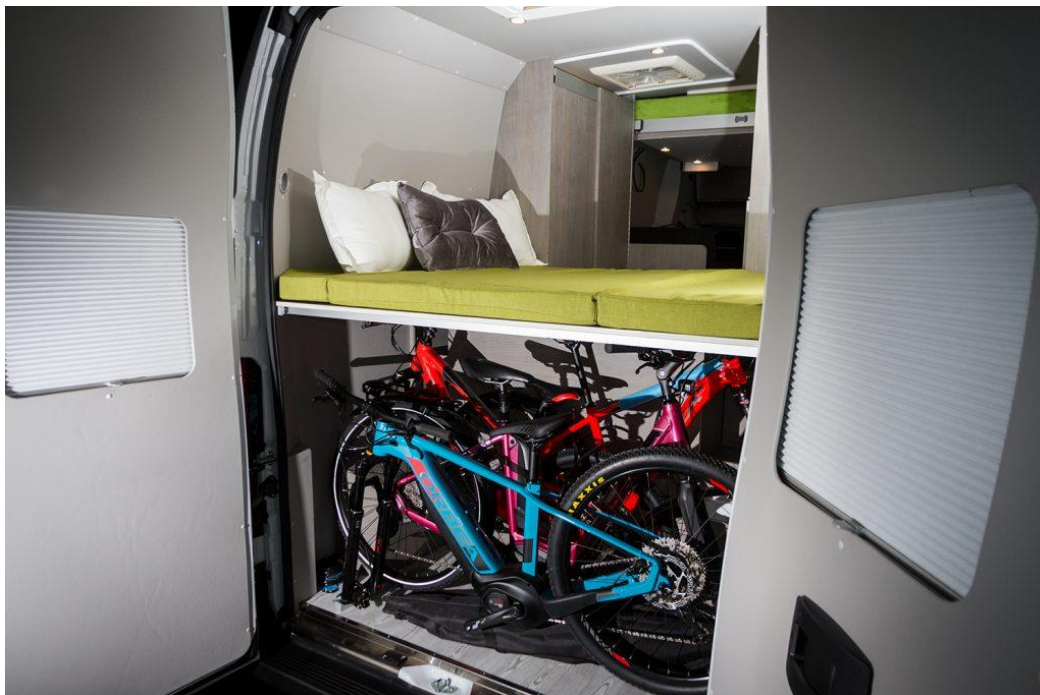
En el apartado de solución adoptada, con las medidas reales de todos los elementos del garaje se diseñarán unos compartimentos accesibles desde la zona de comedor.

Además, deberá diseñarse un soporte para bicicleta que no ocupe mucho espacio ni complique la accesibilidad al garaje. Existen gran cantidad de maneras de llevar las bicicletas en el garaje como observamos en las Figura 26 y la Figura 27.





**Figura 26. Garaje para bicicletas1. Fuente: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)**



**Figura 27. Garaje bicicletas 2. Fuente: [www.furgok.com](http://www.furgok.com)**

Sin embargo, el primer diseño, Figura 26, ocuparía un espacio excesivo debido a la colocación de las bicicletas de forma transversal a la furgoneta y el reflejado en la Figura 27 impediría el fácil acceso a los demás elementos del garaje. Por ello, se propone un diseño que ubicaría las bicicletas como el último diseño, pero estas irían sobre un soporte giratorio para facilitar el acceso al garaje. Esta propuesta se diseñará en el apartado correspondiente de soluciones adoptadas.

### 7.2.11 ALMACENAMIENTO

Se proponen dos espacios de almacenamiento. Un primer espacio ubicado encima de la zona de cama y comedor, en el que no deberán existir estantes demasiado voluminosos que puedan provocar golpes al levantarse de la cama. Este espacio hace referencia a los compartimentos situados en las esquinas del techo de dichas zonas y se propone que el compartimento que se encuentra en la zona de los pies sea mayor que el de la cabecera, incluso si no es necesario tanto almacenamiento, se podría instalar solamente el de la zona de los pies como se puede apreciar en la Figura 28.



**Figura 28. Almacenamiento camper. Fuente: [www.sincodigopostal.com](http://www.sincodigopostal.com)**

Entre la zona del comedor y la ducha ubicada detrás del conductor existe un segundo espacio disponible que se puede utilizar como almacenaje. Se deberá diseñar un armario que encaje con el ambiente y no sea demasiado grande. En Figura 28, se observa un armario que ocupa bastante espacio, causando una sensación de agobio.

Para la construcción del mobiliario se seguirán usando listones de samba para realizar la estructura y madera de contrachapado tratada para las paredes.

Finalmente, se ha de seleccionar unos cierres que impidan la apertura de los cajones y puertas cuándo se circule con la furgoneta. Existen multitud de modelos con diferentes precios, pero el más económico es el de la Figura 30.



**Figura 29. Modelo cierre 1. Fuente: [www.uro-camper.com](http://www.uro-camper.com)**



**Figura 30. Modelo cierre 2. Fuente: [www.arcashop.es](http://www.arcashop.es)**

## 7.2.12 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A la hora de diseñar la instalación eléctrica, el principal requisito es el de autosuficiencia energética. En este apartado no se calculará la instalación, sino que se analizarán los materiales a escoger. Todos los cálculos se explicarán en el apartado correspondiente de solución adoptada.

Para la generación de energía eléctrica existen varias opciones que se encargan de proporcionar la energía necesaria a la batería secundaria. Las tres formas principales de obtención de energía en una furgoneta es mediante placas solares, mediante el alternador de la furgoneta y a través de una toma exterior.

La instalación que se propone incorpora las tres formas de obtención de energía mencionadas. Por lo tanto, en esta instalación la placa solar, el alternador mediante un relé y una toma exterior son los encargados de proporcionar la energía al inversor, regulador y cargador. Este aparato, se encarga de cargar la batería secundaria, regular la carga de la placa solar y transformar la corriente alterna en continua.

Además de las luminarias, cableado e interruptores también se instalará una centralita desde la que se pueda controlar toda la instalación. A continuación se describen las diferentes alternativas de los componentes principales.

En primer lugar, hay que seleccionar una batería secundaria capaz de almacenar la energía suficiente. En el mercado existen multitud de modelos entre las que destacan cuatro tipos. Sin embargo, las baterías de litio se descartan por su elevado precio. Los demás tipos de batería a valorar son:

**Las baterías de ácido** son las más baratas, pero al producirse los ciclos de carga/descarga se emiten gases perjudiciales. Además, tampoco aguantan largos ciclos de carga/descarga.





Figura 31. Batería de ácido. Fuente: [www.amazon.es](http://www.amazon.es)

Otro tipo de son las **baterías de AGM**, con un precio medio, pero que no emiten gases y aguantan bien los ciclos de carga/descarga. Además, soportan bien los cambios de temperatura del interior del vehículo.



Figura 32. Batería de AGM. Fuente: [www.atersa.shop.com](http://www.atersa.shop.com)

**Las baterías de gel**, más caras que las anteriores pero que aguantan durante muchos años y las temperaturas altas no les afectan. También hay que destacar que estas baterías se pueden colocar tumbadas.



**Figura 33. Batería de gel. Fuente: [www.bateriasyamperios.com](http://www.bateriasyamperios.com)**

Para la carga de esta batería secundaria tenemos dos opciones. La primera es utilizar el alternador de la furgoneta, que mediante la incorporación de un relé entre la batería principal y la secundaria comenzaría a cargar la secundaria al encontrarse la furgoneta en funcionamiento. Cuando esta estuviera parada, el relé se desconectaría y solamente se consumiría energía de la batería secundaria. Existen relés no automáticos y relés automáticos como los que aparecen en la Figura 34, siendo más económicos los primeros, pero muchos más incómodos.

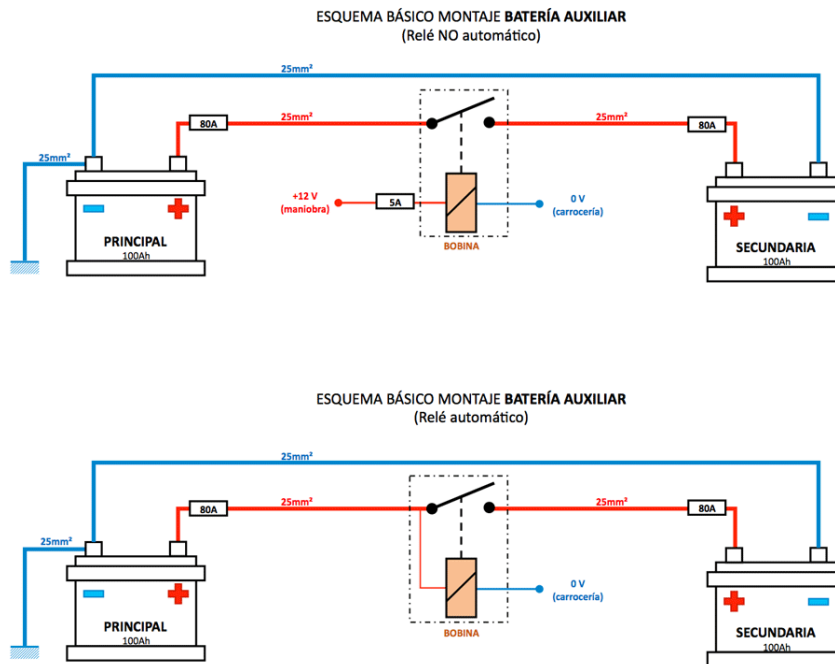


Figura 34. Esquema montaje batería. Fuente: [www.tierrasinsolitas.com](http://www.tierrasinsolitas.com)

La segunda opción para cargar la batería secundaria es mediante paneles solares, entre los que destacan dos tipos:

En primer lugar, están las **placas monocristalinas**, que desempeñan su función mejor cuando hay nubes. Son más baratas que las policristalinas.

Las **placas policristalinas** funcionan mejor cuando el sol incide directamente sobre ella y presentan un rendimiento mayor ante las altas temperaturas.

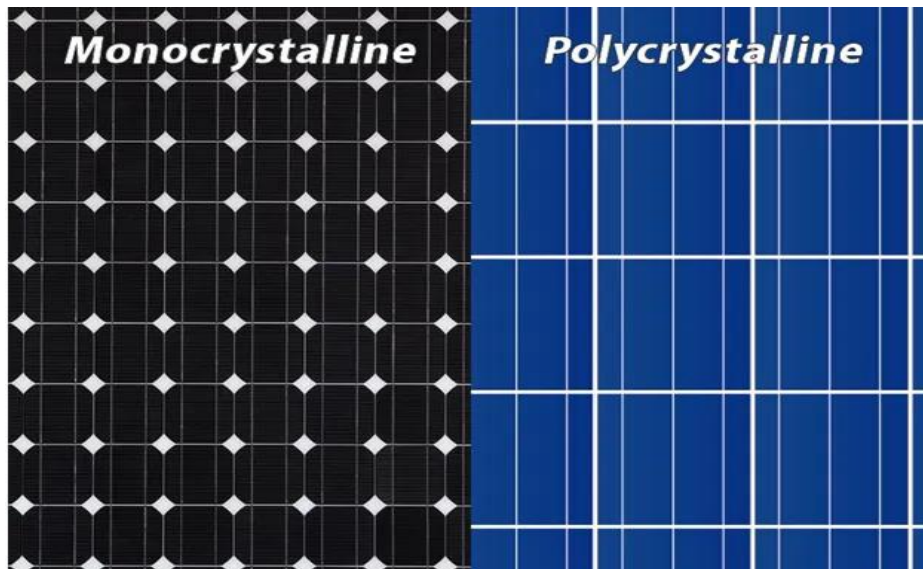


Figura 35. Comparativas placas. Fuente: bluesolar.mx

Hay que destacar que estas opciones son acumulables. Es decir, se puede cargar la batería secundaria mediante el alternador y la placa solar de manera simultánea. Utilizar solo el alternador no proporcionaría la energía necesaria, por tanto, en este proyecto se diseñará la instalación con los dos componentes.

Para transportar la energía captada por las placas a las baterías correctamente se necesita un regulador. Los dos más comunes son los reguladores PWM y los reguladores MPPT. Debido a los requisitos de diseño de utilizar componentes a 220V, también se necesitará un inversor.



Figura 36. Reguladores para furgoneta. Fuente: bluesolar.mx

Actualmente existen en el mercado componentes que realizan conjuntamente las funciones de regulador, inversor y también cargador. Por ello, se selecciona un



aparato que cumpla todas las funciones, ahorrando espacio, ganando eficiencia y reduciendo el coste.



**Figura 37. Inversor, cargador y regulador. Fuente: [www.mejorbaterias.com](http://www.mejorbaterias.com)**

También se utilizará luminaria, que deberá ser a 12v para evitar consumos innecesarios perdidos en el inversor.



**Figura 38. Foco led 12V. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)**

Uno de los requisitos de diseño, es la instalación de un panel de control para comprobar el estado de los diferentes componentes de la furgoneta. Analizando el mercado, se selecciona una centralita. Las centralitas, a pesar de tener un coste

elevado, al analizar por separado los diferentes elementos que incorpora el precio es superior.



Figura 39. Centralita. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)

### 7.2.13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Respecto a la instalación de fontanería, el principal objetivo es disponer de suficiente agua como para abastecerse durante cinco días. Para ello, se debe instalar un depósito de aguas limpias de más de 100 litros y un depósito de aguas sucias de igual o menor volumen, ya que este si podrá ser vaciado con mayor facilidad.

Existen depósitos a medida, que aprovechan los recovecos de la carrocería y se adaptan a cada modelo de furgoneta. Estos depósitos son bastante más caros que los universales. Los depósitos universales además de tener un precio muy competitivo existen amplia variedad de tamaños.



Figura 40. Depósito a medida. Fuente: [www.todocampers.com](http://www.todocampers.com)



Figura 41. Depósito universal. Fuente: [www.mitortuga.es](http://www.mitortuga.es)

Para suministrar el agua desde el depósito de aguas limpias hacia la ducha y el fregadero de la cocina se deberá instalar una bomba. Existen distintos tipos de bombas, entre los que se destacan los siguientes:

Las **bombas sumergibles** se instalan en el interior del depósito y para su accionamiento acostumbran a llevar un grifo con un microrruptor. Se suelen instalar en instalaciones pequeñas de agua fría. Son bastante económicas.



**Figura 42. Bomba sumergible. Fuente: [www.gummercamperaccesorios.com](http://www.gummercamperaccesorios.com)**

Las **bombas aéreas** son similares a las sumergibles, pero se instalan en el exterior del depósito. Requiere una válvula antirretorno en la aspiración de la bomba.



**Figura 43. Bomba aérea. Fuente: [www.roulot.es](http://www.roulot.es)**

Las **bombas de presión**, a pesar de ser más caras, son las más potentes y dan una buena presión de trabajo. Llevan incorporado un presostato y requieren de la instalación de una válvula antirretorno en la aspiración para que no se descebe.



**Figura 44. Bomba de presión. Fuente: [www.gummercamperaccesorios.com](http://www.gummercamperaccesorios.com)**

También es recomendable instalar un vaso de expansión para mantener constante la presión del circuito.



**Figura 45. Vaso de expansión. Fuente: [www.uro-camper.com](http://www.uro-camper.com)**

Otro requisito de diseño es la instalación de agua caliente. Como será de gas, se explicará en el siguiente apartado.

Existe una alternativa interesante para obtener agua caliente. Esta idea es económica, sin combustibles y aprovecha el calor que genera el motor transfiriéndolo al agua de suministro mediante un intercambiador de placas. No requiere instalación de gas y es bastante seguro. Como contra, existe la necesidad de arrancar el motor cada vez que se necesite agua caliente. Se muestra el esquema de funcionamiento, pero, a pesar de ser buena opción se descarta debido a que para este TFG ya se ha comentado que se optará por la instalación de gas con un calentador que apenas consume electricidad.



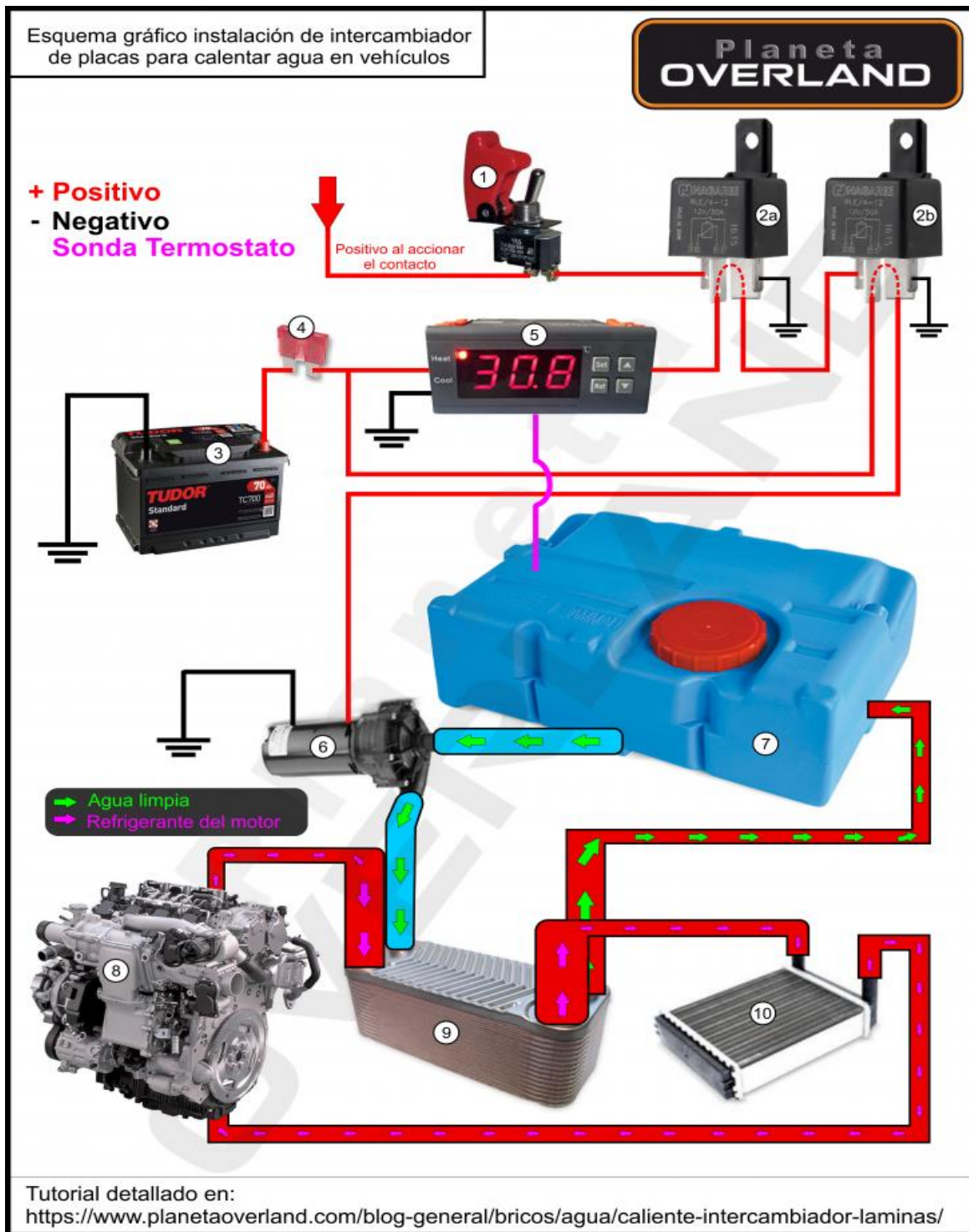


Figura 46. Esquema instalación alternativa. Fuente: [www.planetaoverland.com](http://www.planetaoverland.com)

Además, para el suministro de agua en el baño y la cocina se instalarán dos grifos. Para esta instalación se pueden usar grifos específicos para camper o los

convencionales de casa. La elección será en función del diseño del baño y cocina, intentando ejecutar un diseño moderno e incorporando un grifo que sea extensible para llegar al exterior de la furgoneta.



**Figura 47. Grifo extensible. Fuente: [www.masquecamper.com](http://www.masquecamper.com)**

## 7.2.14 INSTALACIÓN DE GAS

Para realizar la instalación de gas, lo primero que se tendrá en cuenta es de dónde provendrá el suministro. Para ello, se ha instalar al menos una bombona de gas. En función de la instalación se pueden plantear tres alternativas conforme a la normativa.

En el primer caso el acceso al alojamiento de las botellas será desde el exterior. Para este tipo de instalación no existe límite en el número de bombonas, pero requiere que el mueble sea estanco, que las bombonas se coloquen en posición vertical con la válvula hacia arriba y que estén sujetas mediante dos cierres manuales. No deben existir elementos que obstaculicen el acceso y manipulación de la instalación y es obligatorio un respiradero de más de  $10.0 \text{ mm}^2$ .



**Figura 48. Caso 1 instalación de gas. Fuente: autocaravanashidalgo.com**

La segunda opción cuenta con acceso desde el interior y la capacidad máxima entre una o dos bombonas son 16kg. El mueble ha de ser completamente estanco y la puerta ha de quedar 50mm por encima del suelo del alojamiento. Al igual que en el caso anterior, requiere que las bombonas se coloquen en posición vertical con la válvula hacia arriba y que estén sujetas mediante dos cierres manuales. No deben existir elementos que obstaculicen el acceso y manipulación de la instalación y es obligatorio un respiradero de más de  $10.0 \text{ mm}^2$ .



**Figura 49. Caso 2 instalación de gas. Fuente: www.homologatucamper.com**



La última forma consiste en la instalación con acceso desde el interior y con una capacidad máxima de una o dos bombonas de hasta 7 kg en total. El mueble ha de ser completamente estanco, la puerta ha de quedar 50mm por encima del suelo del alojamiento. Las bombonas se deberán colocar en posición vertical con la válvula hacia arriba y tendrán que estar sujetas mediante un dispositivo de fijación manual. No deben existir elementos que obstaculicen el acceso ni la manipulación de la instalación, tampoco debe haber elementos eléctricos en el interior y es obligatorio un respiradero de más de 20 mm de diámetro.



Figura 50. Caso 3 instalación de gas. Fuente: [www.furgovw.org](http://www.furgovw.org)

Finalmente, los electrodomésticos a gas que se instalaran deben llevar un marcado CE. El calentador de agua que se instale deberá ser tipo estanco, entre los que se destacan dos modelos.

El **boiler de gas** es un calentador que no consume mucha electricidad, su instalación es sencilla y tiene un precio medio alto.



Figura 51. Boiler de gas. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)

Por otro lado, están los **calentadores verticales a gas**, que necesitan una salida de gases al exterior de la furgoneta. Este tipo de calentadores no necesita electricidad, sino que lleva incorporado una pila que se encarga de encender la llama. Son mucho más económicos y tienen un consumo bajo de gas.



Figura 52. Calentador vertical. Fuente: [www.becampermyfriend.com](http://www.becampermyfriend.com)

## 7.2.15 MODIFICACIONES OVERLANDER

Teniendo en cuenta los requisitos de diseño correspondientes a este apartado, se deberán seleccionar los componentes que se instalarán en la furgoneta. A continuación, se exponen los diferentes elementos estudiados para dotar a la furgoneta de unas mejores características todoterreno.

Una baca de gran tamaño para poder instalar en ella placas solares si la instalación lo requiere y que sobre espacio para llevar equipamiento deportivo y almacenaje. Además, se estudiará instalar una luz exterior en un lateral y focos de trabajo estilo 4x4 en la parte delantera de la baca.

Un paragolpes delantero que refuerce la protección del motor y consiga otorgar a la furgoneta un aspecto todoterreno. Se deberá comprobar la viabilidad de instalarle focos led en el paragolpes.

Un soporte trasero de rueda para facilitar su acceso y ganar espacio en los bajos del vehículo. Además, debe llevar incorporado una escalera para acceder a la baca.

Un snorkel para conseguir que llegue un aire más limpio al motor cuando la furgoneta ruede por lugares con mucho polvo.

Una suspensión que produzca mayor confort en la conducción y se adapte mejor a cualquier tipo de terreno.

Cuatro separadores que aumenten el ancho de vía del vehículo para proporcionarle mayor estabilidad.

Unos aletines que aumenten el ancho de la carrocería del vehículo por el aumento del ancho de vía.

Cinco neumáticos incluyendo el de repuesto con los que se puedan circular por carretera pero que demuestren destreza en terrenos con dificultades. Para elegir el tamaño de los neumáticos, se elegirá el de mayor medida posible que no requiera ensayo de frenada debido al alto costo que tiene. Para ello se hace uso de una calculadora online.

### Calculadora de equivalencias neumáticos

<p><b>Neumático de origen</b></p> <p>Anchura Neumático <input type="text" value="205"/> <small>Por ejemplo: 295</small></p> <p>Sección <input type="text" value="75"/> <small>Por ejemplo: 70</small></p> <p>Diámetro llanta <input type="text" value="16"/> <small>Por ejemplo: 22.5</small></p> <p>Diámetro del neumático (mm) 713.9</p>	<p><b>Neumático a instalar</b></p> <p>Anchura Neumático <input type="text" value="245"/> <small>Por ejemplo: 285</small></p> <p>Sección <input type="text" value="75"/> <small>Por ejemplo: 75</small></p> <p>Diámetro llanta <input type="text" value="16"/> <small>Por ejemplo: 19.5</small></p> <p>Diámetro del neumático (mm) 773.9</p>
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Limpiar"/>
Diferencia de diámetro	-8.4 %
<div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: inline-block;">Es necesario un informe de conformidad</div>	

**Figura 53. Calculadora de neumáticos. Fuente: [www.ltrglobal.com](http://www.ltrglobal.com)**

## 8. SOLUCIÓN ADOPTADA

### 8.1 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ORIGINAL

Como se comentó en el análisis de soluciones, el vehículo elegido para este proyecto se trata de una furgoneta Mercedes-Benz Sprinter modelo 315 4x4 de tamaño L2-H2 del año 2016, cuyo precio es de 14.000 euros. El vehículo se encuentra en perfecto estado de chapa tanto interior como exterior, por lo tanto, no hará falta tratarla contra los óxidos.



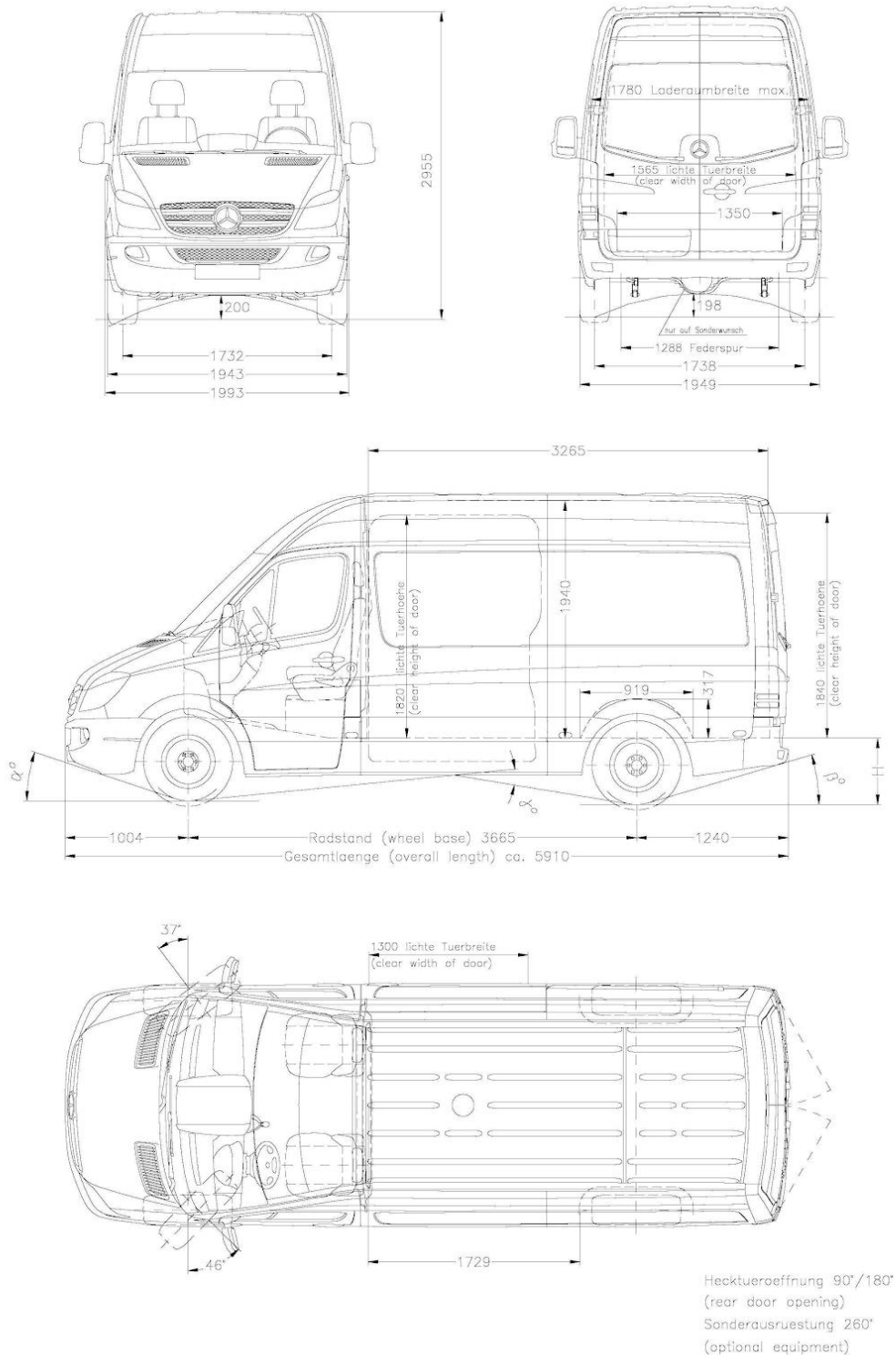
**Figura 54. Furgoneta elegida. Fuente: [www.heavycherry.com](http://www.heavycherry.com)**

A continuación, se describen las diferentes reformas que se le realizarán tanto en el exterior como el interior del furgón. A partir de la Figura 55, dónde se muestra una imagen encontrada en internet con dimensiones similares del mismo modelo de furgoneta, se realizan los planos en AutoCAD de las diferentes vistas. Se detallará mediante planos las distintas modificaciones que se realizarán.

Debido a que el proyecto se realizará en España, todas las reformas deberán estar reflejadas en un proyecto técnico que se presenta en la ITV junto con un informe de conformidad y un certificado de taller.

Para facilitar la comprensión de la normativa relativa a la tramitación de reformas de vehículos se recoge toda la información necesaria en el ANEXO II MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO.





**Figura 55. Planos Mercedes Sprinter. Fuente: [www.pinterest.es](http://www.pinterest.es)**

## 8.2 VENTANAS Y CLARABOYAS

Una vez seleccionado el modelo de furgoneta, se procederá a la instalación de las ventanas y claraboyas. Se debe hacer lo primero para no desperdiciar material de aislamiento, ya que en estas zonas se realizarán aperturas.

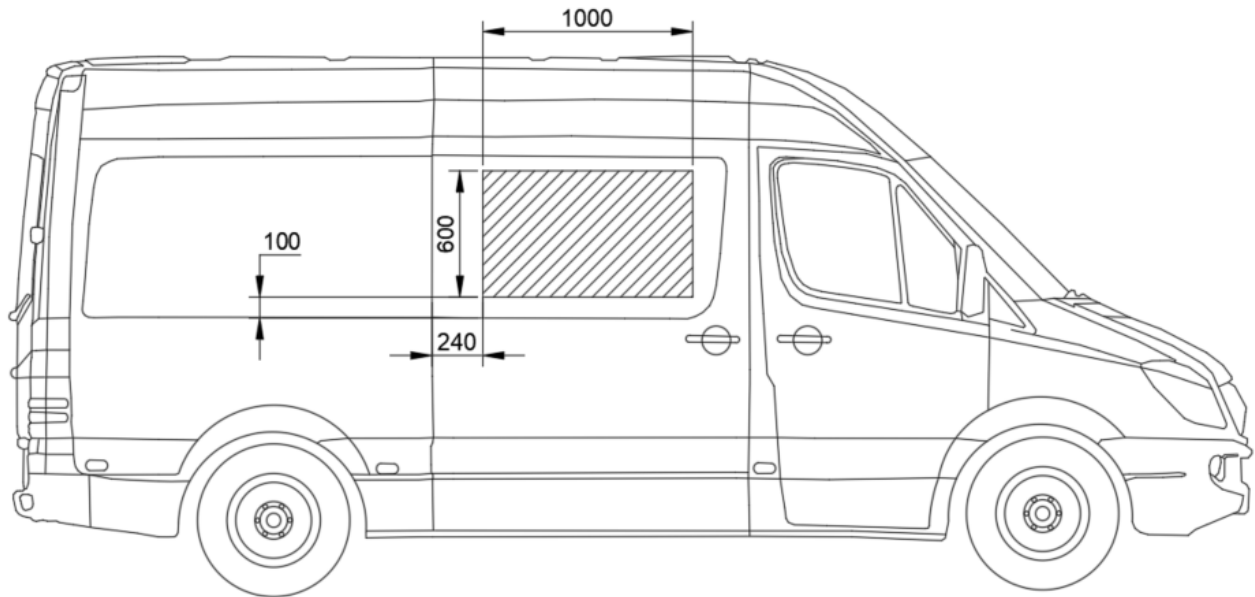
Para garantizar unos mínimos de ventilación e iluminación se instalarán dos claraboyas; una de ellas modelo fiamma vent f 28 cristal de 280 mm x 280 mm y otra claraboya modelo Skymaxx LX Plus de 500 mm x 700 mm. Además se instalarán tres ventanas; una ventana específica original para Mercedes Sprinter procedente del desguace con unas dimensiones de 600 mm x 1000 mm y dos ojos de buey modelo Reimo 295 de 295 mm de diámetro. Todas las ventanas y claraboyas requieren la realización de cortes en la chapa, por lo tanto, se realizará los planos en dónde se muestre la ubicación y dimensiones de los cortes a realizar. La normativa estipula que no se puede cortar ningún nervio estructural.

Se instalará una ventana en la puerta corredera del lado derecho de la furgoneta. Se trata de una ventana específica para Mercedes Sprinter procedente del desguace de una ambulancia. Una vez hayan sido eliminadas las pegatinas, la ventana se montará en el mismo lugar que estaba ubicada en la ambulancia.



Figura 56. Furgoneta con ventana específica. Fuente: [www.diariodegrancanaria.com](http://www.diariodegrancanaria.com)

Para la instalación se deberá realizar un corte en la chapa de 600 mm x 1000 mm con una caladora, limar el corte y aplicar un tratamiento antioxidante.



**Figura 57. Corte ventana lateral. Fuente: Elaboración propia**

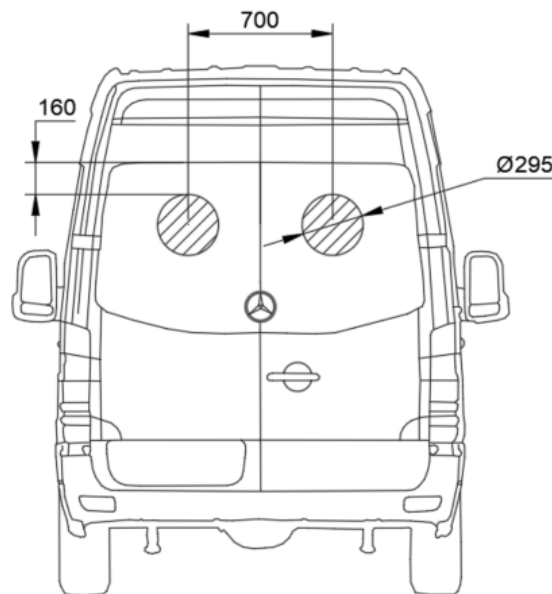
En la parte trasera de la furgoneta se colocarán dos ventanas de ojos de buey modelo Reimo 295, de 295 mm de diámetro, uno en cada puerta debidamente centrados. Se trata de una ventana rígida que no se abre, pero permite tener una visión de la zona trasera de la furgoneta, así como aportar iluminación a la zona de la cama.



**Figura 58. Ventanas ojo de buey. Fuente: [www.becampermyfriend.com](http://www.becampermyfriend.com)**



Para la instalación se deberá realizar un corte circular en la chapa de 295 mm de diámetro con una caladora, limar el corte y aplicar un tratamiento antioxidante. Para la sujeción de la ventana se deberán colocar las juntas y el vidrio acrílico, además de instalar un marco interior fabricado con madera de samba que consiga un grosor de pared superior a 40 mm.



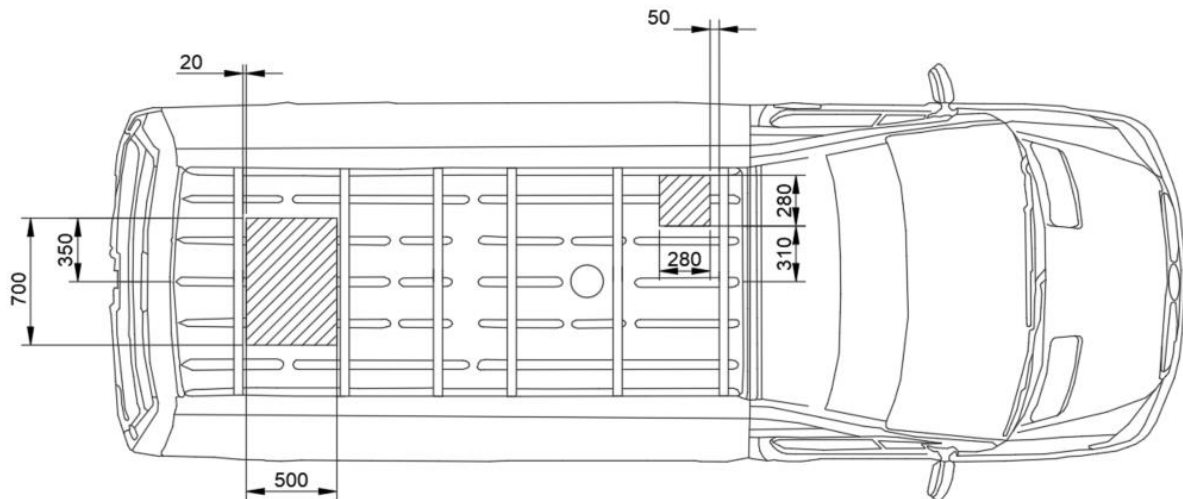
**Figura 59 Corte ventanas traseras. Fuente: Elaboración propia**

En la zona del baño se instalará una claraboya fiamma vent f 28 cristal 280 mm x 280 mm que integra mosquitera. Está fabricada con materiales de alta calidad, antigolpes y preparados contra los rayos UV. Es estanca al agua gracias a su cúpula exterior aerodinámica y al ser transparente permite iluminación en el cuarto de baño durante el día.



**Figura 60. Claraboya pequeña. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)**

Para la instalación se deberá realizar en la chapa un corte cuadrado de 280 mm x 280 mm con una caladora, limar el corte y aplicar un tratamiento antioxidante. Para la sujeción de la ventana se deberá colocar Sika Flex en las zonas de contacto entre ventana y chapa, además de instalar un marco interior fabricado con madera de samba que consiga un grosor de pared superior a 40mm.



**Figura 61 Corte claraboyas. Fuente: Elaboración propia**

Finalmente, en el techo de la zona de comedor se instalará una claraboya Skymaxx LX Plus de 500 mm x 700 mm con led incorporados. Esta claraboya, debido a su gran tamaño proporciona luz y una buena ventilación. Incluye mosquitera y oscurecedor además de rejillas de ventilación obturables.



**Figura 62. Claraboya grande. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)**

Para la instalación se deberá realizar un corte rectangular en la chapa de 500 mm x 700 mm con una caladora, limar el corte y aplicar un tratamiento antioxidante. Para la sujeción de la ventana se deberá colocar Sika Flex en las zonas de contacto entre ventana y chapa, además de instalar un marco interior fabricado con madera de samba que consiga un grosor de pared superior a 40mm.

Es importante tener en cuenta la disposición de las claraboyas para que no interfieran con la baca. Sin embargo, gracias al modelo de baca elegido, es posible desmontar las barras transversales que se encuentren sobre el ángulo de movimiento de las claraboyas, evitando así cualquier problema de montaje.

### **8.3 AISLAMIENTO INTERNO**

Para la instalación del aislamiento de la furgoneta, el material que se ha seleccionado ha sido el kaiflex. Se trata de una espuma elastomérica a base de caucho sintético con estructura de celda cerrada. Aguanta bien el fuego y no es conductor de temperatura.

Se selecciona un rollo de 30 metros cuadrados de 10 mm de espesor, suficiente para aislar las paredes, techo y suelo de la furgoneta.



**Figura 63. Kaiflex. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)**

En la siguiente tabla se muestran las conductividades térmicas del kaiflex en función de la temperatura.

Temperatura °C	Conductividad (W/m-K)
-20	0,034
0	0,036
+20	0,038
+40	0,040

Como ya se ha comentado anteriormente, debido a que la chapa de la furgoneta se encuentra en perfectas condiciones, no hará falta aplicar ningún tratamiento antioxidante.

Para la instalación del aislamiento en la furgoneta se deberán seguir las siguientes recomendaciones.

En los huecos más inaccesibles de la chapa se aplicará cera para ayudar a que el agua drene hacia el suelo.

Las superficies dónde se ubicará el kaiflex deberán estar perfectamente limpias. A continuación, se cortarán trozos a medida del aislante y se pegarán en la chapa.

Los nervios también se aislarán con kaiflex de 10 mm, y para las uniones de los paños se utilizará una cinta elastomérica del mismo material de 3 mm de espesor.



**Figura 64. Cinta Kaiflex. Fuente: [www.gumercamperaccesorios.com](http://www.gumercamperaccesorios.com)**

## 8.4 SUELO

Una vez finalizado el proceso de aislamiento se procede a la instalación del suelo. Se selecciona madera de contrachapado de 20 milímetros de espesor como la que aparece en la Figura 65.



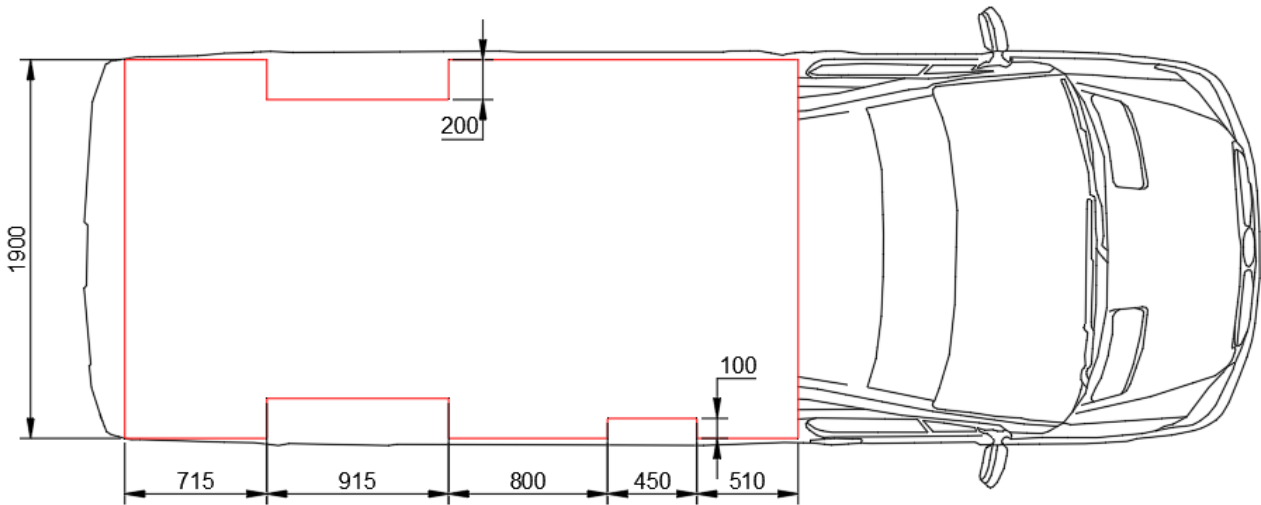
**Figura 65. Madera de contrachapado. Fuente: [www. www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)**

El primer paso que debe realizarse es el tratamiento de la madera. Hay que lijarla con una lija de grano fino para abrirle los poros. A continuación, se le añade un tapaporos a la madera como el de la Figura 66 para que deje la superficie lisa para poder pegar después el suelo vinílico correctamente.



Figura 66. Tapaporos. Fuente: [www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)

A continuación, se deberá realizar el corte de la madera con una sierra de calar con hoja para madera. Las dimensiones del suelo se trasladarán al contrachapado para proceder al corte.



**Figura 67. Medidas suelo. Fuente: Elaboración propia.**

Una vez cortadas las maderas y situadas en el interior de la furgoneta se deberán fijar al suelo. Para ello se utilizan remaches, que no deberán sobresalir de la superficie ya que sobre ella se colocará suelo vinílico marca Tarkett, modelo Oak White.

Para el vinilo se utilizan las mismas dimensiones de corte que para el contrachapado.





**Figura 68. Suelo vinílico. Fuente: [www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)**

El último paso consiste en pegar el vinilo al suelo de contrachapado, siguiendo las indicaciones del fabricante.

## **8.5 RASTRELADO**

Para el rastrelado se utilizarán listones de madera de samba con perfiles de 30 cm x 20 cm y 40 cm x 10 cm. El largo irá en función de las distancias entre nervios y la disposición de los muebles.

Para esta instalación se utilizarán escuadras de 20 mm, que unirán los rastreles a la chapa o a otros listones. Para atornillar los listones se utilizarán tornillos de madera y, para atornillar los nervios, tornillos rosca chapa de entre 10 mm y 20 mm de longitud. Los tornillos que van directos a los nervios se taparan posteriormente con cinta de kaiflex.

Para tener una mejor idea de cómo es la disposición del rastrelado, se muestra la Figura 69 con un posible rastrelado lateral. En este proyecto se instalará rastrelado, tanto vertical como horizontalmente a través de aproximadamente 30 metros cuadrados de superficie. Deberá tener la consistencia suficiente para poder soportar los muebles ante movimientos bruscos de la furgoneta.





**Figura 69. Ejemplo de colocación rastrelado. Fuente: furgonetaypunto.wordpress.com**

## 8.6 REVESTIMIENTO

Es importante recalcar que la instalación del revestimiento se realizará en las zonas dónde no se colocará ningún tipo de mobiliario.

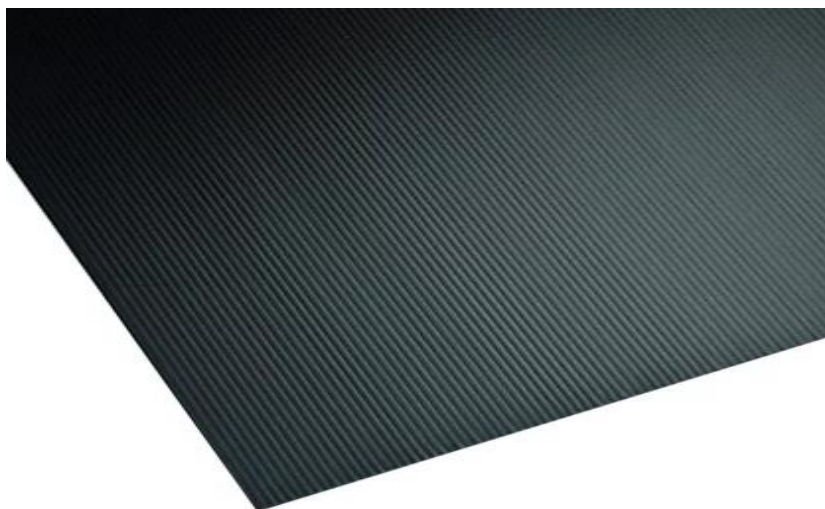
Como ya se mencionó en los requisitos de diseño, el revestimiento se divide en dos módulos, el primero para la zona media de los laterales y las puertas traseras y el segundo para el techo.

Para la zona media de los laterales y puertas traseras se utilizará un friso de PVC modelo acrylshop24, imitación madera pintada de blanco. La disposición será horizontal y se atornillará al rastrelado mediante tornillos de madera, que se cubrirán con un friso machihembrado.



**Figura 70. Revestimiento. Fuente: [www.mecafi.eu](http://www.mecafi.eu)**

Para el techo, se instalará una placa de polipropileno de color negro modelo estriado de entre 2 y 4 mm de espesor atornillada al rastrelado o a los propios nervios. Esta capa servirá como base para los listones que se colocarán a continuación.



**Figura 71. Placa polipropileno. Fuente: [://www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)**

Una vez instalada la placa de polipropileno se instalarán listones de madera, equidistantes a lo largo de todo el techo de la furgoneta.

Se utilizarán listones de samba de 40 mm x 10 mm. Con esto se pretende conseguir un diseño moderno y una sensación de amplitud en la furgoneta. La Figura 72 muestra un diseño similar a lo que se pretende conseguir.

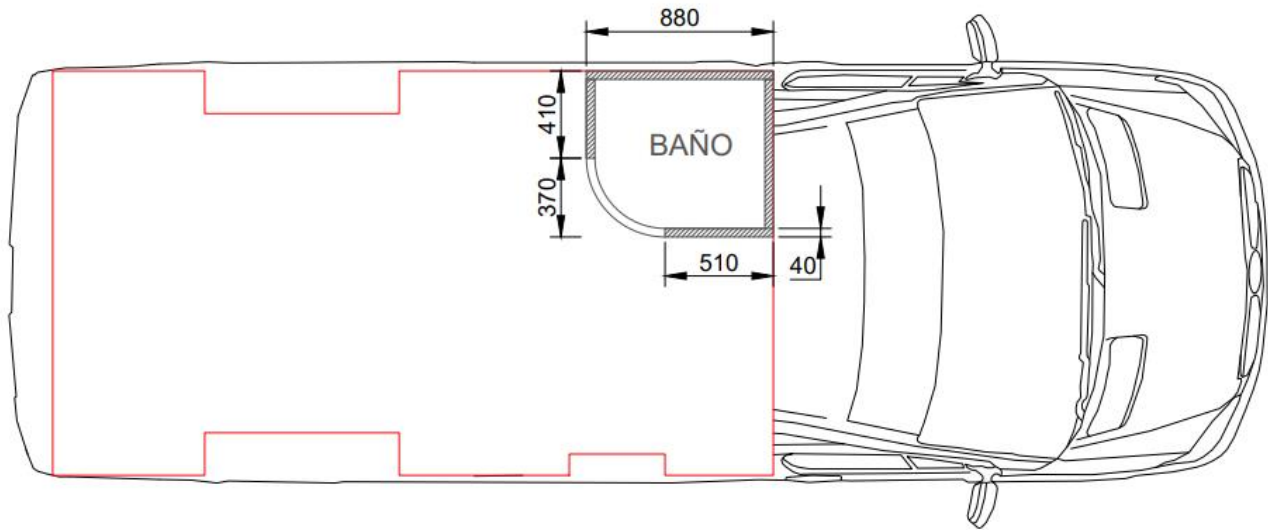


**Figura 72. Ejemplo techo camper. Fuente: [www.lavozdelmuro.net](http://www.lavozdelmuro.net)**

## 8.7 BAÑO

Para el diseño del baño, y sirviendo como referencia para los demás apartados, se realizará en primer lugar una descripción de los módulos a instalar. Mediante un plano de planta de cada módulo se mostrará su ubicación en el interior de la furgoneta. Seguidamente se indicará mediante una tabla, la lista de los materiales y elementos a instalar y, para finalizar, mediante el software Sketchup se realizará un despiece y diseño 3D de cada módulo.

El baño se situará en la esquina delantera tras el conductor. Todas las paredes tendrán un espesor de 4 cm, que incluyen la estructura y el revestimiento tanto interior como exterior. Se trata de un baño que incluye en su interior un plato de ducha, un conjunto de ducha y un inodoro portátil.

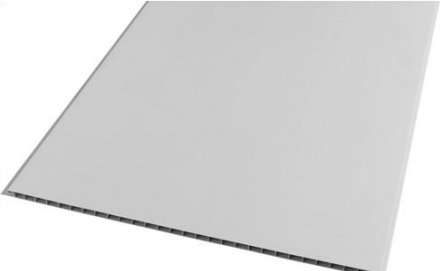





**Figura 73. Medidas baño. Fuente: Elaboración propia**

Los elementos necesarios para la construcción del baño son los siguientes:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
PLATO DE DUCHA		Plato de ducha curvo y plano con unas medidas de 70 cm x 80 cm.

<p>WC PORTÁTIL THETFORD PORTA POTTI 165</p>		<p>Inodoro químico con unas medidas de 414 mm de alto x 383 mm de ancho x 427 mm de profundidad. Su peso son 3,9 kg.</p>
<p>CONJUNTO DE DUCHA</p>		<p>Incluye un rociador negro mate redondo de 25 centímetros de diámetro, una barra ajustable, y una alcachofa con manguera certificada ACS.</p>
<p>MAMPARA DE LA DUCHA</p>		<p>Mampara semicircular fabricada a medida con un alto de 1,9 m.</p>
<p>LISTONES DE MADERA DE SAMBA</p>		<p>Listones con un perfil de 30 mm x 30 mm</p>

<p>REVESTIMIENTO INTERNO DE PVC</p>		<p>Dispone de una buena absorción acústica y es resistente a la humedad, pudiendo colocarlo en el baño o aseo</p>
<p>SELLADOR DE BAÑO</p>		<p>Silicona acética ideal para el sellado de juntas en cocinas y baños. Es 100% impermeable y tiene un rendimiento de 1,53 m<sup>2</sup>/l.</p>
<p>REVESTIMIENTO EXTERIOR DE PVC</p>		<p>Friso de PVC imitación madera blanca con un tamaño de la unidad de 70 cm x 65 cm.</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles</p>



<p>CALENTADOR DE AGUA A GAS 12V</p>		<p>Calienta el agua de 30° a 55° C con auto encendido y unas dimensiones de 25 cm x 30 cm x 35 cm. Tiene un peso de 11Kg.</p>
-------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 2. Materiales baño. Fuente: Elaboración propia**

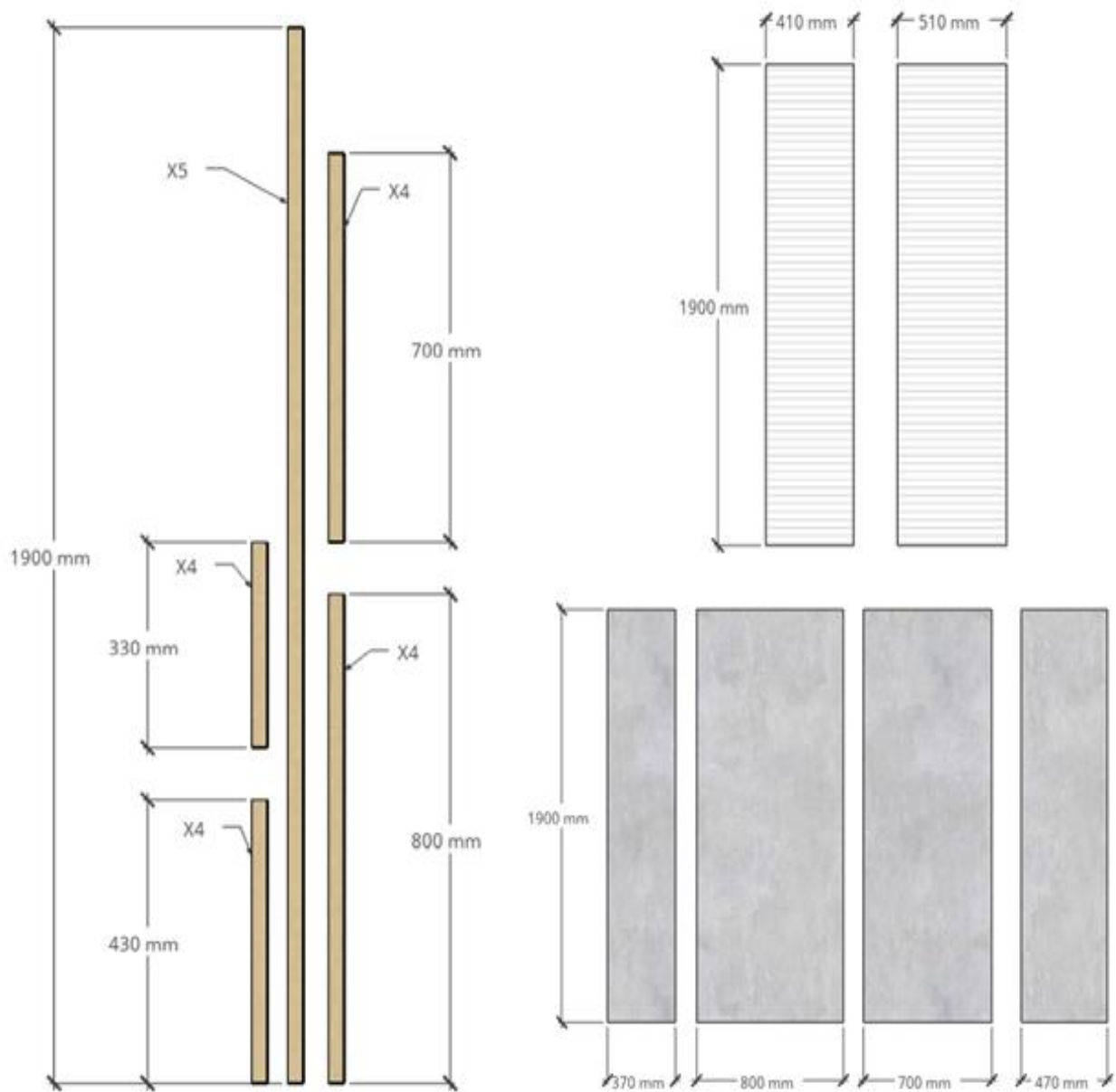
En primer lugar, se colocará el plato de ducha fijándolo al suelo.

Para la realización de las paredes de la ducha, se utilizarán listones de madera de samba para formar la estructura. A continuación, se le añadirá por la parte interior un revestimiento de PVC. Para que el baño resista a las humedades, se deberá aplicar silicona en todas las juntas, de manera que todo el baño sea hermético. En el techo del baño, se instalará una claraboya, y también se recubrirá con el mismo material.

Una vez terminadas las instalaciones, se recubrirá el exterior del baño con el mismo material que se utilizó en el apartado de revestimiento para las paredes y las puertas traseras. Y finalmente, se instalará la mampara a medida que formará la puerta de acceso al baño.

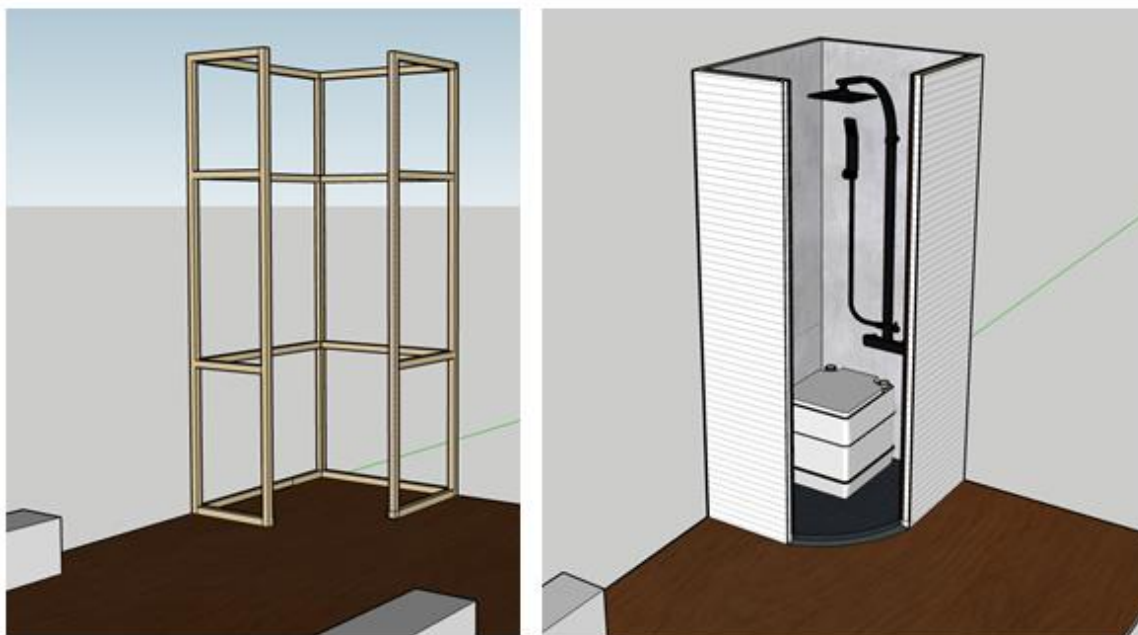
A continuación, se muestran los diferentes elementos que forman las paredes del baño de la furgoneta, a la izquierda los listones que formaran la estructura y a la derecha en la parte superior se encuentra el revestimiento externo y en la inferior el revestimiento interno.





**Figura 74. Despiece elementos del baño. Fuente: Elaboración propia.**

En las Figura 75 se puede apreciar a la izquierda la estructura de las paredes hecha con listones y a la izquierda una vista de la ducha terminada.



**Figura 75. Estructura y diseño del baño. Fuente: Elaboración propia**

## 8.8 COCINA

El módulo de la cocina se dividirá en 3 partes, la primera ubicada en la parte delantera, justo al lado del baño y tras los asientos, donde se instalará el fregadero, el horno y almacenamiento.

La segunda, situada en la zona superior, estará destinada exclusivamente a almacenamiento.

Y la tercera, también en la zona inferior, pero se situará en el lateral de la furgoneta, concretamente en la entrada lateral, donde se instalará la nevera. Se dejará espacio suficiente entre la primera y tercera zona de la cocina para acceder a la furgoneta.

El grosor de las maderas es 20 mm y la altura de los muebles inferiores es 90 cm.

En el Plano N.º 6 se refleja la distribución de espacios y mobiliario de la cocina.

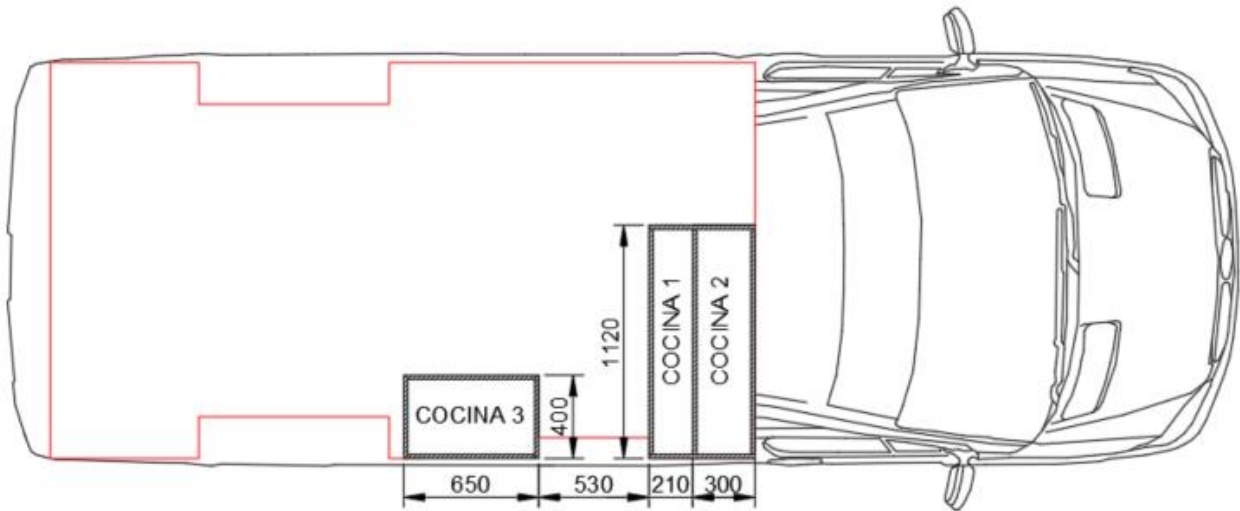


Figura 76. Disposición módulos cocina. Fuente. Elaboración propia

Los elementos necesarios para la construcción de la cocina son los siguientes:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
COCINA A GAS CON HORNO CAMP4		Cocina y horno en un solo dispositivo con unas dimensiones de 54 cm x 30 cm x 46 cm, que tiene un peso de 16 kg
NEVERA MOBICOOL MRF40		Nevera portátil que ajusta la temperatura entre + 10° y - 10° C. Tiene unas medidas de 58.4 cm de largo, 36.5 cm de ancho y 44.6 cm de alto. Su peso son 12 Kg.

<p>FREGADERO SOBRE ENCIMERA</p>		<p>Tiene forma rectangular con repisa y agujero para grifería, acabado blanco brillo, para colocación sobre encimera. Sus medidas son 48 cm x 38 cm x 11,2 cm.</p>
<p>GRIFO MONOMANDO DE COCINA</p>		<p>Grifo extensible con flexo de 1,2 m de largo. Diseño elegante de imitación de granito. Tiene unas medidas de 55 mm x 172 mm x 248 mm.</p>
<p>TABLERO DE CONTRACHAPADO FENÓLICO</p>		<p>Tablero de contrachapado fenólico abedul de 125 cm x 250 cm x 2 cm. Ideal para uso en ambientes húmedos interiores</p>
<p>ENCIMERA LAMINADA HIDRÓFUGA</p>		<p>Encimera de cocina laminada hidrófuga fabricada en aglomerado con certificación PEFC con un acabado aspecto madera color mate. Sus medidas son 63 cm x 360 cm x 3,8 cm. Corte a medida.</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles.</p>

<p>PINTURA MADERA AZUL OSCURO</p>		<p>Pintura de color azul con un acabado satinado perfecta para proteger y decorar todo tipo de madera a la intemperie.</p>
<p>POMOS Y TIRADORES PARA LAS PUERTAS DE MOVILIARIO</p>		<p>Pomos y tiradores de diferentes medidas, estilo simple y que combina con el diseño del mobiliario. Para evitar la apertura innecesaria incluyen cierres como los que ya se han mencionado.</p>
<p>BISAGRAS</p>		<p>Bisagras de diferentes medidas y modelos para poder abrir y cerrar las puertas del mobiliario.</p>

**Tabla 3. Materiales cocina. Fuente: Elaboración propia**

El primer módulo de la cocina se realiza con madera de contrachapado fenólico, la cual se pintará de color azul salvo los cantos, que se dejarán vistos como particularidad del diseño.

Este módulo incorpora un fregadero suspendido en la zona izquierda y, justo debajo, se dispone de un espacio de almacenaje para la bombona de gas. Esta instalación debe ser hermética y cumplir los requisitos que se indican en el apartado de instalación de gas.

A la derecha, se sitúa el horno-cocina, y bajo él, se incorpora otra zona de almacenamiento con apertura localizada en el lateral derecho de la furgoneta. Se trata de una puerta que, al abrirse, se coloca en posición horizontal, y sirve como mesa exterior. A esta zona, solo se podrá acceder desde el exterior.

En la figura 77, se muestran los diferentes elementos de maderas de contrachapado que formarán las paredes y puertas de este módulo, así como el de la encimera, que no dispone de las aperturas para el fregadero y el horno-cocina ya que se deberá realizar una vez presentados dichos componentes para adaptarse mejor al espacio.

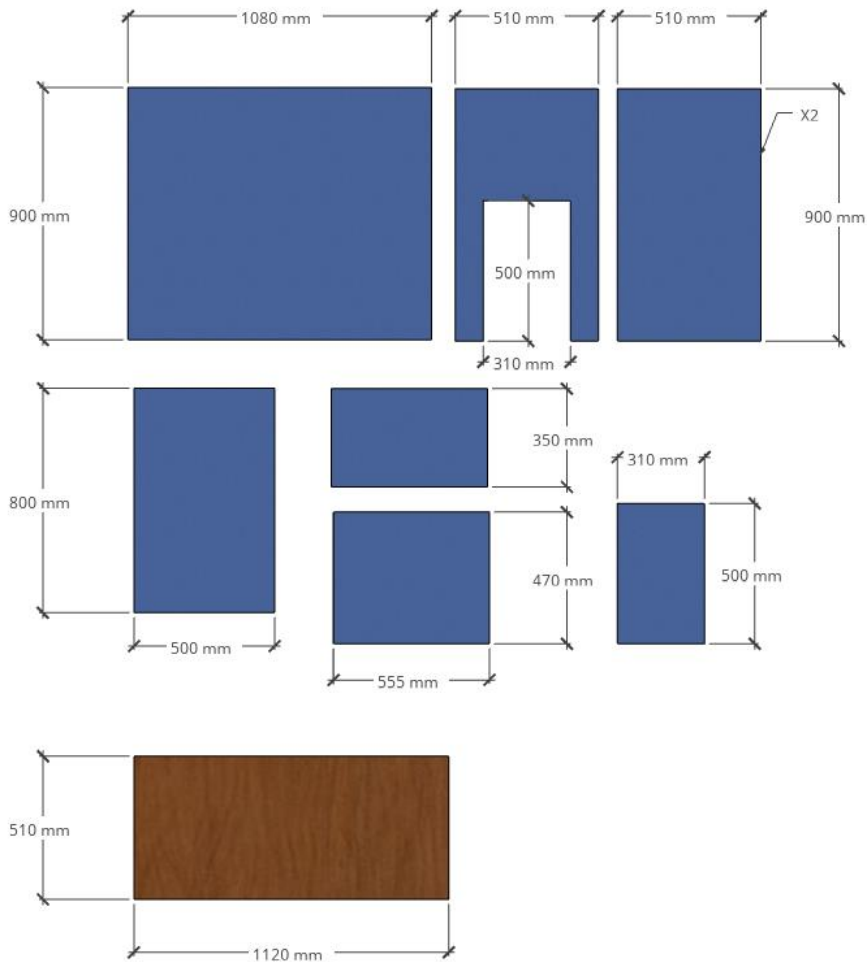


Figura 77. Despiece módulo 1. Fuente: Elaboración propia.

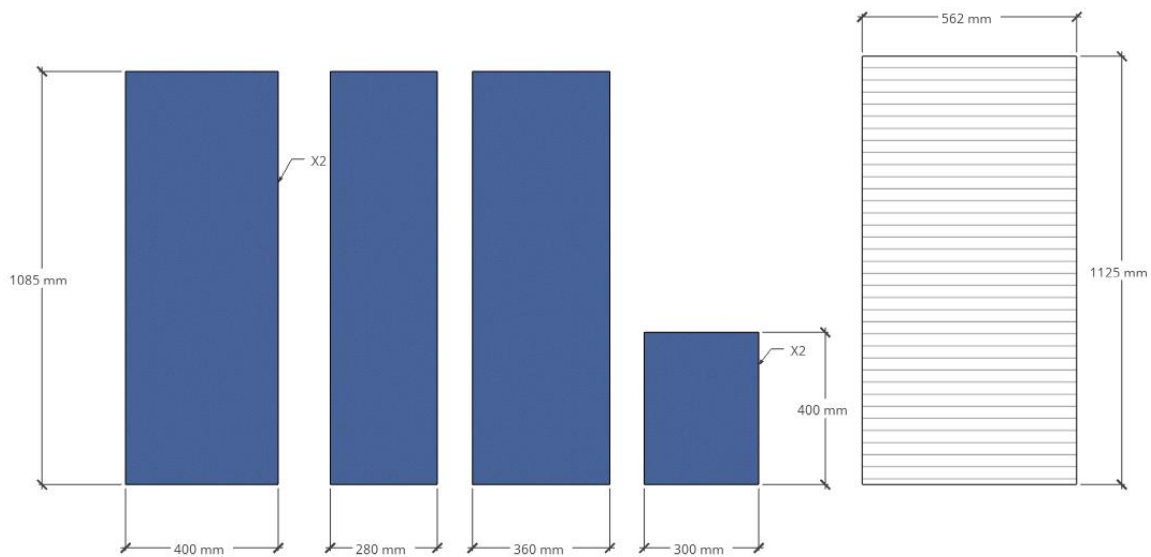


**Figura 78. Diseño módulo 1 de cocina. Fuente: Elaboración propia.**

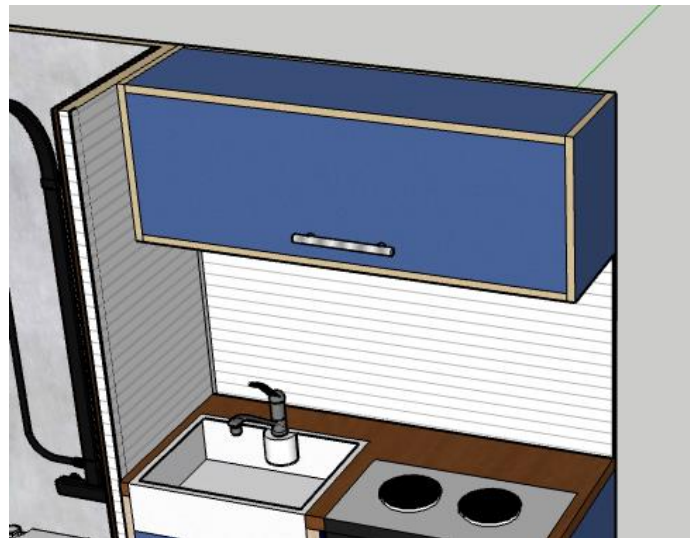
La segunda parte de este módulo de cocina se sitúa en la parte superior del primer módulo. Se trata de un mueble de almacenamiento fabricado con madera de contrachapado y pintada en color azul salvo los cantos. Incorpora una única puerta que se abre hacia arriba. Se utilizará principalmente para guardar los utensilios de cocina.

En la figura 79, se muestran los diferentes elementos de madera que forman el mueble, así como del revestimiento que se sitúa entre la primera y segunda parte de este módulo de cocina.





**Figura 79. Despiece módulo 2. Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 80. Diseño módulo 2 de la cocina. Fuente: Elaboración propia.**

Por último, el tercer módulo se ubica en el lateral, ocupando parte del espacio de la apertura de la puerta lateral, pero dejando el suficiente como para poder acceder a la furgoneta y cocinar sin ninguna incomodidad, en concreto, 53 cm separan ambos muebles como puede apreciarse en el plano de distribución de espacios y mobiliario de la cocina mencionado anteriormente. Se utilizan maderas de contrachapado pintadas en color azul salvo sus cantos.

En la parte superior se ubica la nevera. Mediante unas bisagras y fijando su tapa a la encimera, esta se abrirá con el levantamiento de la encimera. La parte inferior se destina a espacio de almacenaje.

A continuación, se hace un despiece de los diferentes cortes de las maderas y un diseño final para facilitar la construcción del mueble.

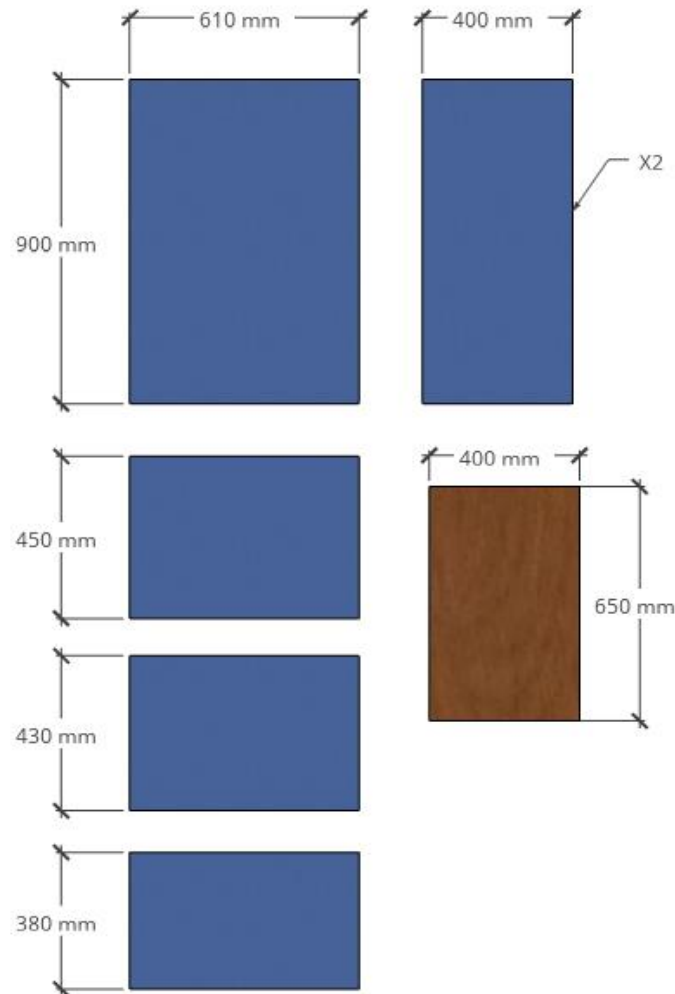


Figura 81. Despiece módulo 3 de la cocina. Fuente: Elaboración propia.

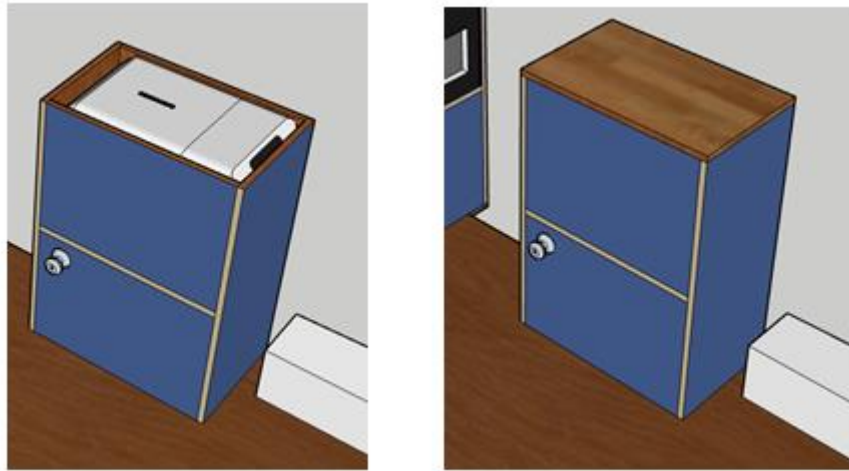


Figura 82. Diseño módulo 3 de la cocina. Fuente: Elaboración propia

## 8.9 CAMA

El módulo de la cama es uno de los más sencillos, se ubica en la parte trasera de la furgoneta y forma un rectángulo. Se trata de una cama fija que debe resistir el peso de dos personas, por lo tanto, todas las maderas tienen un espesor de 20 mm. A continuación, mediante un plano de planta se muestra el espacio ocupado por la cama.

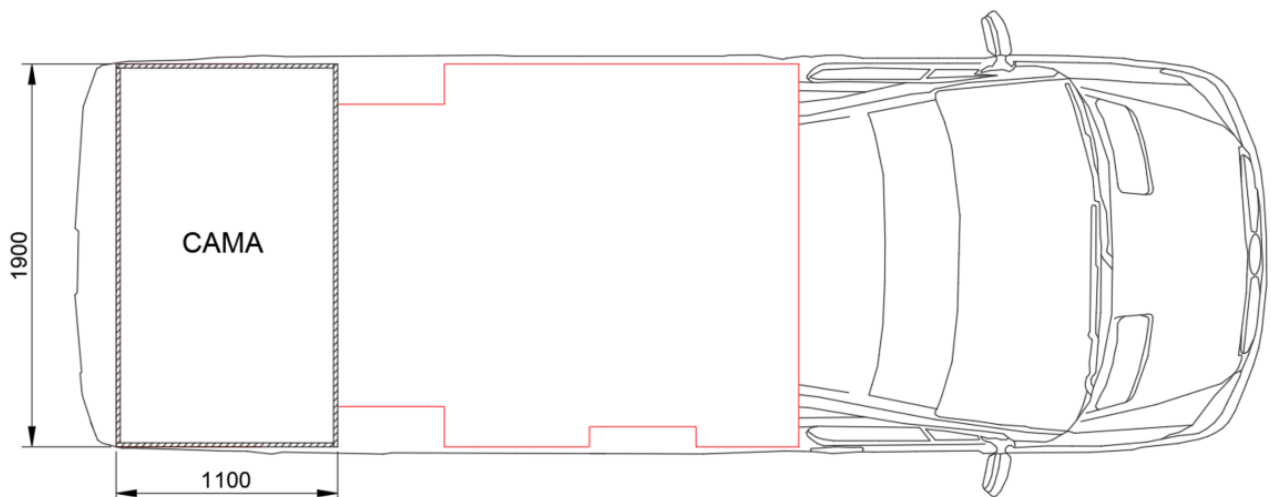


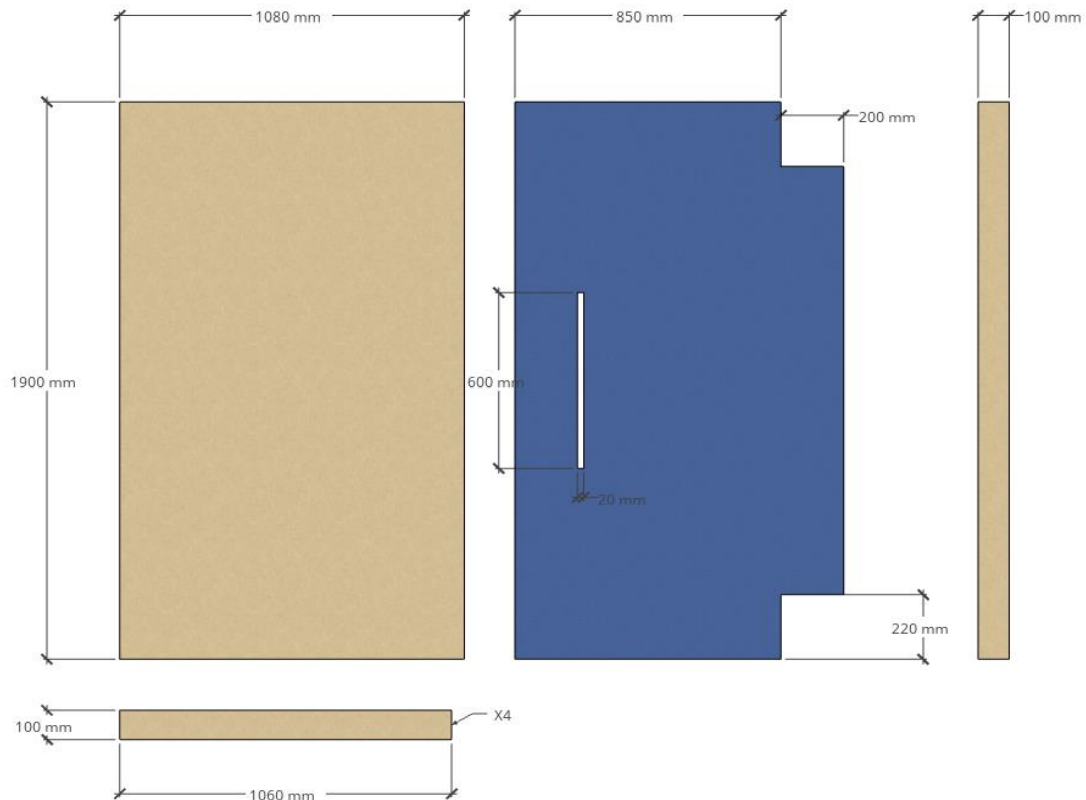
Figura 83. Disposición cama. Fuente: Elaboración propia

Los elementos necesarios para la construcción de la cama son los siguientes:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p>TABLERO DE CONTRACHAPADO FENÓLICO</p>		<p>Tablero de contrachapado fenólico abedul de 125 cm x 250 cm x 2 cm. Ideal para uso en ambientes húmedos interiores</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles.</p>
<p>PINTURA MADERA AZUL OSCURO</p>		<p>Pintura de color azul con un acabado satinado perfecta para proteger y decorar todo tipo de madera a la intemperie.</p>
<p>COLCHÓN A MEDIDA</p>		<p>Espuma de alta densidad que incluye una capa de viscoelástica con unas medidas de 190 cm x 110 cm x 15 cm.</p>

**Tabla 4. Materiales cama. Fuente: Elaboración propia.**

Toda la estructura de la cama se construirá con madera de contrachapado fenólico de 20 mm de espesor. La parte que da a la zona habitable se pintará de color azul, el resto se deja sin pintar y dispone de un tratamiento protector. A continuación, se muestra un despiece de las distintas maderas que forman la cama.



**Figura 84. Despiece módulo cama. Fuente: Elaboración propia**

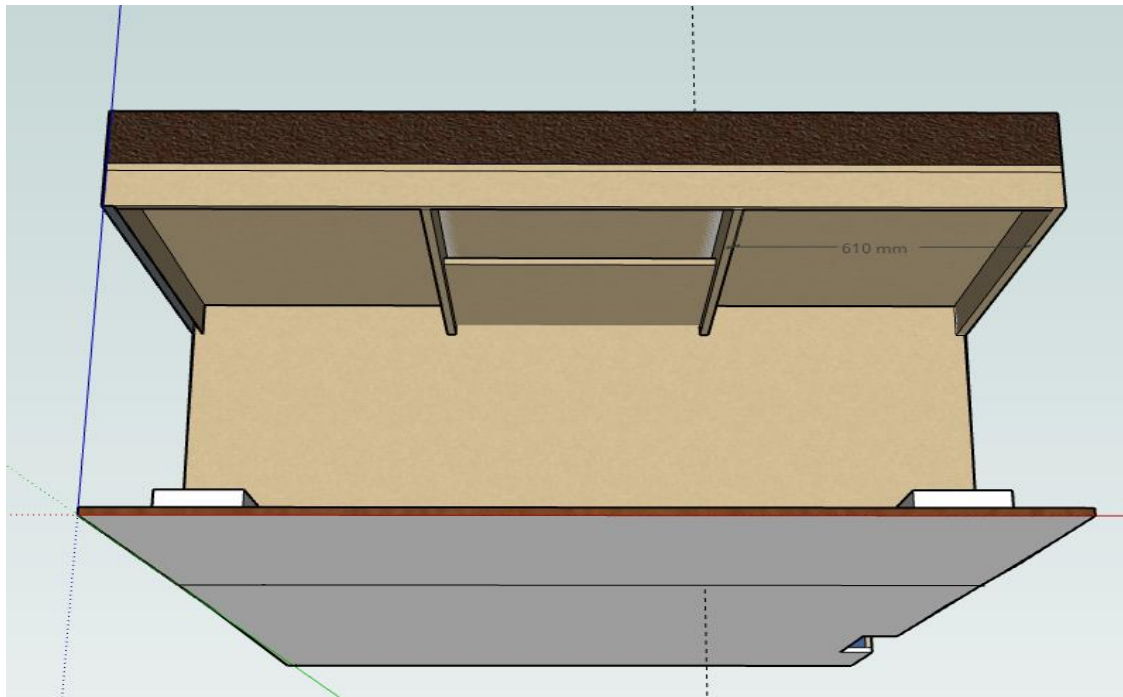
La base de la cama sobre la que irá el colchón está formada por un tablón de contrachapado, con unas dimensiones 1080 mm x 1900 mm. Este tablón, se sostiene en los extremos de su dimensión menor, apoyando en la zona trasera sobre una tabla de 100 mm de ancho y 1900 mm de largo. En la zona delantera se fija a un tablero grande que dispone de un corte interno por dónde saldrá la mesa del comedor. Este tablero de color azul se puede apreciar en la siguiente imagen.



**Figura 85. Diseño módulo cama. Fuente: Elaboración propia**

En la dimensión mayor, la cama se apoya sobre 4 maderas de iguales dimensiones. Dos de estas maderas se sitúan en los extremos, y las otras dos van a servir de apoyo a los rieles que irán en la mesa del comedor. Concretamente están situadas a 610 mm de las maderas de los extremos.

Para las uniones y anclajes se utilizarán tornillos para madera y tornillos rosca chapa, así como escuadras de diferentes dimensiones. El peso de la cama lo soportarán el rastrelado y los nervios de la furgoneta.

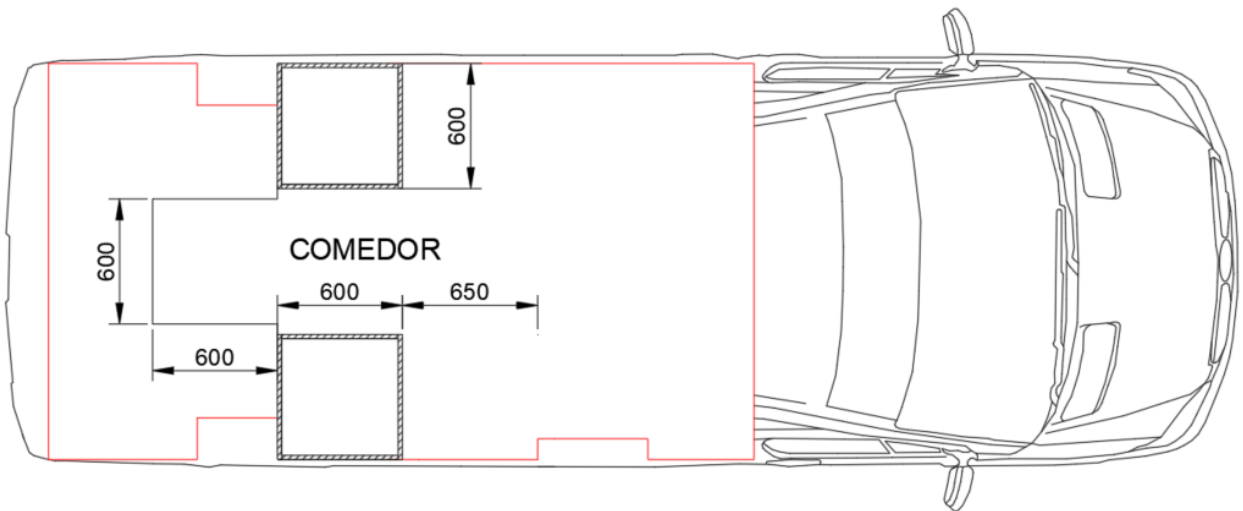


**Figura 86. Diseño módulo cama desde abajo. Fuente: Elaboración propia**

## 8.10 COMEDOR



El módulo del comedor se ubica a continuación de la cama y está formado por dos asientos, uno frente al otro, que servirán también de almacenaje. Además, incorpora una mesa que se desplaza mediante unos rieles por la parte inferior de la cama, pudiéndola sacar o guardar en cualquier momento. En la Figura 87 se refleja la distribución de espacios del comedor.





**Figura 87. Disposición módulo comedor. Fuente: Elaboración propia**

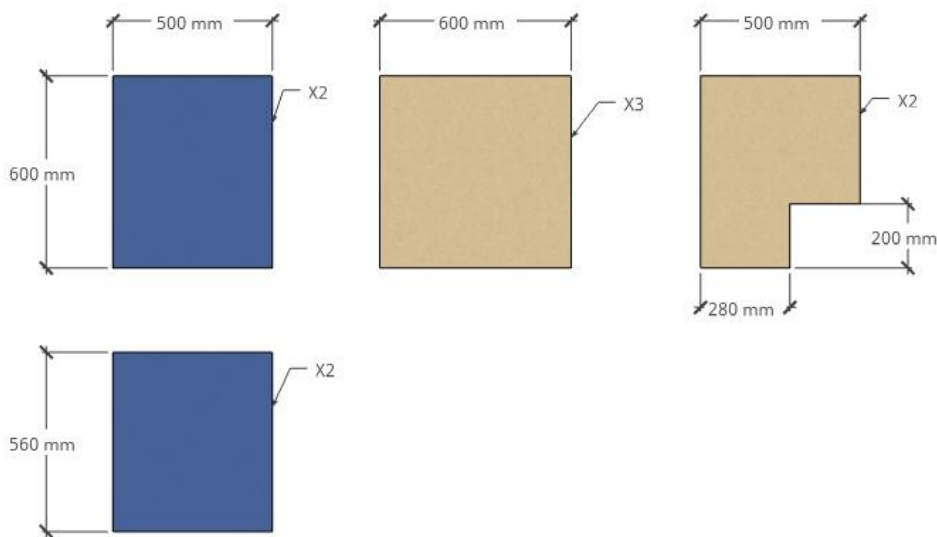
Los elementos necesarios para la construcción del comedor son los siguientes:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p>TABLERO DE CONTRACHAPADO FENÓLICO</p>		<p>Tablero de contrachapado fenólico abedul de 125 cm x 250 cm x 2 cm. Ideal para uso en ambientes húmedos interiores</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles.</p>

<p>PINTURA MADERA AZUL OSCURO</p>		<p>Pintura de color azul con un acabado satinado perfecta para proteger y decorar todo tipo de madera a la intemperie.</p>
<p>COJINES A MEDIDA</p>		<p>Espuma de alta densidad que incluye una capa de viscoelástica con unas medidas de 60 cm x 60 cm x 4 cm para el asiento y 46 cm x 60 cm x 4 cm para el respaldo.</p>
<p>RIELES</p>		<p>Rieles hechos de acero laminado en frío. La superficie está galvanizada y no se oxida ni se corroe fácilmente.</p>
<p>POMOS Y TIRADORES PARA LAS PUERTAS DE MOVILIARIO</p>		<p>Pomos y tiradores de diferentes medidas, estilo simple y que combina con el diseño del mobiliario. Para evitar la apertura innecesaria incluyen cierres como los que ya se han mencionado.</p>
<p>BISAGRAS</p>		<p>Bisagras de diferentes medidas y modelos para poder abrir y cerrar las puertas del mobiliario.</p>

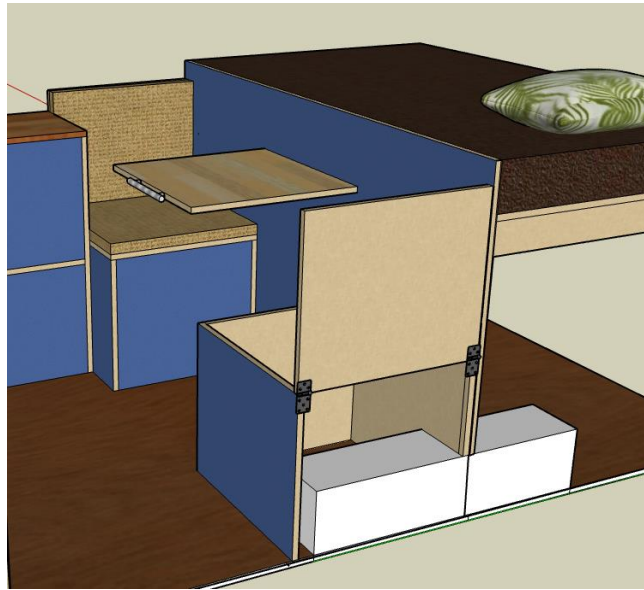
Tabla 5. Materiales comedores. Fuente: Elaboración propia

Para su fabricación se usará madera de contrachapado fenólico de 2 cm de espesor, y solo se pintarán las partes vistas en color azul. La altura sobre la que se apoya la tapa de almacenaje y que sirve como asiento está a 50 cm del suelo. A continuación, se muestran las distintas maderas que forman el comedor.



**Figura 88. Despiece módulo comedor. Fuente: Elaboración propia**

Se trata de un montaje simple que consiste en dos asientos idénticos enfrentados, en los que cada uno tiene su apoyo sobre tres tableros. El tablero que tiene un corte para salvar el paso de rueda se instala en contacto con la estructura de la cama, para dotar de una mejor estabilidad. En el frente se sitúa el tablero con un ancho de 56 cm, y en el otro lateral, el que tiene un ancho de 60 cm, consiguiendo que los cantos sean visibles mejorando la estética.



**Figura 89. Diseño módulo comedor. Fuente: Elaboración propia**

Todas las maderas se unen entre sí y a la chapa mediante tornillería y escuadras de diferentes dimensiones. Sobre esos apoyos se ubica un tablero de 60 cm x 60 cm que tendrá unas bisagras para poder acceder a su interior, permitiéndole girar hasta 90 grados como se puede apreciar en la imagen anterior. Finalmente, se añaden cojines a medida para el soporte y respaldo.

La mesa se desplaza mediante unos rieles que van atornillados a los soportes de la cama y a sus extremos.

## 8.11 GARAJE

El garaje estará en la zona que se ubica bajo la cama. La única elaboración que requiere es la construcción de las paredes laterales, que servirán como protección y para anclar cualquier elemento con facilidad. A continuación, se puede observar la disposición del garaje.

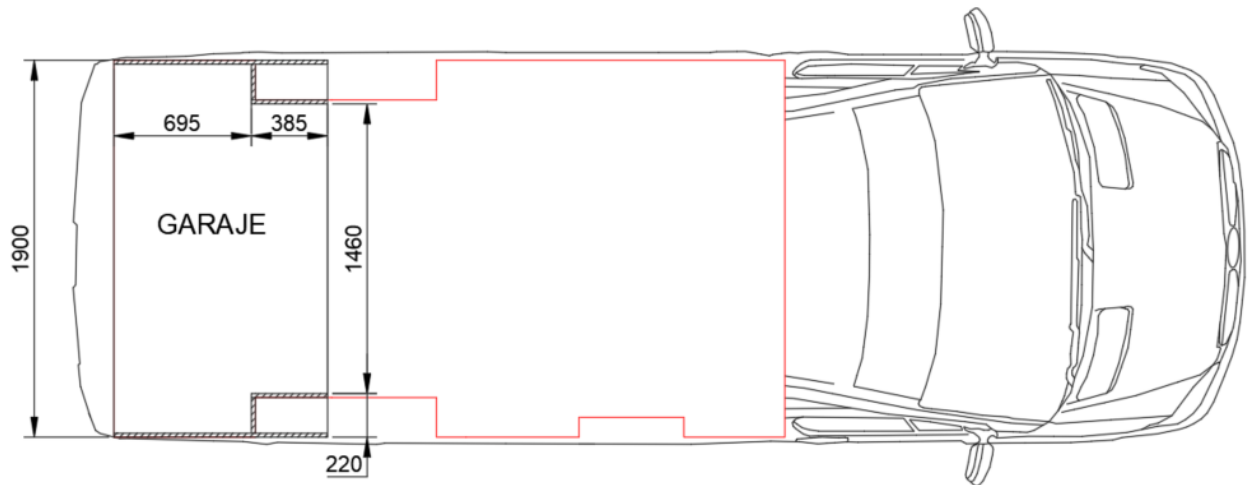


Figura 90. Disposición módulo garaje. Fuente: Elaboración propia

Los elementos necesarios para la construcción del garaje son los siguientes:

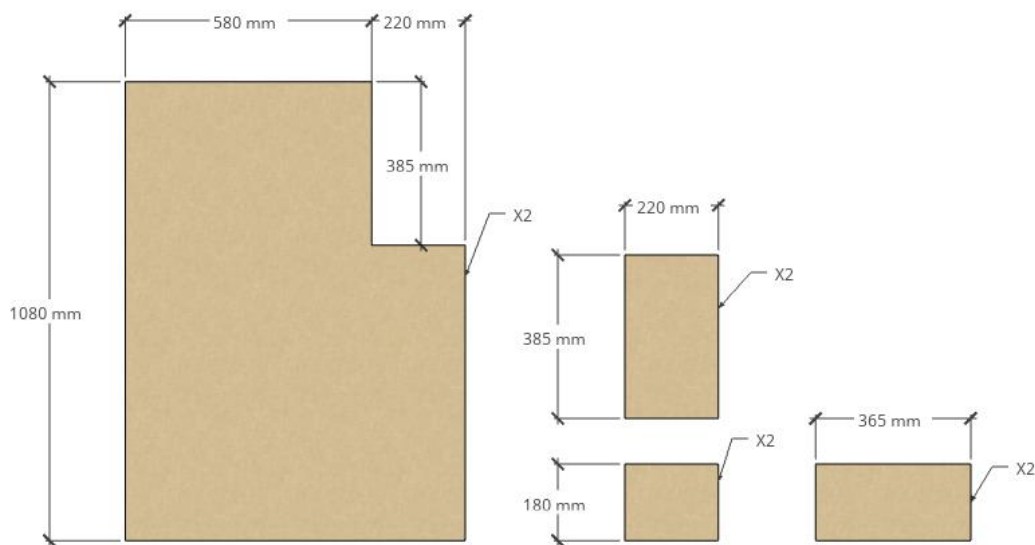
NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p>TABLERO DE CONTRACHAPADO FENÓLICO</p>		<p>Tablero de contrachapado fenólico abedul de 125 cm x 250 cm x 2 cm. Ideal para uso en ambientes húmedos interiores</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles.</p>

<p>SOPORTE BICICLETA</p>		<p>Soporte de horquilla de bicicleta que está hecho de aleación de aluminio de alta calidad, con alta dureza y resistencia a la corrosión.</p>
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 6. Materiales garaje. Fuente: Elaboración propia.**

El único elemento por instalar es un soporte de bicicleta como el que aparece en la lista de materiales. Este soporte se anclará al suelo mediante tornillos y nos permitirá un fácil acceso a la bicicleta como ya mencionamos en el apartado de análisis de soluciones.

Para facilitar la construcción de las paredes del garaje se realiza un despiece de la madera que se muestra a continuación.



**Figura 91. Despiece módulo garaje. Fuente: Elaboración propia**

Se deberá tener en cuenta que todas las maderas tienen un espesor de 2 cm y que la altura de los laterales son 80 cm. Para las maderas que protegen el paso de rueda se tiene una altura de 22 cm.

Finalmente se muestra cómo quedaría el garaje tras el montaje de las paredes.



Figura 92. Diseño módulo garaje. Fuente: Elaboración propia

## 8.12 ALMACENAMIENTO

El último apartado del mobiliario se trata del almacenamiento, que, a su vez, se divide en una zona de almacenamiento superior ubicada sobre la cama y en un armario que se encuentra junto al baño, según se ve en la Figura 93.

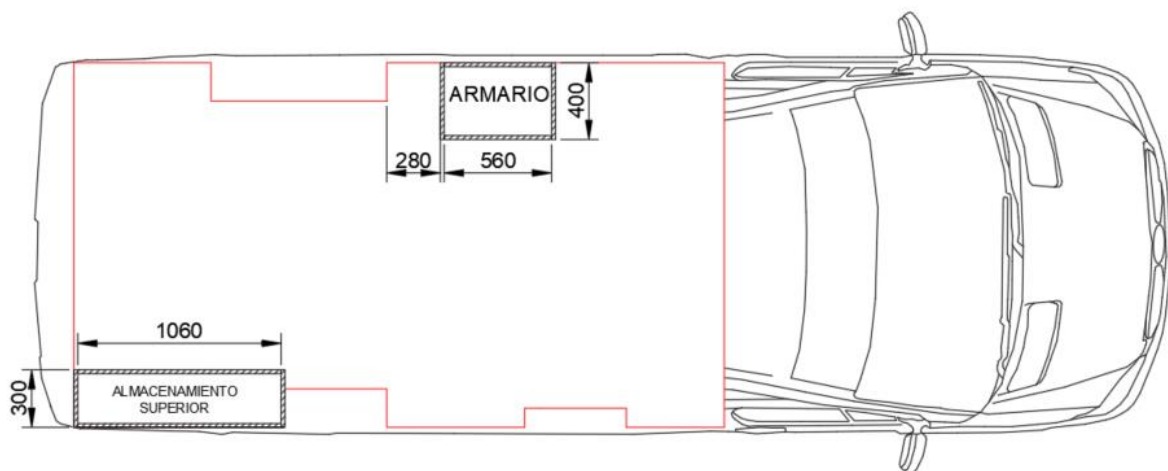


Figura 93. Disposición módulos almacenamiento. Fuente: Elaboración propia



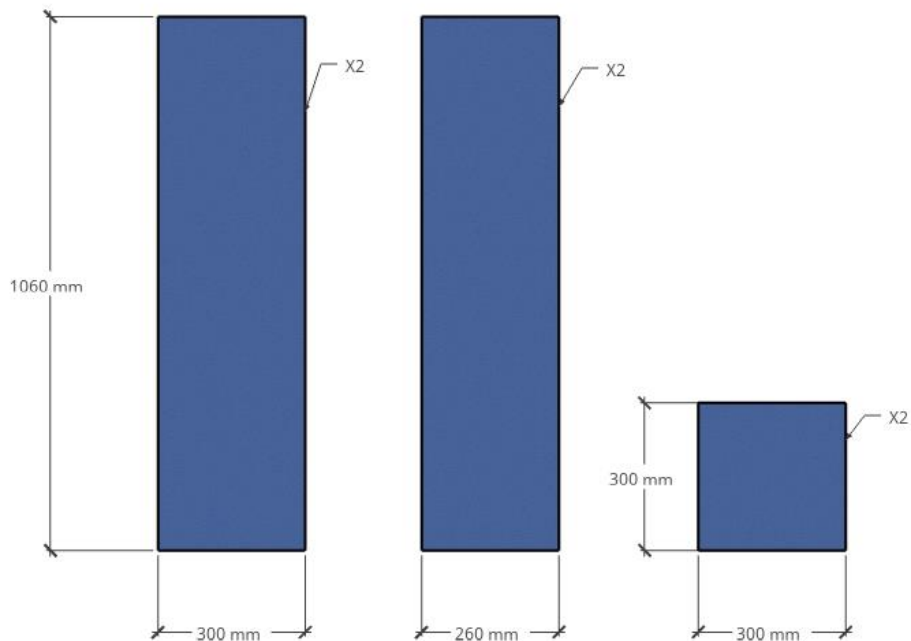
Los elementos necesarios para la construcción del almacenamiento son los siguientes:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p>TABLERO DE CONTRACHAPADO FENÓLICO</p>		<p>Tablero de contrachapado fenólico abedul de 125 cm x 250 cm x 2 cm. Ideal para uso en ambientes húmedos interiores</p>
<p>TORNILLERÍA Y ESCUADRAS DE DIFERENTES MEDIDAS</p>		<p>Escuadras, tornillos de madera y tornillos rosca chapa para la fabricación y anclaje de los muebles.</p>
<p>PINTURA MADERA AZUL OSCURO</p>		<p>Pintura de color azul con un acabado satinado perfecta para proteger y decorar todo tipo de madera a la intemperie.</p>
<p>POMOS Y TIRADORES PARA LAS PUERTAS DE MOVILIARIO</p>		<p>Pomos y tiradores de diferentes medidas, estilo simple y que combina con el diseño del mobiliario. Para evitar la apertura innecesaria incluyen cierres como los que ya se han mencionado.</p>

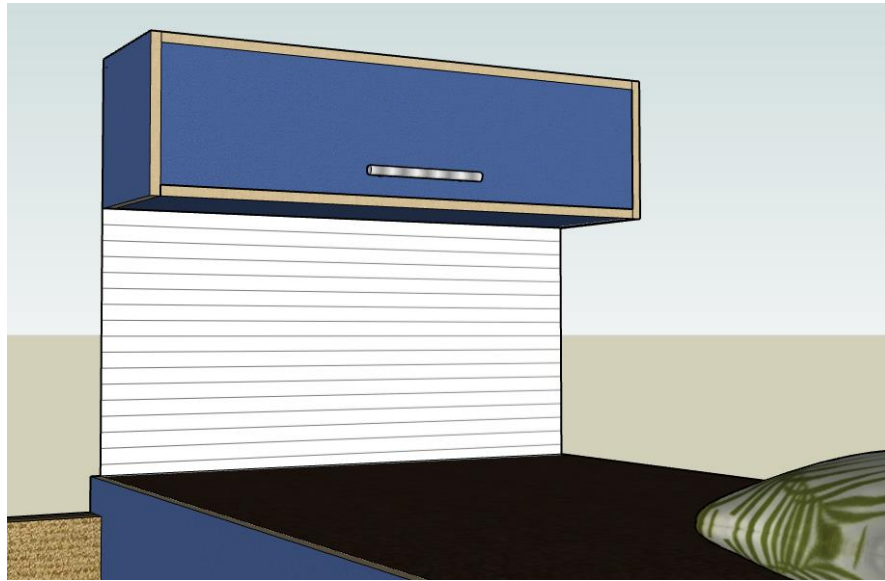
<p>BISAGRAS</p>		<p>Bisagras de diferentes medidas y modelos para poder abrir y cerrar las puertas del mobiliario.</p>
-----------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 7. Materiales almacenamiento. Fuente: Elaboración propia.**

En primer lugar, se realiza el despiece del almacenamiento superior, muy similar al de la cocina. Su altura y su ancho tienen 30 cm e incorpora unas bisagras para levantar la puerta hacia arriba.

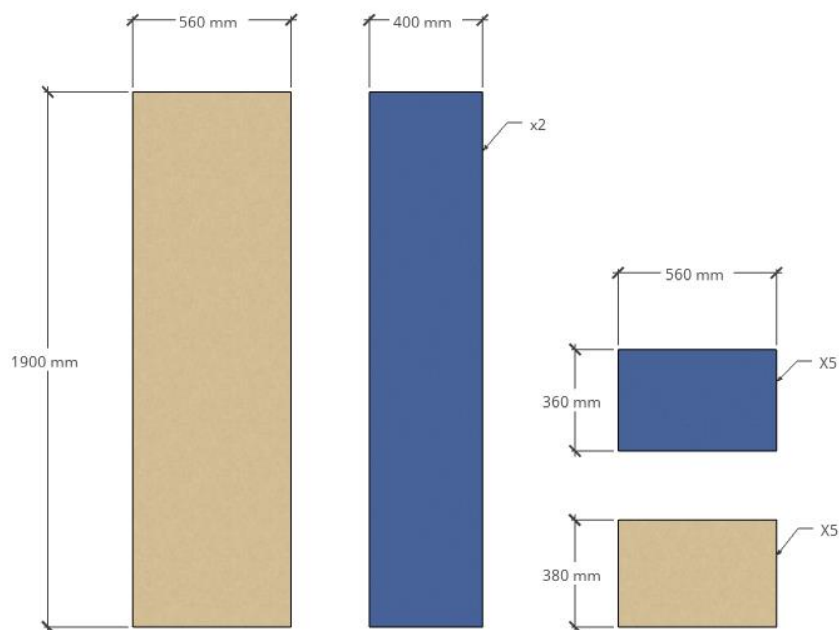


**Figura 94. Despiece módulo almacenamiento superior. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 95. Diseño módulo almacenamiento superior. Fuente: Elaboración propia**

El otro módulo corresponde al armario, que dispondrá de 5 espacios para el almacenamiento, cada uno de ellos con una puerta que se abrirá lateralmente hacia la izquierda. A continuación, se muestra un despiece de las diferentes maderas que forman el armario y un diseño del módulo construido.



**Figura 96. Despiece módulo almacenamiento-armario. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 97. Diseño-módulo almacenamiento-armario. Fuente: Elaboración propia**

## 8.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Antes de comenzar, cabe destacar que en el ANEXO I INSTALACIÓN ELÉCTRICA se realizan todos los cálculos de la instalación eléctrica. En este apartado se describirá la instalación, los componentes utilizados y los resultados obtenidos.

### CONSUMIDORES

En primer lugar, se debe tener en cuenta el requisito de autonomía eléctrica. Por ello, se deberá analizar el consumo de todos sus aparatos eléctricos, intentando reducirlo al máximo, mediante la utilización de componentes de bajo consumo.

A continuación se muestra una tabla con todos los consumidores de energía y sus especificaciones:

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p style="text-align: center;">FOCO DE TECHO LED 12V</p>		<p style="text-align: center;">Consumo: 1,5W            Abertura: Ø 4,5 cm            Eficiencia: A+            Luminosidad: 144lm            Color lumínico: 3000K            Diámetro: Ø 6,32 cm</p>
<p style="text-align: center;">CLARABOYA CON LED INCORPORADOS 12V</p>		<p style="text-align: center;">Claraboya Skymaxx LX Plus con led.            Consumo led: 5W            Eficiencia: A+            Luminosidad: 130lm            Color lumínico: 3000K</p>

<p>NEVERA DE COMPRESOR 12V</p>		<p>Potencia: 48W          Capacidad: 38 litros          12/24 V DC          100 - 240 V AC          Clase energética: A +          Consume 4 amperios por hora cuando está en marcha.</p>
<p>BOMBA DE AGUA 12V</p>		<p>Potencia: 54W          Entrada y salida de agua de 12mm.          Tiene una presión de 30 PSI - 2.1 BAR.          El caudal es de 10,6 litros por minuto y 2.8 GMP.</p>
<p>APARATOS CON CARGA USB 12V</p>		<p>Mediante esta toma de USB se podrán cargar hasta dos aparatos con una potencia máxima total de 10W</p>

<p>TELEVISOR 230V</p>		<p>Smart TV de 32" Potencia: 45W Frecuencia: 60Hz Peso: 5,2Kg</p>
<p>TELÉFONO 230V</p>		<p>Batería: 4.500mAh Carga rápida: 18W</p>
<p>PORTÁTIL 230V</p>		<p>Potencia: 50W Dimensiones: 35,98cm X 23,38cm X 1,61cm Peso: 1,8Kg</p>

**Tabla 8. Materiales instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.**

## CIRCUITOS

Una vez conocidos todos los elementos que se van a utilizar en la furgoneta, se dividen los circuitos eléctricos que se instalarán. Hay componentes que funcionan a 12V y otros a 230V, por lo tanto habrá que diferenciar los circuitos.

La instalación eléctrica contará con ocho circuitos eléctricos, cuatro estarán destinados a iluminación (C1, C2, C3 y C4), uno para la nevera (C5), uno para la bomba de agua (C6), uno para tomas USB (C7) y otro para los enchufes a 230V (C8).



La instalación eléctrica tendrá un consumo previsto reflejado en la Tabla 10 y estará formada por ocho circuitos reflejados en la Tabla 9.

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO
C1: ILUMINACIÓN 1
C2: ILUMINACIÓN 2
C3: ILUMINACIÓN 3
C4: ILUMINACIÓN 4
C5: NEVERA
C6: BOMBA DE AGUA
C7: TOMAS USB
C8: ENCHUFES 230V

**Tabla 9. Circuitos eléctricos. Fuente: Elaboración propia.**

A modo resumen, el circuito 1 está destinado a la zona de la cocina, el circuito 2 para el baño, el circuito 3 para la cama y el circuito 4 para la zona del comedor.

Una vez delimitados, se calcula la potencia necesaria para cada uno de ellos. Este cálculo realizado en el Anexo contempla el número de unidades de cada elemento, sus potencias y las horas de funcionamiento de cada uno. En la siguiente tabla se muestran los resultados de los cálculos realizados:

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	POTENCIA DIARIA (Wh/24h)
C1: ILUMINACIÓN 1	FOCO DE TECHO LED 12V	2	3	12
C2: ILUMINACIÓN 2	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	6
C3: ILUMINACIÓN 3	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	6
C4: ILUMINACIÓN 4	LED CLARABOYA	1	5	10
C5: NEVERA	NEVERA DE COMPRESOR	1	48	384
C6: BOMBA DE AGUA	BOMBA DE AGUA	1	54	27
C7: TOMAS USB	ACCESORIOS USB	2	10	20
C8: ENCHUFES 230V	TV, PORTÁTIL Y MÓVIL	3	123	237
		<b>TOTALES</b>	<b>246</b>	<b>702</b>

**Tabla 10. Cálculo potencias eléctricas. Fuente: Elaboración propia.**

Se puede apreciar un consumo estimado por día de 702 Wh/día para todos los circuitos. La potencia consumida correspondiente a la instalación a 230V es reducida, con un consumo diario estimado de 237 Wh/24h.

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se opta por una instalación eléctrica capaz de alimentar componentes a 12 V y 230 V. El suministro de energía hacia los elementos a 12 V se realiza desde la batería secundaria y la de 230V desde el inversor.

La alimentación de los circuitos se hará de forma combinada. En primer lugar, con la generación de energía a través del panel solar situado en la baca. También, a través de un relé, que conecta la batería de arranque con la batería secundaria y, cuando el motor está en marcha, el alternador carga ambas baterías. Y por último, con la conexión a la toma exterior. Estas tres formas de generación de energía permiten garantizar mayor seguridad y autosuficiencia.

El principal elemento de la instalación eléctrica es el inversor, regulador y cargador que se encarga de distribuir la energía hacia todos los circuitos. Se ha seleccionado un aparato que cumple las funciones de inversor, cargador y regulador, marca Cypower (12/1000/30-50A MPPT) de onda senoidal pura. Se explicará brevemente la instalación, que puede verse reflejada en el esquema de la Figura 102.

## BATERÍA

Para suplir con la demanda de energía estimada se debe disponer de una forma de almacenar la energía. En el anexo I se ha calculado la capacidad mínima que debe

tener la batería para proporcionar la energía necesaria a lo largo de un día, obteniendo un valor de 111,43Ah.

A favor de la seguridad, debido a que la descarga completa de la batería afecta negativamente a sus propiedades, y ante el requisito de autosuficiencia energética, se ha elegido una batería con una capacidad mayor. Concretamente, se ha seleccionado una batería de gel a 12V con una capacidad de 260Ah.



**Figura 98. Batería de gel. Fuente: [www.hdibattery.com](http://www.hdibattery.com)**

La batería almacena energía, pero necesita de otros elementos que la alimenten. En el siguiente apartado se describirán cada una de las fuentes de alimentación de la batería.

## **ALIMENTACIÓN BATERÍA**

### **PLACA SOLAR**

Con el fin de cargar la batería y que esta disponga siempre de la energía suficiente para abastecer a las instalaciones de la furgoneta se seleccionan tres fuentes de alimentación para la batería. La principal, y podría funcionar única, se trata de una placa fotovoltaica Cypower monocristalina de 450W de carga y 50 Voltios. Necesitará de un regulador, el cual se comentará en el siguiente apartado de inversor/regulador/cargador.



**Figura 99. Placa solar 450W. Fuente: canarias.mejorbaterias.com**

Mediante los cálculos realizados en el Anexo I Instalación eléctrica, se obtiene que con un solo módulo de esta placa solar, es posible suministrar más energía que la consumida cada día en el mes más desfavorable de radiación.

La placa solar se fijará mediante tornillos a la baca de la furgoneta, concretamente en la zona delantera y lo más a la derecha que permita. Se ha tenido en cuenta que al colocarlo de esta manera, no interfiere con ninguna de las dos claraboyas, y los cables se pasarán por un orificio en la chapa de la furgoneta, que lo protegerá un pasacables de plástico. Hay que cerciorarse de no taladrar los nervios de la furgoneta.

## ALTERNADOR

El alternador es el elemento del circuito eléctrico de la furgoneta que tiene como misión transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Se puede utilizar tanto para cargar la batería de arranque como para cargar la batería secundaria.

Por lo tanto, en el anexo 1 se diseña un circuito que permite aprovechar esta producción de energía con la puesta en marcha de la furgoneta. En el diseño se incorpora un relé que conecta ambas baterías, para que el alternador pueda cargar ambas mientras el vehículo está en marcha.



**Figura 100. Relé separador. Fuente: [www.amazon.es](http://www.amazon.es)**

A modo resumen, la instalación consiste en:

Pasar un cable de 25 mm<sup>2</sup> de diámetro desde el negativo de la batería de arranque hasta el negativo de la batería secundaria.

Instalar un cable de igual diámetro que sale del positivo de la batería de arranque hacia un fusible de 60 A, que a continuación, pasa por el relé hacia otro fusible de 60 A para acabar en el positivo de la batería secundaria.

Y finalmente del relé sacar otros dos cables de 2,5 mm<sup>2</sup> de diámetro, uno que va a parar al negativo de la batería secundaria y otro al alternador.

Con esto, se consigue aprovechar la puesta en marcha de la furgoneta para recargar la batería secundaria y disponer de mayor autonomía.

## **TOMA EXTERIOR 230V**

Cuando la furgoneta pernocte en un camping o en algún lugar que cuente con una fuente alimentación a 230V, se podrá aprovechar ese suministro de energía mediante la incorporación de una toma exterior.



**Figura 101. Toma exterior. Fuente: [www.lulukabaraka.com](http://www.lulukabaraka.com)**

Para proteger la instalación, se coloca un ICP de 15A entre la toma exterior y el inversor a través de una manguera de 3 x 6 mm<sup>2</sup>. Después de pasar por el ICP de 15 A, se hace llegar la manguera hacia las entradas del inversor IN 230V.

Todos los elementos de protección se mencionarán en el apartado de cuadro eléctrico. En el Anexo de instalación eléctrica se explica de manera detallada las conexiones de todos los elementos, incluyendo un esquema para facilitar la explicación. El cable de color rojo hace referencia al positivo y el azul al negativo.

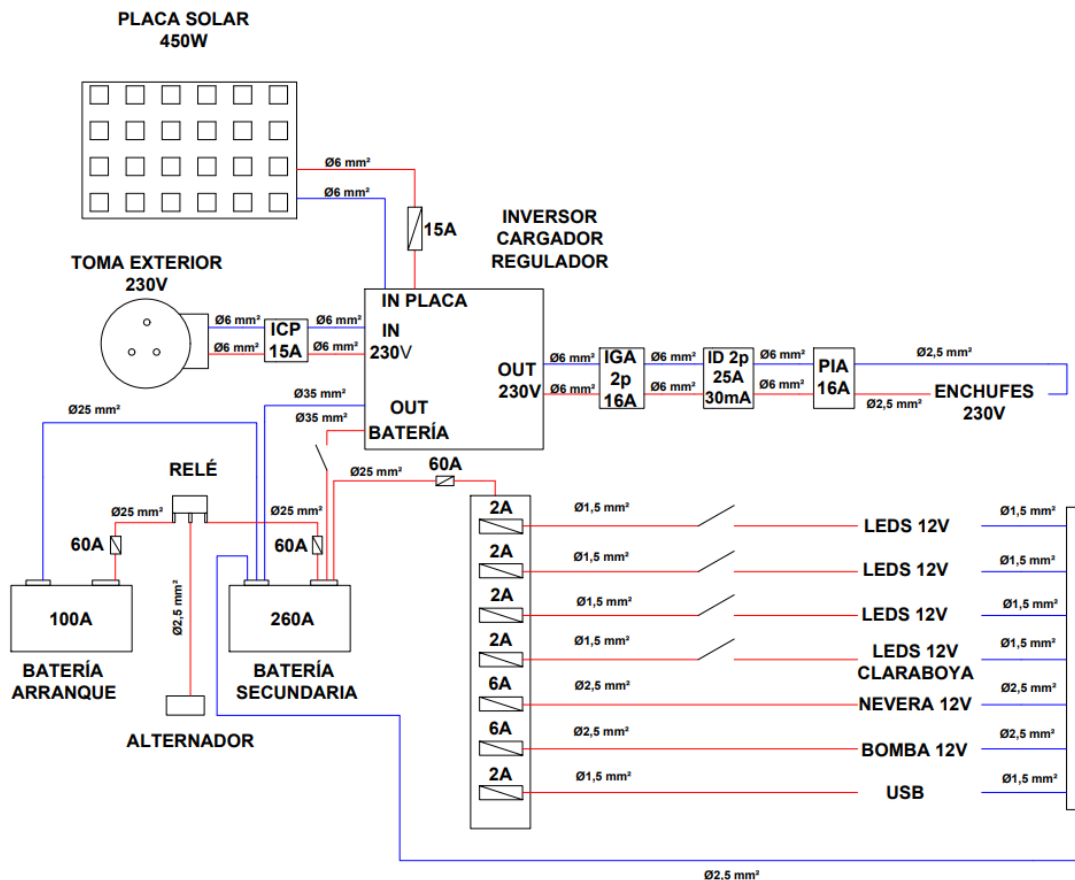


Figura 102. Esquema instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

## INVERSOR / REGULADOR / CARGADOR

Para cargar las baterías desde la placa solar, invertir la corriente continua en corriente alterna para suministrar 230V a los enchufes, y cargar las baterías desde la toma exterior, se selecciona un único aparato que cumple todas las funciones.

Se trata de un inversor/regulador/cargador marca Cypower (12/1000/30-50A MPPT) de onda senoidal pura. A continuación se describen sus funciones:

**La función de regulador** permitirá cargar las baterías desde la placa solar. Para su instalación, se hace llegar un cable de  $6 \text{ mm}^2$  de diámetro desde el negativo de la placa solar hasta el negativo del regulador. Con otro cable idéntico, se hace pasar desde el positivo de la placa solar por un fusible de 15 A hasta llegar al positivo del regulador.



**La función de inversor** consiste en transformar la corriente continua (DC) que les llega desde baterías en corriente alterna (AC). Desde el negativo de la batería secundaria se hace pasar un cable de 35 mm<sup>2</sup> de diámetro hasta el negativo del inversor. Del positivo de la batería secundaria, sale un cable con el mismo diámetro que pasa por un interruptor (para evitar consumos en parada), y se hace llegar al positivo del inversor.

Una vez transformada la corriente, deberá pasar por un interruptor general automático y un diferencial antes de llegar a los enchufes, pero esta instalación se describirá en el apartado de INSTALACION A 230V.

**La función de cargador** es utilizar la corriente de la toma exterior para cargar las baterías. Esta instalación se mencionó en el anterior apartado.

Otra función, es la de actuar como interruptor primario al llegarle corriente desde el exterior, desconectando el suministro que recibe desde las baterías de 12V para alimentar a los enchufes con la red de la toma exterior.



**Figura 103. Inversor/cargador/regulador. Fuente: cymasol.com**

## CUADRO ELÉCTRICO

El cuadro eléctrico, es la parte de la instalación eléctrica en la que se encuentran los elementos de protección y control de la energía. Además del mismo cuadro, la batería, el inversor y todos los elementos necesarios para la instalación se ubican en el armario que se encuentra junto al baño. Con ello se pretende disponer de acceso a todos los componentes para un fácil manejo.

Los elementos de protección que se instalarán son:

- Interruptor de control de potencia (ICP) de 15 A.
- Interruptor general automático (IGA) de 2 polos y 16A.
- Interruptor diferencial de 2 polos, 25A y sensibilidad de 30Ma.
- Pequeño interruptor automático (PIA) de 16<sup>a</sup>.
- Fusible de 15A entre el positivo de la placa y el inversor.
- Fusible de 60A entre el positivo de la batería de arranque y el relé.
- Fusible de 60A entre el positivo de la batería secundaria y el relé.
- Fusible de 60A entre el positivo de la batería secundaria el cuadro de fusibles.
- Fusible de 2A para el circuito de iluminación C1.
- Fusible de 2A para el circuito de iluminación C2.
- Fusible de 2A para el circuito de iluminación C3.
- Fusible de 2A para el circuito de iluminación C4.
- Fusible de 6A para el circuito de la nevera.
- Fusible de 6A para el circuito de la bomba.
- Fusible de 2A para el circuito las tomas USB

Para analizar de manera detallada los elementos de protección del cuadro eléctrico se describen a continuación los componentes más importantes y su instalación.

### **ICP**

El ICP es un dispositivo magnetotérmico que se suele instalar en el cuadro de la luz o en el contador digital. Su objetivo es cortar el suministro eléctrico cuando se supera la potencia contratada.

En el caso de este proyecto, servirá como sistema de seguridad para evitar un cortocircuito en el caso de una sobrecarga por la puesta en funcionamiento de más electrodomésticos de los que la instalación puede soportar.

Como ya se mencionó en el apartado de toma exterior, el ICP proyectado es de 15 A, más que suficiente para proteger la instalación. El cable utilizado es una manguera de 3 x 6mm<sup>2</sup> que sale de la toma exterior hacia el ICP, para después llegar a la entrada (IN 230 V) del cargador.

## **IGA**

El Interruptor General Automático (IGA), es un elemento que protege las instalaciones eléctricas de posibles sobrecargas o cortocircuitos, interrumpiendo el suministro eléctrico cuando detecta un exceso de potencia. Para la instalación, se ha elegido un IGA que corte los conductores activos, de 2 polos y 16A. Este, se colocará a la salida del inversor (OUT 230V) mediante una manguera de 3 x 6 mm<sup>2</sup>.

## **ID**

El interruptor diferencial (ID), es el elemento encargado de detectar fugas de corriente dentro de una instalación eléctrica. Además, tiene la capacidad de protegerlas de cortocircuitos, posibles incendios y a las personas de sufrir descargas eléctricas.

A la salida del IGA, se instala una manguera de 3 x 6 mm<sup>2</sup> que llega hasta el ID. Para garantizar la seguridad de esta instalación, se instala un interruptor diferencial de 2 polos, 25A y sensibilidad de 30mA compatible con la instalación.

## **PIA**

Los pequeños interruptores automáticos (PIA), sirven para proteger la instalación de una sobre intensidad o cortocircuito. Se deberán instalar tantos PIA´s como circuitos distintos existan en el interior de la furgoneta. En el caso de este proyecto, se instalará a continuación del interruptor diferencial un PIA de 16 A, utilizando para la conexión la misma manguera que en el apartado anterior. Desde el PIA, se pasan los cables con sección de 2,5 mm<sup>2</sup> por un tubo de 20 mm hacia las tomas de corriente.

## **TOMA A TIERRA**

La instalación de la toma de tierra en la furgoneta se realizará de la siguiente manera.

En primer lugar, desde la toma exterior se deberá llevar el cable de tierra hacia el cuadro general de protecciones, dónde se acoplará a una regleta de unión.

A esa misma regleta, le deberán llegar más cables, uno conectado al chasis del vehículo y uno para cada elemento eléctrico que disponga de borne para la conexión a tierra.

El color del cable de tierra será de color amarillo/verde con una sección igual o superior a los cables de corriente.

## INSTALACIÓN 12V

El suministro de energía hacia los elementos a 12 V se realiza desde la batería secundaria. Un cable de 25 mm<sup>2</sup> de diámetro sale del positivo de la batería secundaria hacia un fusible de 60 A, para después, dirigirse a un portafusibles que redirigirá la energía a los positivos de los distintos componentes eléctricos. Desde el negativo de la batería secundaria, saldrá un cable de las mismas dimensiones, hacia una pletina a la que llegarán los negativos de los aparatos eléctricos.

Para la instalación a 12V, se realiza en el Anexo I de manera detallada los cálculos de corriente continua. Se muestra la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	FUSIBLE PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN PROYECTADA (mm <sup>2</sup> )
C1: ILUMINACIÓN 1	FOCO DE TECHO LED 12V	2	3	2,5	0,25	2	0,186011905	1,5
C2: ILUMINACIÓN 2	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	1	0,125	2	0,037202381	1,5
C3: ILUMINACIÓN 3	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	2	0,125	2	0,074404762	1,5
C4: ILUMINACIÓN 4	LED CLARABOYA	1	5	1,5	0,416666667	2	0,186011905	1,5
C5: NEVERA	NEVERA DE COMPRESOR	1	48	2	4	6	2,380952381	2,5
C6: BOMBA DE AGUA	BOMBA DE AGUA	1	54	1,5	4,5	6	2,008928571	2,5
C7: TOMAS USB	ACCESORIOS USB	2	10	2	0,833333333	2	0,496031746	1,5

**Tabla 11. Cálculos circuitos eléctricos 12V. Fuente: Elaboración propia.**

## INSTALACIÓN 230V

Como ya se mencionó, la instalación eléctrica a 230 V solo consta de un circuito para los enchufes. El principal requisito de esta instalación es la autosuficiencia, y por tanto, el hecho de utilizar aparatos a gas y a 12 V permitirá lograrlo sin grandes complicaciones.

Para la instalación de baja tensión se consultó primeramente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Después de analizar detenidamente todas sus Instrucciones Técnicas Complementarias, no se encontró ninguna que hiciera referencia a este tipo de instalación.

Ante esta situación, se realizó una consulta en la Dirección General de Industria y, tras analizar la cuestión planteada, reconocieron que no existe regulación para las instalaciones de baja tensión en el interior de vehículos.

Por lo tanto, este tipo de instalaciones en vehículos vivienda se encuentra en un vacío legal, quedando a juicio del instalador su diseño.

Para garantizar la máxima seguridad posible ante la ausencia de normativa, se envía un diseño de la instalación al técnico de Industria con el que se ha realizado la consulta, mostrando conformidad con la propuesta enviada.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos para el caso real y para un caso de máxima potencia:

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTES	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	INTERRUPTOR PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN PROYECTADA (mm <sup>2</sup> )
C8: ENCHUFES 230V	TV, PORTÁTIL Y MÓVIL	3	123	5	0,534782609	16	0,044275833	2,5
C8: ENCHUFES 230V	MAXIMA POTENCIA	EXCEPCIÓN	1000	5	4,347826087	16	0,359966121	2,5

**Tabla 12. Cálculos circuitos eléctricos 12V. Fuente: Elaboración propia.**

## 8.14 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

La instalación de fontanería se encargará de proporcionar agua a los distintos grifos de la furgoneta. El componente encargado de esta tarea es la bomba de presión, que mediante la apertura de cualquier grifo se pone en funcionamiento automáticamente.

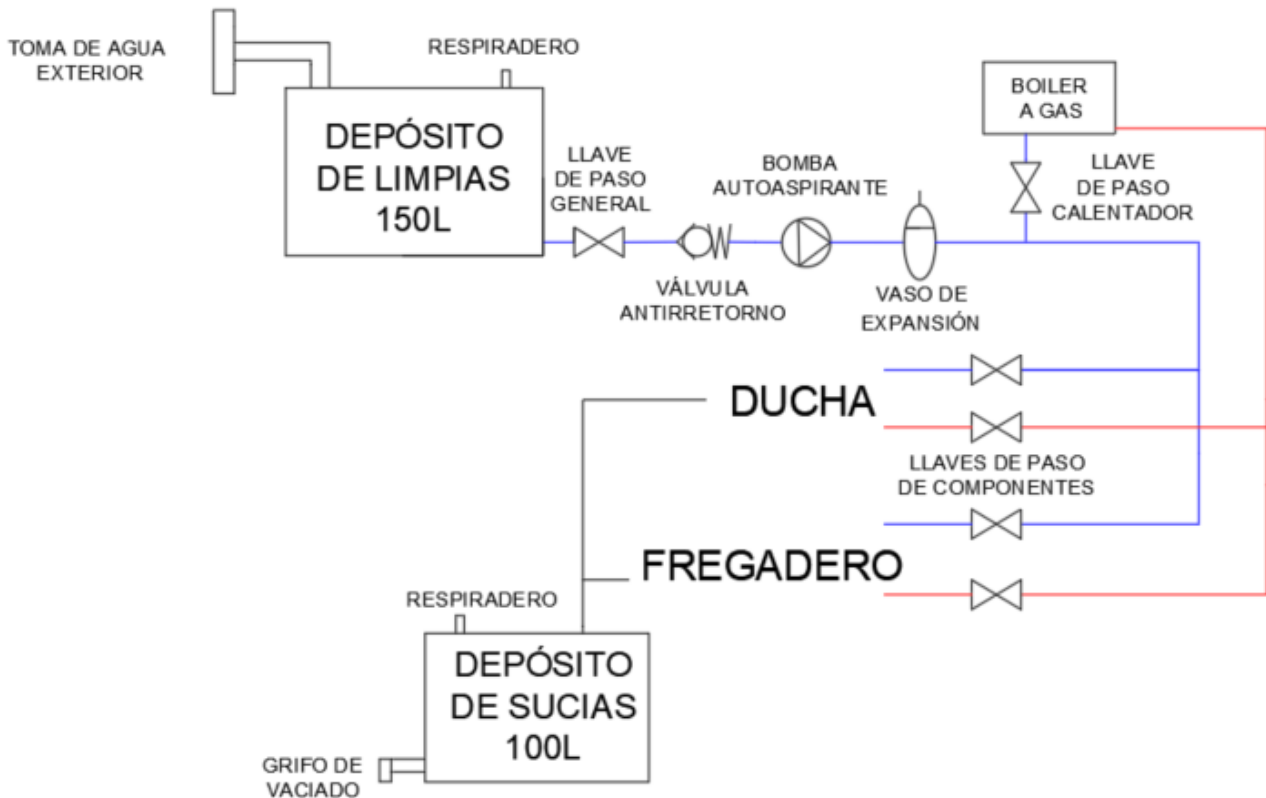
Para tener suficiente autonomía se selecciona un depósito de gran tamaño, y además, gracias al uso de un calentador de gas se dispondrá de agua caliente.

Se trata de una instalación sencilla, pero que debe realizarse adecuadamente, ya que sino podría inundarse la furgoneta.

Con la finalidad de facilitar el proceso de montaje de la instalación de fontanería, se realiza un esquema básico de la instalación, una tabla con todos los componentes necesarios, y por último, un plano en dónde se ubicarán todos los elementos en la furgoneta.

Se debe tener en cuenta el requisito de disponer de agua durante al menos cinco días, por lo que se instalará un depósito de aguas limpias de 150 litros. Además, se instalará un calentador de agua como requisito de disponer de agua caliente.

A continuación, se muestra el esquema básico de la instalación:



**Figura 104. Esquema fontanería. Fuente: Elaboración propia.**

En el esquema, se puede apreciar como desde una toma de agua exterior se puede llenar el depósito de aguas limpias. Para ello, se deberá conectar una bocana de llenado a una manguera flexible de 30 mm de diámetro que llegará al depósito.

Además, del depósito saldrán un respiradero y una manguera flexible reforzada de 10 mm de diámetro.

En el circuito de salida del depósito se instalarán cuatro elementos, los cuales se mencionan a continuación:

Una llave de paso para poder controlar el suministro total de la instalación.

Una válvula antirretorno para evitar el retorno del agua al depósito de aguas limpias.

Una bomba de agua a presión, la cual lleva incorporado un presostato que avisa cuando hay una pérdida de presión en el circuito, y se activa la bomba.

Un vaso de expansión para mantener la presión del circuito constante y proteger la instalación. Se le regula la presión mediante una válvula.

A la salida del vaso de expansión, el circuito se divide en dos mediante un conector de espiga, uno para agua caliente y otro para agua fría. Para dividir o modificar el sentido de los circuitos se usarán este tipo de conectores que se sujetarán mediante abrazaderas metálicas.

El circuito de agua fría continua su camino hasta llegar a otra división, una para el fregadero y otra para la ducha. Antes de llegar a los componentes se instala una llave de paso para cada uno.

El circuito de agua caliente se dirige hacia un boiler de gas que eleva la temperatura hasta en 30°C. A la salida del boiler sigue su camino hasta llegar a otra división, una para el fregadero y otra para la ducha. Antes de llegar a los componentes se instala una llave de paso para cada uno.


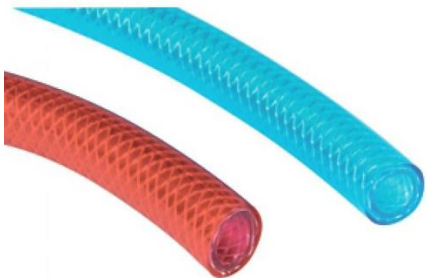
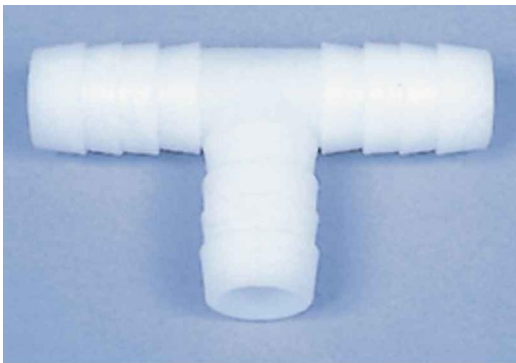
Es importante destacar que para todos los circuitos de agua caliente y fría se utiliza manguera flexible reforzada de 10 mm de diámetro, debido a que los elementos camper trabajan con esta medida de tubería. Las únicas mangueras diferentes son las de llenado y desagüe.

A la salida del fregadero y la ducha se instalará manguera flexible de 30 mm de diámetro que se unirán mediante un conector para el vaciado de las aguas sucias en el depósito.

El depósito de aguas sucias contará con un respiradero y un grifo de vaciado para verter el agua en los lugares adecuados para ello.

A continuación, se muestra una tabla con todos los componentes necesarios para la instalación:



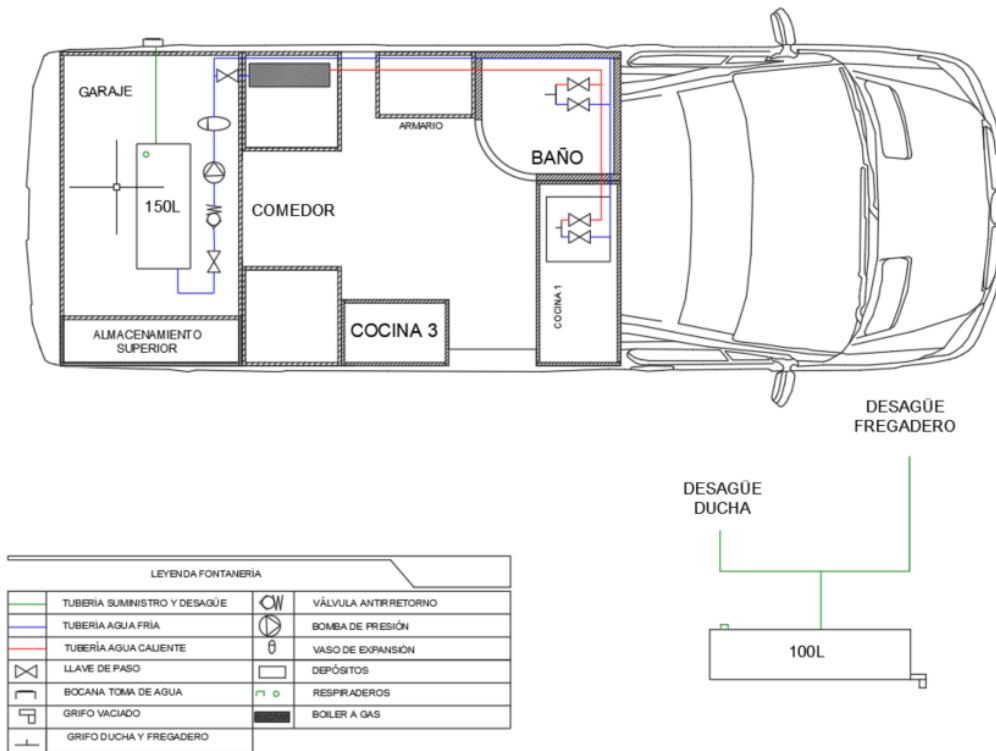
<b>NOMBRE</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<p>MANGUERA FLEXIBLE DE 30 MILÍMETROS DE DIÁMETRO</p>		<p>Manguera para el llenado del depósito y desagüe de los elementos instalados</p>
<p>MANGUERA FLEXIBLE DE 10 MILÍMETROS DE DIÁMETRO</p>		<p>Tubo de agua reforzado 10 mm interior y 15 mm exterior. Para agua fría y caliente.</p>
<p>CONECTORES DE ESPIGA</p>		<p>Conectores de diferentes tipos para las divisiones de los circuitos</p>

<p>ABRAZADERAS</p>		<p>Abrazaderas de tubo de ajustable para unir las mangueras con los conectores</p>
<p>LLAVES DE PASO</p>		<p>Llaves de paso para cortar el suministro de agua</p>
<p>RESPIRADEROS</p>		<p>Pasa muro para conseguir que el depósito respire</p>

<p><b>BOCANA DE LLENADO</b></p>		<p>Diámetro exterior 120 mm.</p> <p>Diámetro encastre 85 mm.</p> <p>Diámetro de salida 40 mm.</p>
<p><b>VÁLVULA ANTIRRETORNO</b></p>		<p>Válvula de retención de 10 mm.</p> <p>Evita que el agua fluya hacia atrás por una tubería.</p>
<p><b>BOMBA DE PRESIÓN</b></p>		<p>Tiene una presión de 30 PSI - 2.1 BAR.</p> <p>El caudal es de 10,6 litros por minuto y 2.8 GMP.</p>

<p>VASO DE EXPANSIÓN</p>		<p>Vaso de expansión Fiamma. Conexión de manguera de 10-12mm Medidas: 234 x 154 x 98 mm.</p>
<p>BOILER A GAS</p>		<p>Calentador de agua portátil que funciona con gas y permite disponer de agua caliente en la furgoneta</p>
<p>DEPÓSITO DE AGUAS LIMPIAS Y SUCIAS</p>		<p>Depósitos universales para almacenamiento o tanto de aguas sucias como de limpias</p>

Tabla 13. Materiales fontanería. Fuente: Elaboración propia.

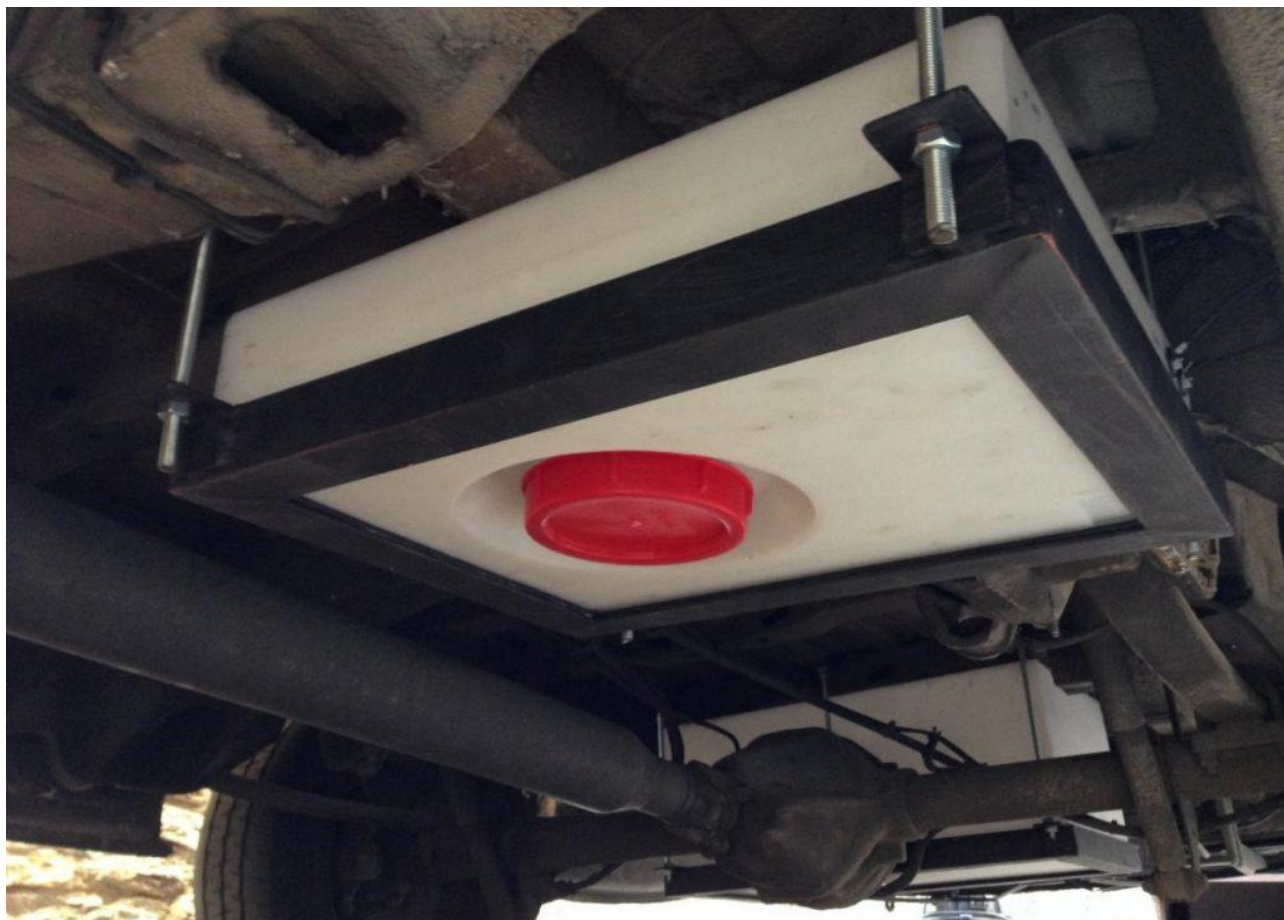


**Figura 105. Disposición fontanería. Fuente: Elaboración propia.**

En el dibujo de la Figura 105 se pueden apreciar la toma exterior ubicada en el lateral izquierdo de la furgoneta, el depósito en el garaje junto con los elementos de suministro del agua y el boiler situado bajo el asiento del comedor.

Las instalaciones de tuberías se realizan lo más próximas a los laterales de la furgoneta, siempre aisladas de los elementos eléctricos.

El depósito de aguas sucias se localiza en los bajos de la furgoneta cómo puede apreciarse en la figura 106.



**Figura 106. Depósito en los bajos de la furgoneta. Fuente:  
[www.homologatucamper.es](http://www.homologatucamper.es)**



## 8.15 INSTALACIÓN DE GAS

Se opta por realizar una instalación de gas para reducir el consumo de electricidad, ya que algunos electrodomésticos en su versión eléctrica tendrían un consumo elevado. En concreto, se utilizará un calentador de agua y un horno cocina en versión de gas.

La instalación la deberá realizar un técnico autorizado y emitir el boletín de gas correspondiente. Su montaje está bastante claro en la normativa, por lo que la única propuesta ha sido intentar que todos los accesorios a gas estén lo más próximos a la bombona que se pueda, debido a la inflamabilidad del gas.

En primer lugar, se selecciona la ubicación de la bombona de gas. Para este proyecto, la bombona tendrá una capacidad de 16 Kg y se ubicará bajo el fregadero, en el módulo de cocina. También se instalará un detector de gas como protección ante posibles fugas.

Se deberá crear un compartimento como el del segundo caso mencionado en el análisis de soluciones. Un compartimento estanco que incorpore una rejilla de ventilación, con la bombona colocada en posición vertical, la puerta del compartimento debe salvar un salto de más de 5 cm y no debe haber ningún aparato eléctrico en el compartimento.

### CONEXIONES

Para la conexión de las bombonas, se deberá utilizar una válvula reguladora de presión de 30 mbar, un sistema de seguridad anti-presión de 150 mbar, el tubo flexible que va desde la bombona a la instalación fija no será superior a 40 cm y se etiquetará la presión de la instalación.

Los electrodomésticos se conectarán mediante sistemas rígidos de rosca, nunca con soldaduras.

Las tuberías utilizarán conexiones con anillo de apriete, por capilaridad, conexión mecánica abocardada, conexión por compresión y conexión roscada para boquilla.

### TUBERÍAS

Al instalar dos electrodomésticos se hace necesaria la instalación con tubería fija. El diámetro debe oscilar entre los 6 mm y 12 mm y pueden ser de cobre, acero soldado, acero sin soldadura o acero inoxidable.



En este proyecto se propone utilizar tuberías de cobre de 8 mm de diámetro, por lo que las fijaciones irán como máximo cada 50 cm.

El cableado eléctrico y las tuberías se colocarán paralelamente con una separación mínima de 3 cm.

Cuando existan intersecciones con el cableado eléctrico deberá haber una distancia superior a 1 cm, siempre protegiendo el cableado con canaleta o tubo corrugado.

## VÁLVULAS

Se deberá instalar en la parte fija de la instalación una válvula de corte general y una para cada dispositivo conectado a la instalación.

## ELECTRODOMÉSTICOS A GAS

Todos los electrodomésticos a gas deberán llevar el marcado de conformidad CE, los calentadores llevarán el compartimento estanco para la llama.

Los electrodomésticos de gas que se instalarán son los siguientes:

<b>NOMBRE</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
COCINA DE GAS CON HORNO CAMP4		Cocina y horno en un solo dispositivo con unas dimensiones de 54 cm x 30 cm x 46 cm, que tiene un peso de 16 kg

<p>CALENTADOR DE AGUA A GAS 12V</p>		<p>Calienta el agua de 30° a 55° C con auto encendido y unas dimensiones de 25 cm x 30 cm x 35 cm. Tiene un peso de 11Kg.</p>
-------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14. Componentes a gas. Fuente: Elaboración propia.**

La ubicación de la cocina de gas con horno se mencionó en el apartado de cocina. El calentador de gas se situará en el módulo de la cocina, debido a su cercanía con la bombona de gas, la ducha y el fregadero.

## 8.16 MODIFICACIONES OVERLANDER



Las modificaciones overlander tienen como propósito dotar a la furgoneta de unas características que le permitirán desplazarse por lugares remotos y con difíciles accesos. Se pretende conseguir un vehículo capaz de llegar a casi cualquier lugar disfrutando del camino.



Las principales modificaciones que permiten a este tipo de vehículo conseguir esas características son las suspensiones y los neumáticos, ya que facilitaran el paso por trayectos salvajes, pero no son las únicas. A continuación, se describen las modificaciones propuestas.




En este apartado de solución adoptada, se pretende comprender ordenadamente de la información específica de cada uno de los elementos exteriores que serán incorporados en la furgoneta, para dotarle de las características mencionadas.

Para ello, se realiza la tabla 15 con cada una de las piezas y sus especificaciones básicas. Hay que destacar, que en EL ANEXO INSTRUCCIONES DE MONTAJE aparecen los manuales de montaje e información técnica necesaria para el montaje de los componentes.

En este tipo de vehículos es bastante difícil encontrar componentes 4x4, por lo que el albergar toda la documentación en este anexo, facilitará al ejecutor del proyecto disponer los de toda la información necesaria para realizar las reformas. Algunas piezas provienen de EEUU, por lo que se ha buscado un distribuidor en Europa que realice envíos a Canarias.

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
<p>BACA DE TECHO SLIMLINE II</p>		<p>Baca de 2772mm de largo para Mercedes Benz Sprinter sin pistas de fábrica, contiene la bandeja Slimline II, deflector de viento y 8 pies.</p>
<p>PARACHOQUES DELANTERO PARA CABESTRANTE</p>		<p>Parachoques de cabestrante.  Se fija a los (8) pernos de 8 mm en la parte delantera del chasis y (2) de 12 mm en la parte inferior.</p>

<p>CABESTRANTE WARN ZEON8</p>	 <p>A black Warn Zeon8 winch with a silver cable and a red strap. The word 'WARN' is visible on the top and the strap, and 'ZEON8' is on the side.</p>	<p>Capacidad de arrastre: 3.630 Kg.</p> <p>Motor 12v.</p> <p>Cable de: 9,5 mm. x 30,5 m.</p> <p>Mando de cable 3,7 m.</p> <p>Peso aproximado: 45 Kg.</p>
<p>SOPORTE RUEDA PORTÓN TRASERO</p>	 <p>A black metal support structure for a rear door wheel, mounted on the side of a white van. The structure has 'WARN' and 'WINTER' branding.</p>	<p>Anclaje para la rueda regulable</p> <p>Apertura de 180 grados.</p> <p>Pintura anticorrosión.</p> <p>Fácil Montaje</p>

<p>SNORKEL</p>	 <p><b>BRAVO SNORKEL</b> Ref. SMSP</p>	<p>Material: ExxonMobil LLDPE LL 8446.21</p> <p>Diámetro Head: 89 mm</p> <p>Peso: 6,1 kg</p>
<p>AMORTIGUADOR ES DE AJUSTE RÁPIDO DELANTERO Y TRASERO</p>		<p>Cada amortiguador se ajusta específicamente al peso del vehículo. Diseñado para suavizar la dureza experimentada en las carreteras.</p>
<p>SEPARADORES MERCEDES SPRINTER</p>	 <p><b>FORCE</b> GRAVITY FORCES JAPAN MOTORSPORT</p> <p>wheel spacers</p> <p>2mm 3mm 4mm 10mm 12.5mm 15mm 17.5mm 20mm</p> <p>conical seat ball seat</p> <p><b>FORCE</b></p> <p>WWW.GRAVITY-FORCES.COM</p> <p>SATISFACTION 100% GUARANTEE</p>	<p>Anclaje 6 x 130 Buje 84.1 Gravity Forces Gforce</p> <p>- 3 cm D/F con centrador (doble tornillería específica + antirrobo).</p>

<p>ALETINES</p>		<p>Aletines universales +4.0 cm. Una tira de 6 metros. Para fijación lateral inferior.</p>
<p>NEUMÁTICOS BF GOODRICH ALL-TERRAIN</p>		<p>El neumático 245/75SR16 120/116S ALL TERRAIN T/A KO2 cuenta con una anchura de 245 milímetros, un perfil de 75 y un diámetro de 16 pulgadas.</p>

Tabla 15. Componentes exteriores. Fuente: Elaboración propia.

## 9. PRESUPUESTO

Se ha solicitado a diferentes empresas presupuestos del material necesario para la ejecución de este proyecto y se ha obtenido un presupuesto total de ejecución material de 13.849,85€ TRECE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON OCHENTA Y CINCO EUROS.

Cabe destacar que más del 60% del presupuesto está destinado a las modificaciones overlander.

Además, hay que tener en cuenta en el presupuesto, la compra del vehículo de segunda mano por 14.000,00 € CATORCE MIL EUROS.

En el DOCUMENTO PRESUPUESTO se puede ver el desglose de este.

## 10. PLANIFICACIÓN

Para la ejecución del proyecto se han ordenado las actividades a realizar teniendo en cuenta que las instalaciones no se deben realizar al final. También se ha estimado una duración de cada actividad y se ha reflejado en un diagrama de Gantt.



## DIAGRAMA DE GANTT PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actividad	Inicio	Final	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov	05-nov	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	12-nov	13-nov	14-nov	15-nov	16-nov	17-nov	18-nov	19-nov	20-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	25-nov	26-nov	27-nov	28-nov	29-nov	30-nov	01-dic	02-dic	03-dic	04-dic	
VENTANAS Y CLARABOYAS	01/11/2021	01/11/2021	■																																		
AISLAMIENTO	02/11/2021	02/11/2021		■																																	
SUELO	03/11/2021	03/11/2021			■																																
RASTRELADO	04/11/2021	05/11/2021				■	■																														
I.ELÉCTRICA	06/11/2021	10/11/2021					■	■	■	■	■																										
I.FONTANERÍA	11/11/2021	12/11/2021									■	■																									
I.GAS	13/11/2021	14/11/2021										■	■																								
REVESTIMIENTO	15/11/2021	17/11/2021												■	■	■	■																				
BAÑO	18/11/2021	20/11/2021																	■	■	■																
COCINA	21/11/2021	24/11/2021																				■	■	■	■												
CAMA	25/11/2021	25/11/2021																										■									
COMEDOR	26/11/2021	26/11/2021																											■								
GARAJE	27/11/2021	27/11/2021																												■							
ALMACENAMIENTO	28/11/2021	28/11/2021																													■						
M.OVERLANDER	29/11/2021	04/12/2021																																			■

Tabla 16. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

## **11. ORDEN DE PRIORIDAD**

Si durante la ejecución del proyecto existiera algún tipo de confusión o discrepancia en los documentos, el orden de prioridad que se deberá seguir será el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANEXOS**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**

## ÍNDICE ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS.....	160
ANEXO I: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	162
ÍNDICE ANEXO I: .....	163
1. INTRODUCCIÓN.....	164
2. CIRCUITOS.....	165
3. PREVISIÓN DE POTENCIA .....	166
4. DIMENSIONADO BATERÍA.....	167
5. DIMENSIONADO PLACA SOLAR .....	168
6. INSTALACIÓN A 12 V (CORRIENTE CONTINUA DC).....	169
7. CÁLCULOS CORRIENTE CONTINUA .....	170
8. CÁLCULOS CORRIENTE ALTERNA .....	170
ANEXO II: MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO.....	172
ÍNDICE ANEXO II .....	173
1. INTRODUCCIÓN.....	174
2. DOCUMENTACIÓN NECESARIA .....	174
3. REFORMAS QUE REQUIEREN HOMOLOGACIÓN .....	175
ANEXO III: MANUALES DE INSTRUCCIONES.....	186
ÍNDICE ANEXO III .....	187
1. MANUAL DE INSTRUCCIONES BACA.....	188
2. MANUAL DE INSTRUCCIONES SNORKEL .....	193
3. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARACHOQUES CABESTRANTE .....	195
4. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CABESTRANTE.....	223
5. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORTIGUADOR DELANTERO .....	230
6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORIGUADOR TRASERO.....	255





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANEXO I: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**



## ÍNDICE ANEXO I:

ÍNDICE ANEXO I: .....	163
1. INTRODUCCIÓN .....	164
2. CIRCUITOS .....	165
3. PREVISIÓN DE POTENCIA .....	166
4. DIMENSIONADO BATERÍA.....	167
5. DIMENSIONADO PLACA SOLAR .....	168
6. INSTALACIÓN A 12 V (CORRIENTE CONTINUA DC).....	169
7. CÁLCULOS CORRIENTE CONTINUA .....	170
8. CÁLCULOS CORRIENTE ALTERNA .....	170

## 1. INTRODUCCIÓN

La instalación eléctrica para esta furgoneta consta de dos tensiones. Alberga una instalación de 12V para la mayoría de los elementos de la instalación y otra de 230V para los enchufes, obtenida a través de un inversor.

En este anexo se calcularán todos los datos necesarios para proceder a la instalación eléctrica de la furgoneta.

Al tratarse de un furgón vivienda, el espacio es reducido y, por tanto, hay que realizar la instalación lo más ordenada posible.

En primer lugar, el cuadro eléctrico se situará en el módulo de mobiliario, concretamente en el espacio más alto del armario y junto al inversor. Desde ese punto, se distribuirá el tendido eléctrico por toda la furgoneta.

Para facilitar la comprensión de los siguientes apartados y que sirva como apoyo se realiza un esquema básico de la instalación eléctrica. El cable de color rojo hace referencia al positivo y el azul al negativo.

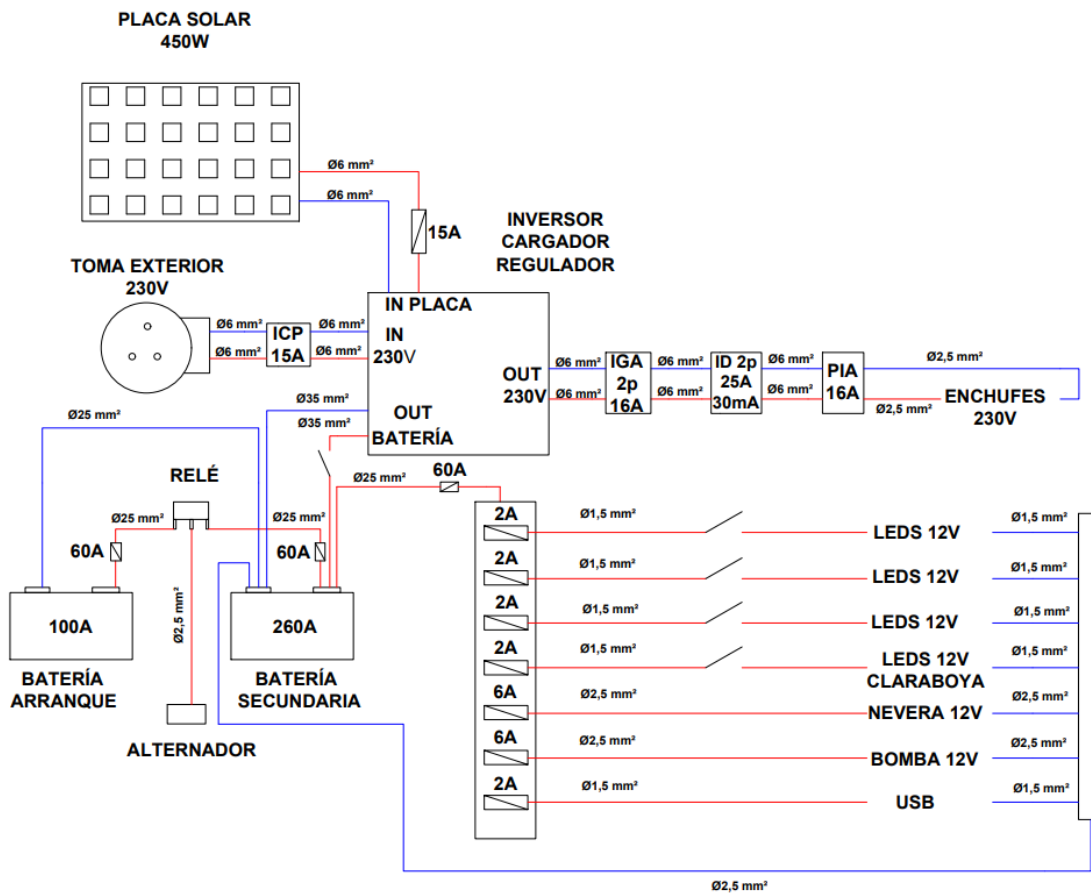


Figura 107. Esquema eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

## 2. CIRCUITOS

La instalación eléctrica contará con ocho circuitos eléctricos, cuatro estarán destinados a iluminación (C1, C2, C3 y C4), uno para la nevera (C5), uno para la bomba de agua (C6), uno para tomas USB (C7) y otro para los enchufes a 230V (C8).

La alimentación de los circuitos se hará de forma combinada con la generación de energía a través del panel solar, mediante el alternador y con la conexión a la toma exterior. Estas tres formas de generación de energía permiten garantizar mayor seguridad y autosuficiencia.

### 3. PREVISIÓN DE POTENCIA

Respecto a la potencia prevista se deben estudiar todas las potencias de los diferentes componentes para conocer el consumo global de la instalación eléctrica. Se realizará un cálculo del consumo diario estimado para instalar una batería que se adecue a esas necesidades.

$$[W \text{ (Wattios aparato)} \times h \text{ (horas/día)} = \text{Wh}/24]$$

Se debe tener en cuenta que las neveras solo consumen un tercio de la potencia, ya que tienen estados de reposo en donde no se consume energía. Para el cálculo de la nevera, se estima un tiempo de uso diario de 8 horas.

Los aparatos que se conectarán a los enchufes a 230V serán un televisor, un portátil y un teléfono móvil.

A continuación, mediante la siguiente tabla se muestra la potencia de cada componente, sus horas de funcionamiento y su consumo diario.

COMPONENTES	UNIDADES	POTENCIA (Wh)	POTENCIA PREVISTA (Wh)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO (h)	POTENCIA DIARIA (Wh/24h)
FOCO DE TECHO LED 12V	4	1,5	6	4	24
LED CLARABOYA	1	5	5	2	10
NEVERA DE COMPRESOR	1	48	48	8	384
BOMBA DE AGUA	1	54	54	0,5	27
TOMAS USB	2	5	10	2	20
TELEVISOR	1	45	45	2	90
TELÉFONO	1	18	18	1,5	27
PORTÁTIL	1	60	60	2	120
				<b>TOTAL DIARIO</b>	<b>702</b>

**Tabla 17. Potencias elementos calculadas. Fuente: Elaboración propia.**

Se obtiene un consumo estimado por día de 702 Wh/día de todos los circuitos, por lo que ahora se analizará cada circuito por separado. Así, se podrá ver el consumo de la instalación del circuito 8 (C8), la cual corresponde a los enchufes a 230V.

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	POTENCIA DIARIA (Wh/24h)
C1: ILUMINACIÓN 1	FOCO DE TECHO LED 12V	2	3	12
C2: ILUMINACIÓN 2	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	6
C3: ILUMINACIÓN 3	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	6
C4: ILUMIACIÓN 4	LED CLARABOYA	1	5	10
C5: NEVERA	NEVERA DE COMPRESOR	1	48	384
C6: BOMBA DE AGUA	BOMBA DE AGUA	1	54	27
C7: TOMAS USB	ACCESORIOS USB	2	10	20
C8: ENCHUFES 230V	TV, PORTÁTIL Y MÓVIL	3	123	237
		<b>TOTALES</b>	<b>246</b>	<b>702</b>

**Tabla 18. Cálculo potencias circuitos. Fuente: Elaboración propia.**

Se puede observar como la potencia que corresponde a la instalación a 230V no es elevada. Los tres aparatos eléctricos que funcionarían de manera simultánea consumirían 123 W. A lo largo de un día, tendrían un consumo de 237 Wh/24h.

#### 4. DIMENSIONADO BATERÍA

A continuación se deberá seleccionar la capacidad de una batería que sea capaz de almacenar la energía necesaria cada día. Se debe tener en cuenta la profundidad de descarga de la batería, que depende del tipo de batería elegido. En este proyecto, se selecciona una batería de gel de 12V, que tienen una profundidad de descarga del 70%.

Mediante la siguiente fórmula, se procede a calcular la capacidad necesaria de la batería para un día de funcionamiento:

**Capacidad de la batería = (energía necesaria) / (Voltaje \* profundidad de descarga de la batería)**

**Capacidad de la batería = (936 Wh/día) / (12V \* 0,7) = 111,43 Ah**

Este valor, se trata de la capacidad mínima que debe tener la batería para proporcionar la energía necesaria a lo largo de un día.

Cuando las condiciones climáticas sean desfavorables y exista gran nubosidad, la placa solar producirá menos energía, por tanto, para evitar descargas perjudiciales para la batería y poder disponer de autonomía, se selecciona una batería de gel a 12 V de 260 Ah.

Con esa autonomía se podrá aguantar más de dos días sin aporte energético, a pesar de no ser lo más recomendable.

Los cálculos de esta instalación están sobredimensionados para garantizar la autonomía energética, ya que la placa solar, es capaz de suministrar más energía que la que se consume durante un día.

De igual manera, para garantizar que en todo momento se dispone de energía, se instalarán dos fuentes de alimentación extra para la batería que se describen a continuación.

## 5. DIMENSIONADO PLACA SOLAR

Para la instalación eléctrica se ha seleccionado una placa solar monocristalina de 450W. A continuación, se estudiará si cumple con los requisitos de autosuficiencia energética.

En primer lugar, al total de consumos estimado por día se le aplicará un rendimiento del 75%. Esto es debido a que las instalaciones no son perfectas y sufren pérdidas, por tanto:

$$\text{Total energía necesaria (Ten)} = 702 \text{ Wh/día} / 0,75 = 936 \text{ Wh/día}$$

El mes más desfavorable de radiación en Tenerife es diciembre con 3 kWh/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se dimensionará la instalación para las condiciones mensuales más desfavorables de insolación, y así se asegura de que se cubrirá la demanda durante todo el año.

Una vez se conoce la radiación solar incidente, se divide entre la radiación solar incidente que se utiliza para calibrar los módulos. (1 kW/m<sup>2</sup>), y como resultado se obtiene la cantidad de horas sol pico (HSP).

$$\text{HSP} = 3 \text{ kWh/m}^2 / 1 \text{ kWh/m}^2 = 3 \text{ HSP}$$

Una vez obtenido el número de horas de sol pico (3 HSP), conocida la potencia pico del módulo a instalar (450W) y calculada la energía necesaria (936 Wh/día), se procede a calcular el número de módulos para la instalación.

Se debe tener en cuenta que los paneles solares suelen tener un rendimiento de trabajo del 80%.

$$\text{Número de módulos} = (\text{energía necesaria}) / (\text{HSP} * \text{rendimiento de trabajo} * \text{potencia pico del módulo})$$

$$\text{Número de módulos} = 936 \text{ Wh/día} / (3\text{HSP} * 0,8 * 450\text{W}) = 0,86 \text{ módulos}$$

El número de módulos requerido es menor a la unidad, por tanto, con la instalación de un único panel solar de 450 W, se podrá garantizar que en las condiciones más desfavorables, será capaz de suministrar la energía consumida cada día.

## 6. INSTALACIÓN A 12 V (CORRIENTE CONTINUA DC)

Para evitar un mal funcionamiento de los aparatos eléctricos, lo primero a tener en cuenta es la caída de tensión admisible. Para garantizar la seguridad se establece un máximo del 1 %. Por lo tanto:

$$\Delta V = 12 \text{ V} * 0,01 = 0,12 \text{ V}$$

Una vez calculada la caída de tensión, lo siguiente será conocer la intensidad que va a circular por cada cable. Para ello, se hace uso de la siguiente fórmula de potencia eléctrica:

$$P = V * I$$

Al tratarse de corriente continua la tensión es 12 V, y la potencia será la que consuma cada aparato eléctrico. La intensidad se calcula para seleccionar un fusible que proteja al cable de no quemarse, y a su vez, a los aparatos eléctricos que no dispongan de fusibles incorporados.



Se calculará la sección de cable a través de la siguiente fórmula y con el resultado se proyectará la sección normalizada.

$$S = 2 * L * I / C * AV$$

## 7. CÁLCULOS CORRIENTE CONTINUA

El suministro de energía hacia los elementos a 12 V se realiza desde la batería secundaria. A continuación, se adjunta una tabla resumen de la instalación de corriente continua de la furgoneta.

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	FUSIBLE PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN PROYECTADA (mm <sup>2</sup> )
C1: ILUMINACIÓN 1	FOCO DE TECHO LED 12V	2	3	2,5	0,25	2	0,186011905	1,5
C2: ILUMINACIÓN 2	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	1	0,125	2	0,037202381	1,5
C3: ILUMINACIÓN 3	FOCO DE TECHO LED 12V	1	1,5	2	0,125	2	0,074404762	1,5
C4: ILUMIACIÓN 4	LED CLARABOYA	1	5	1,5	0,416666667	2	0,186011905	1,5
C5: NEVERA	NEVERA DE COMPRESOR	1	48	2	4	6	2,380952381	2,5
C6: BOMBA DE AGUA	BOMBA DE AGUA	1	54	1,5	4,5	6	2,008928571	2,5
C7: TOMAS USB	ACCESORIOS USB	2	10	2	0,833333333	2	0,496031746	1,5

**Tabla 19. Cálculos corrientes continua. Fuente: Elaboración propia.**

## 8. CÁLCULOS CORRIENTE ALTERNA

A continuación, se adjunta una tabla resumen de la instalación de corriente alterna de la furgoneta.

CIRCUITOS CUADRO ELÉCTRICO	COMPONENTES	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	INTERRUPTOR PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN PROYECTADA (mm <sup>2</sup> )
C8: ENCHUFES 230V	TV, PORTÁTIL Y MÓVIL	3	123	5	0,534782609	16	0,044275833	2,5
C8: ENCHUFES 230V	MAXIMA POTENCIA	EXCEPCIÓN	1000	5	4,347826087	16	0,359966121	2,5

**Tabla 20. Cálculo corriente alterna. Fuente: Elaboración propia.**





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANEXO II: MODIFICACIONES DEL VEHÍCULO**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**

## ÍNDICE ANEXO II

ÍNDICE ANEXO II .....	173
1. INTRODUCCIÓN .....	174
2. DOCUMENTACIÓN NECESARIA .....	174
3. REFORMAS QUE REQUIEREN HOMOLOGACIÓN .....	175

## 1. INTRODUCCIÓN

Como ya se mencionó en el alcance de este TFG, la realización del proyecto de homologación no es objeto de este proyecto. Lo que se pretende con este anexo es explicar de manera concisa cada uno de los documentos que se deben presentar en la ITV para legalizar la reforma.

El vehículo seleccionado se trata de una furgoneta Mercedes-Benz Sprinter del año 2016. Se trata de un vehículo que pertenece a la categoría N1. Esta categoría engloba a los vehículos a motor destinados al transporte de mercancías y que tengan por lo menos cuatro ruedas, o tres ruedas y un peso máximo superior a 1 tonelada e inferior a 3,5 toneladas.

En esta conversión a vivienda se le realizarán tanto modificaciones interiores como exteriores que afectarán a varios códigos de reformas (CR). A su vez, existen actos reglamentarios (AR) que son aplicables a cada código de reforma teniendo en cuenta su campo de aplicación y la categoría del vehículo al que se realiza la transformación.

## 2. DOCUMENTACIÓN NECESARIA

**-Proyecto técnico:** El proyecto deberá seguir el forma establecido en el preámbulo del Manual de Reformas de Vehículos, y contendrá el objeto del proyecto, las características del vehículo antes y después de la reforma, los cálculos técnicos justificativos de aplicación, esquemas y fotografías de la reforma realizada, etc.

**-Certificado de dirección final de obra:** Deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula y una o varias fotografías del vehículo después de la reforma), reformas realizadas y taller/es donde se ha/n ejecutado la/s reforma/s. Las fotografías deben mostrar el aspecto general del vehículo y los detalles de la reforma realizada.

**-Informe de conformidad:** Si la transformación de un vehículo implica distintas reformas, el emisor del informe (Laboratorio Técnico de Reformas) deberá identificarlas mediante los códigos de reformas asignados en el Manual de Reformas de Vehículos.

**-Certificado de taller:** Debe especificar en el apartado de Observaciones la identificación de los equipos o sistemas modificados y especificando antes de su apartado de firma que se garantiza que se cumple lo previsto en el artículo 6 del

Reglamento General de vehículos y, en su caso, en el artículo 9 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2010, de 16 de abril.

### **3. REFORMAS QUE REQUIEREN HOMOLOGACIÓN**

A continuación, se exponen las diferentes reformas mencionadas en este proyecto, su campo de aplicación, los actos reglamentarios y la documentación necesaria para su homologación.

**1.3:** Al instalar un nuevo paragolpes se deberá cambiar el emplazamiento de la matrícula.

<b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b> I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O <b>Grupo Nº 1. Identificación</b> (1.3)
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten a la identificación del vehículo</b>
1.3.- Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula

<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>									
Categorías:									
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a:									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Salientes exteriores	74/483/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
<b>Ver Apartado 4 del preámbulo.</b>											

<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
NO	NO	SÍ	SÍ	NO

**Figura 108. Reforma 1.3. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**



4.4: Debido a la instalación de los separadores se produce una modificación del ancho de vía que requiere homologación.

<b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b> I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O <b>Grupo Nº4. Ejes y ruedas</b> (4.4)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten a la configuración de ejes y ruedas</b>
4.4.- Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía

CAMPO DE APLICACIÓN									
Categorías									
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

ACTOS REGLAMENTARIOS											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Guardabarros	78/549/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protección lateral	89/297/CEE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	(2)	(2)
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	-	-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neumáticos	92/23/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Protección delantera contra empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-
Ver Apartado 4 del preámbulo.											

DOCUMENTACIÓN NECESARIA				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
SI	SI	SI	SI	NO

Figura 109. Reforma 4.4. Fuente: Manual de reformas de vehículos.

**4.5:** La instalación de los neumáticos requiere homologación debido a que no son equivalentes, sin embargo, no requiere ensayo de frenada como se mencionó anteriormente.

<b>DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten a la configuración de ejes y ruedas</b>
4.5.- Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes

CAMPO DE APLICACIÓN									
Categorías									
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

ACTOS REGLAMENTARIOS												
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a										
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	(2)	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Frenado	71/320/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Velocímetro y marcha atrás	75/443/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Guardabarros	78/549/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Protección lateral	89/297/CEE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	(2)	(2)	
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	-	-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Neumáticos	92/23/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-	
Protección de los peatones	2003/102/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	
<b>Ver Apartado 4 del preámbulo.</b>												

DOCUMENTACIÓN NECESARIA				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
NO	NO	SI	SI	NO

**Figura 110. Reforma 4.5. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**

**5.1:** La instalación de la nueva suspensión de vancompass conlleva la reforma y homologación correspondiente.

<b>DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten al sistema de suspensión del vehículo</b>
5.1.- Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos

CAMPO DE APLICACIÓN									
Categorías									
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

ACTOS REGLAMENTARIOS											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Frenado	71/320/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Guardabarros	78/549/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protección lateral	89/297/CEE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	(2)	(2)
Sistemas anti proyección	91/226/CEE	-	-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-
Protección de los peatones	2003/102/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Ver Apartado 4 del preámbulo.											

DOCUMENTACIÓN NECESARIA				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
SI	SI	SI	SI	NO

**Figura 111. Reforma 5.1. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**

**8.31:** La conversión a vivienda se rige por esta reforma y en la tarjeta ITV solamente se anotará “instalación de mobiliario”.

<b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b>											
I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O											
Grupo Nº 8. Carrocería											
(8.31)											
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Reformas que afecten al acondicionamiento interior de los vehículos											
<b>ACONDICIONAMIENTO INTERIOR</b>											
Acondicionamiento de vehículos cuando la cabina está integrada en la carrocería											
8.31.- Instalación o desinstalación de elementos fijos que afectan a la estructura del espacio destinado a carga del vehículo											
<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>											
Categorías											
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>		
NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO		
<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	x	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	x	x	x	x
Autobuses y Autocares	2001/85/CE	x	(2)	(2)	-	-	-	x	x	x	x
Homologación autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 36R	x	(2)	(2)	-	-	-	x	x	x	x
Homologación autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 52R	x	(2)	(2)	-	-	-	x	x	x	x
Autobuses y Autocares	Reglamento CEPE/ONU 107R	x	(2)	(2)	-	-	-	x	x	x	x
Sistemas de Calefacción	2001/56/CE	x	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	x	x	x	x
Ver Apartado 4 del preámbulo.											
<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>											
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional							
SI	SI	SI	SI	SI							

**Figura 112. Reforma 8.31. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**

Documentación adicional: Los furgones vivienda aportarán certificados de cumplimiento con la reglamentación de instalación de gas (RD 919/2006) y de baja tensión (RD 842/2002) si ha sido instalado.

**8.50:** La instalación del paragolpes y el soporte de rueda modifican la longitud de la furgoneta.

<b>DESCRIPCIÓN: Reformas que afecten al acondicionamiento exterior de los vehículos</b>											
<b>ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR</b> Estructura del vehículo <b>8.50.-</b> Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero											
<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>											
<b>Categorías</b>											
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>		
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Salientes exteriores	74/483/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-
Protección de los peatones	2003/102/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
<b>Ver Apartado 4 del preámbulo.</b>											
<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>											
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional							
SI	SI	SI	SI	NO							

**Figura 113. Reforma 8.50. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**

**8.51:** La instalación de las ventanas y claraboyas modifican la carrocería de la furgoneta.

<b>DESCRIPCIÓN: Reformas que afecten al acondicionamiento exterior de los vehículos</b>
<b>ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR</b> Estructura del vehículo 8.51.- Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo

CAMPO DE APLICACIÓN									
Categorías									
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

ACTOS REGLAMENTARIOS												
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a										
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	(2)	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Autobuses y autocares	2001/85/CE	-	(2)	(2)	-	-	-	-	-	-	-	
Salientes exteriores	74/483/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Campo de visión delantera	77/649/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guardabarros	78/549/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sistemas anti-proyección	91/226/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cristales de seguridad	92/22/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-	
Colisión frontal	96/79/CE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colisión lateral	96/27/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-	
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	
Resistencia mecánica a la estructura	Reglamento CEPE/ONU 66R	-	(2)	(2)	-	-	-	-	-	-	-	
Protección de los peatones	2003/102/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	
Ver Apartado 4 del preámbulo.												

DOCUMENTACIÓN NECESARIA				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
SI	SI	SI	SI	NO

Figura 114. Reforma 8.51. Fuente: Manual de reformas de vehículos.

**8.52:** La instalación del paragolpes y el soporte de rueda son incorporaciones de elementos en el exterior del vehículo.

<b>DESCRIPCIÓN: Reformas que afecten al acondicionamiento exterior de los vehículos</b>											
<b>ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR</b> Estructura del vehículo 8.52.- Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo											
<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>											
Categorías											
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>	<b>O<sub>6</sub></b>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	(2)	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Autobuses y Autocares	2001/85/CE	-	(2)	(2)	-	-	-	-	-	-	-
Salientes exteriores	74/483/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Campo de visión delantera	77/649/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardabarros	78/549/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas anti-proyección	91/226/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cristales de seguridad	92/22/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Colisión frontal	96/79/CE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisión lateral	96/27/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-
Dispositivo de visión indirecta	2003/97/CE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Resistencia mecánica a la estructura	Reglamento CEPE/ONU 66R	-	(2)	(2)	-	-	-	-	-	-	-
Protección de los peatones	2003/102/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Ver Apartado 4 del preámbulo.											
<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>											
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional							
SI	SI	SI	SI	NO							

Figura 115. Reforma 8.52. Fuente: Manual de reformas de vehículos.



**11.1:** La transformación de un furgón comercial a vehículo vivienda conlleva un cambio de clasificación. En el caso de esta furgoneta pasará de la categoría 2400 a 2448.

<b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b>									
I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O									
<b>Grupo N° 11. Modificaciones de los datos que afecten a la tarjeta ITV</b>									
<b>(11.1)</b>									

<b>DESCRIPCIÓN: Otros</b>
11.1.- Cambio de clasificación

<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>									
Categorías									
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Ver Información adicional de esta ficha											
Ver Apartado 4 del preámbulo.											

<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
NO	NO	SI	NO	NO

**Figura 116. Reforma 1.1. Fuente: Manual de reformas de vehículos.**





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANEXO III: MANUALES DE INSTRUCCIONES**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

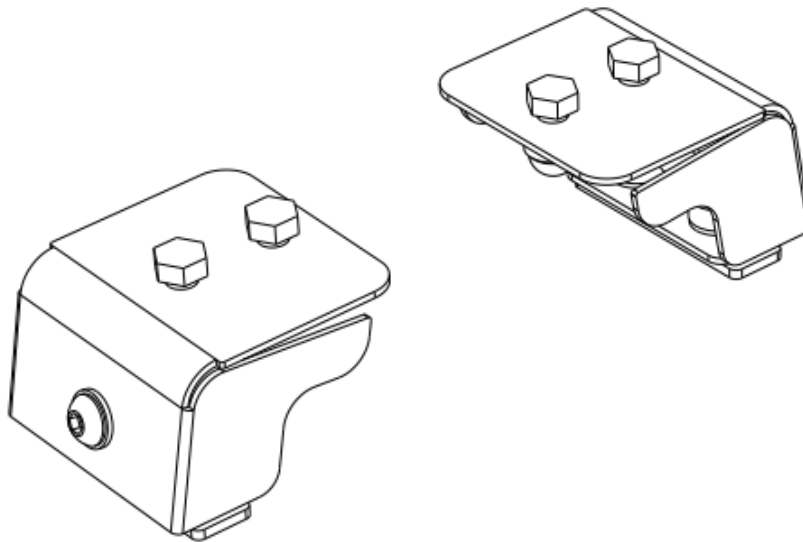
**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**

## ÍNDICE ANEXO III

ÍNDICE ANEXO III .....	187
1. MANUAL DE INSTRUCCIONES BACA.....	188
2. MANUAL DE INSTRUCCIONES SNORKEL .....	193
3. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARACHOQUES CABESTRANTE .....	195
4. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CABESTRANTE.....	223
5. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORTIGUADOR DELANTERO .....	230
6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORTIGUADOR TRASERO.....	255

## 1. MANUAL DE INSTRUCCIONES BACA



### READ ME !

Thank you for purchasing a Front Runner Foot Set.

Before you start, take a moment to familiarize yourself with the Fitting Instructions and the components received.

Refer to Page 2 for a list of all the components, quantities and tools required.

### IMPORTANT WARNING!

IT IS CRITICAL THAT ALL FRONT RUNNER PRODUCTS BE PROPERLY AND SECURELY ASSEMBLED AND ATTACHED TO YOUR VEHICLE. IMPROPER ATTACHMENT COULD RESULT IN AN AUTOMOBILE ACCIDENT, AND COULD CAUSE SERIOUS BODILY INJURY OR DEATH. YOU ARE RESPONSIBLE FOR ASSEMBLING AND SECURING ALL FRONT RUNNER PRODUCTS TO YOUR VEHICLE, CHECKING THE ATTACHMENTS PRIOR TO USE, AND PERIODICALLY INSPECTING THE PRODUCTS FOR ADJUSTMENT, WEAR AND DAMAGE. THEREFORE, YOU MUST READ AND UNDERSTAND ALL OF THE INSTRUCTIONS AND PRECAUTIONS SUPPLIED WITH YOUR FRONT RUNNER PRODUCT PRIOR TO INSTALLATION OR USE. IF YOU DO NOT UNDERSTAND ALL OF THE INSTRUCTIONS AND CAUTIONS, OR IF YOU HAVE NO MECHANICAL EXPERIENCE AND ARE NOT THOROUGHLY FAMILIAR WITH THE INSTALLATION PROCEDURES, YOU SHOULD HAVE THE PRODUCT INSTALLED BY A PROFESSIONAL INSTALLER OR OTHER QUALIFIED PERSONNEL.

**NOTE:** Front Runner will not be responsible for any damage caused by the failure to install the product according to these instructions.

Please call us if you have any questions about the installation of this product.

**1 GET ORGANIZED**

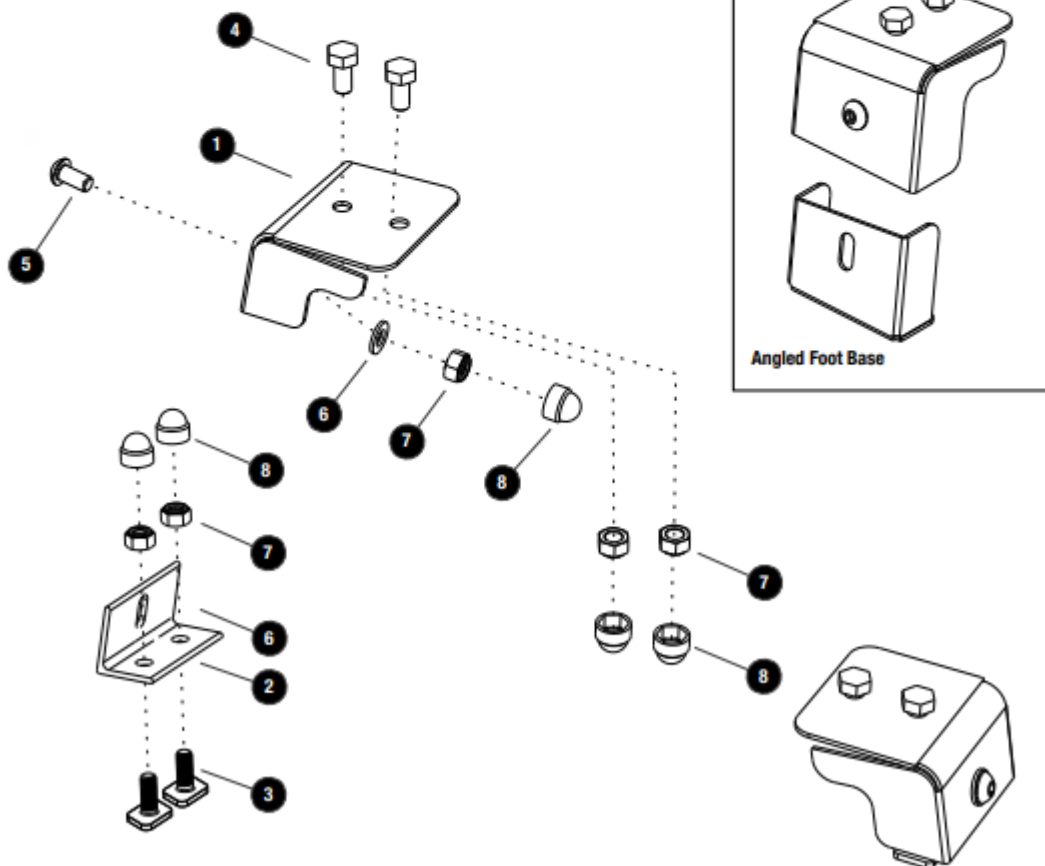
**IN THE BOX**

1	2 X	Cover
2	2 X	Base
3	4 X	M8 x 20 T-Bolt
4	4 X	M8 x 16 Hex Bolt
5	2 X	M8 x 16 Button Head Bolt
6	2 X	M8 x 16 x 1.6SS Flat Washer
7	10 X	M8 Nyloc Nut
8	10 X	M8 Nut Cap

**TOOLS NEEDED**

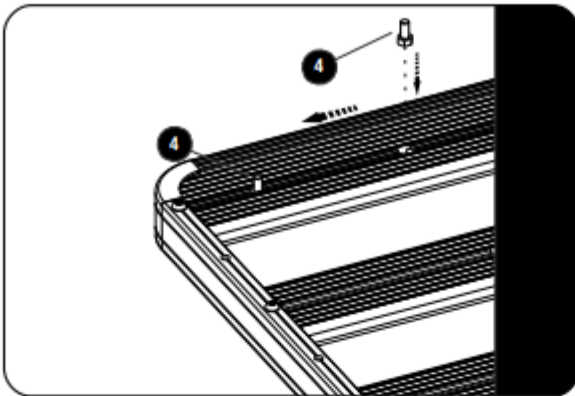


FIGURE 1.1



**2 FIT AND SECURE**

2.1

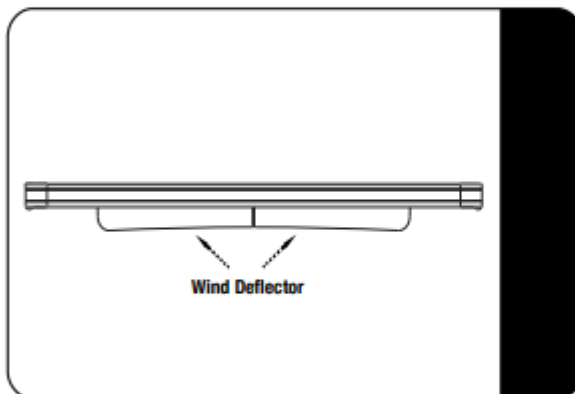


Place your Front Runner Roof Rack onto your vehicle and find the best position. The Rack should sit level to the ground, not the vehicles roof line. Or slanting slightly down toward the front.

Find the best position for the Feet, using the first or second Slat.

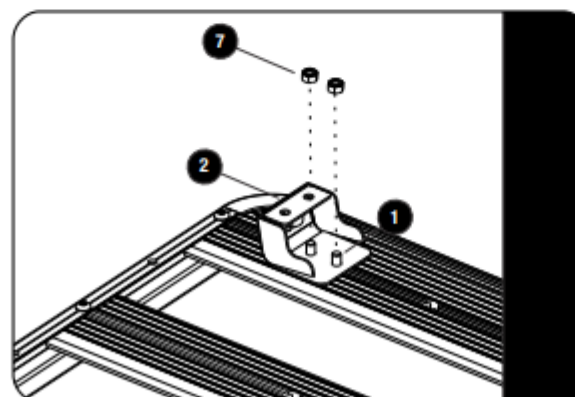
Flip the Rack so that the bottom of the Rack faces up. Insert two M8 x 16 Hex Bolts (Item 4) into the Slots machined into the Slat that you have identified.

2.2



While your Rack is flipped make sure that the wind deflector is installed on the first slat.

2.3



Before fitting the Feet to the rack, remove the M8 x 20 T-Bolt (Item 3). Refer to Figure 1.1.

Loosely fit the Feet to the Rack using M8 Nyloc Nuts (Item 7) as shown.

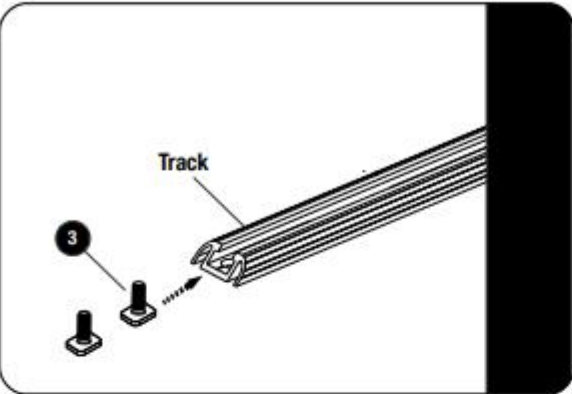
The fasteners will be fully tightened after the rack has been fitted to the vehicle.



2

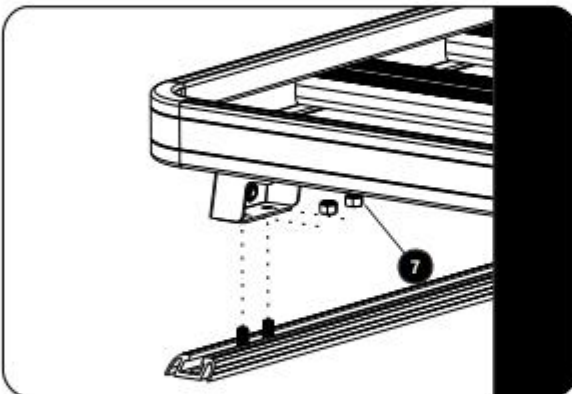
**FIT AND SECURE**

2.4



🔄 Before placing the Rack onto the vehicle, slide the M8 x 20 T-Bolts (Item 3) removed in 2.3 into the track.

2.5

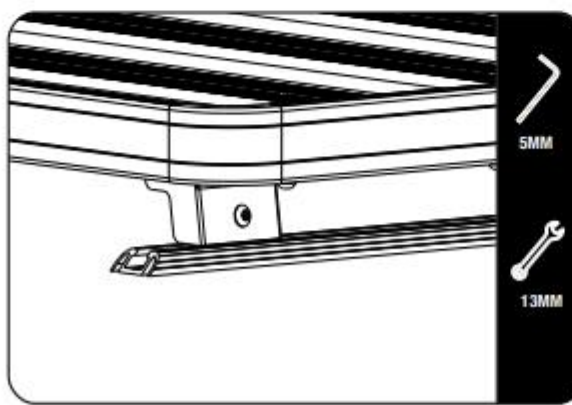


🔄 With the help of a friend, flip the Rack right side up.

Lower the Rack onto the tracks while aligning the Feet with the M8 x 20 T-Bolts in the Tracks.

Loosely secure the Feet to the track using M8 Nyloc Nuts (Items 7).

2.6



🔄 Before tightening the Feet to the tracks, position the Rack so that it sits level to the ground, not the vehicles roof line, or slanting slightly down toward the front.

First tighten the Feet to the tracks, then center the rack left to right and fully tighten the fasteners from 2.3.

Lastly set the height and fully tighten the M8 x 16 Button Head Bolts and M8 Nyloc Nuts (Items 5 & 7).

⚠️ Check clearance with sunroof operation and any accessories fitted.

25mm clearance is needed between roof and table bracket, if fitted.

Place M8 Nut Caps (Item 8) over all of the Nyloc Nuts.

FASSUNI\_REV\_A03

4

© 2021 FRONT RUNNER VEHICLE OUTFITTERS

191

LUIS MARTÍNEZ DE LA ROSA





**3 FINISH**

Congratulations! You did it. Take a step back and admire your work!

**4 INSTALL OTHER VEHICLE AND RACK ACCESSORIES**

Now's the time to visit your favorite Front Runner Dealer in person or Online.

Be sure to tag us. We love to see our gear in action! #FrontRunnerOutfitters #BornToRoam

Share your adventures on:    

## 2. MANUAL DE INSTRUCCIONES SNORKEL

### INSTALLATION GUIDE

## BRAVO SNORKEL



### MERCEDES SPRINTER

VARIANT: W906 (LHD) (2006 - 2018)

REF: SMSP

FITMENT SIDE: Left

#### LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE RESINE



LL 8446 is a linear low density butene copolymer designed to offer excellent processability, whiteness, and fast grinding rate. This UV stabilized resin is ideally suited for applications that require excellent dimensional control and low warpage.

#### PROPERTIES

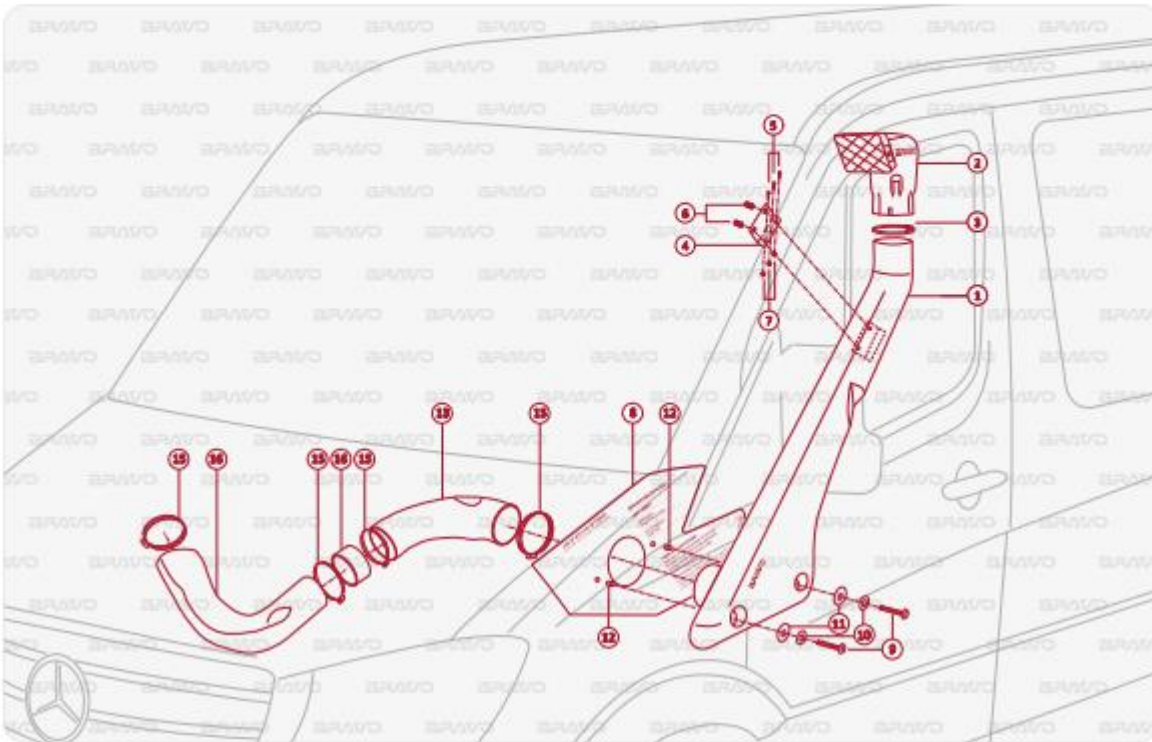
**Additive**  
Long Term UV-8 Stabilizer  
**Density**  
0.936 g/cm<sup>3</sup> (Based on ISO 1183)  
**Melt Index (190°/2.16 Kg)**  
5.0 g/10min (Based on ISO 1183)

PART	DESCRIPTION	QTY
1	Snorkel body	x1
2	Snorkel head 89 mm / 3,5"	x1
3	Black clamp 78 - 101 mm	x1
4	Bracket upper mounting	x1
5	Screw 4 x 16 mm	x3
6	SEMS bolt M6 x 14 mm	x2
7	Nylon insert	x3
8	Installation template	x1
9	Black allen screw M6 x 30 mm	x2
10	Black washer 6 x 20 mm	x2
11	Washer 6 x 32 mm	x2
12	Rivnut M6 x 14 mm	x2

PART	DESCRIPTION	QTY
13	Rubber duct connecting	x1
14	Rubber duct connecting	x1
15	Clamp 90 - 110 mm	x4
16	Metal ring 89 mm ED	x1

**BRAVO SNORKEL®**

**REF. SMSP**



Installation process is under installer's responsibility.

### 3. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARACHOQUES CABESTRANTE



#### 4044 – 2007-PRESENT, MERCEDES SPRINTER NCV3, FRONT WINCH MOUNT

Version 2.0

##### General Notes

- For the most up to date and current instructions, please visit our website at [www.vancompass.com](http://www.vancompass.com)
- Please read all instructions thoroughly before starting installing Van Compass products.
- This is a bolt on front winch that can be installed with simple hand tools.
- Removal and trimming of the plastic front bumper cover is required for installation.
- A small piece of the metal tow hook tube will need to be cut off for installation.
- This front winch can be completely removed and the factory front bumper can be re-installed if desired.
- This front winch mount is designed around the Warn Zeon series of winches. Many other winches are compatible with this kit but please reference the Warn Zeon 12 winch for the maximum winch size.
- Included with this kit is a front hitch receiver tube that can be installed if desired. This receiver has a maximum vertical load capacity of 300lbs.
- The front license plate is not retained with this front winch set-up; however there are reasonably priced license plate mount options available for both Hawse and Roller fairleads. For example;
  - Hawse fairlead: Tuffy Products Part Number: 333-01
  - Roller Fairlead: Smittybilt Part Number: 4432
- The following instructions documents the installation of a Warn Zeon 12S winch on a 2015 4x4 2500 Sprinter Crew Van. Some aspects of installation will vary depending on year, chassis configuration and winch choice.
- Front shackle mounting points are included as a bolt on addition to this winch mount system. Installation instructions on shackle mounting points are covered at the end of these instructions.
- The following instructions do not cover wiring of the winch. Refer to the instructions included with your winch manufacturer for details regarding winch wiring.

##### Parts List

#### 4044 – 2007-PRESENT, MERCEDES SPRINTER NCV3, FRONT WINCH MOUNT

- |                         |                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| • (1) 404401            | MERCEDES SPRINTER NCV3, FRONT WINCH MOUNT |
| • (8) HM08-1.25-30-10.9 | HEX HEAD BOLT, M8-1.25 X 30MM             |
| • (1) NNM08-1.25        | NYLOCK NUT, M8-1.25                       |
| • (9) WF-M8             | FLAT WASHER, M8                           |
| • (2) HM12-1.50-40-10.9 | HEX HEAD BOLT, M12-1.50 X 50MM LONG       |
| • (2) WF-M12            | FLAT WASHER, M12                          |
| • (2) CC5-6-10          | 3/8-16 UNC, GR5 CARRIAGE BOLT, 1.0" LONG  |

- (2) WF8-6 3/8" GR8 FLAT WASHER
- (2) NNC-6 3/8-16 UNC, NYLOCK NUT, CLEAR ZINC PLATED
- (1) LTBL-02 BLUE LOCTITE, 2ML TUBE
- (2) 406005 MERCEDES SPRINTER SHACKLE RECOVERY POINT
- (4) HC8-8-20 HEX HEAD BOLT, 1/2-13 X 2.0" LONG
- (4) NSC-8 STOVER NUT, 1/2-13
- (8) WF-8 FLAT WASHER, GR8 1/2"

#### Tools Needed

- Simple hand tools:
  - Torque Wrench
  - Basic wrench and socket set:
    - T25 Torx bit
    - Metric sizes: 13mm, 18mm
    - SAE sizes: 3/4"
- Automotive trim removal tool
- Cutting tool for metal front tow point trimming.
  - 4-1/2" angle grinder or 3" pneumatic cut off tool or sawzall.
- Cutting tool for plastic bumper trimming.
  - 4-1/2" angle grinder or 3" pneumatic cut off tool
  - Die grinder with 1" drum sander or Dremel style tool with a round burr bit of sorts for plastic material trimming.

#### Approximate Installation Time

- 6-7 hours (Note-this is an estimated time frame depending on complexity of winch wiring. Some vehicles will be easier to wire the winch than others.)



### Installation

- 1) Begin by opening the hood and locating the two torx head screws securing the grill to the core support. Use a T-25 Torx head socket and remove these two screws. See image below for reference.



- 2) Next, use an automotive trim removal tool to remove the four push pin fasteners securing the top of the grill insert to the core support.
  - a. Note; the center of this style of fastener must be pulled up for removal. We have found the use of a small flat nose screwdriver to work well in getting the center pin separated from the fastener housing.
  - b. Once the center pin is raised slightly, use an automotive trim removal tool similar to those shown in the images below to remove the fastener from the grill.



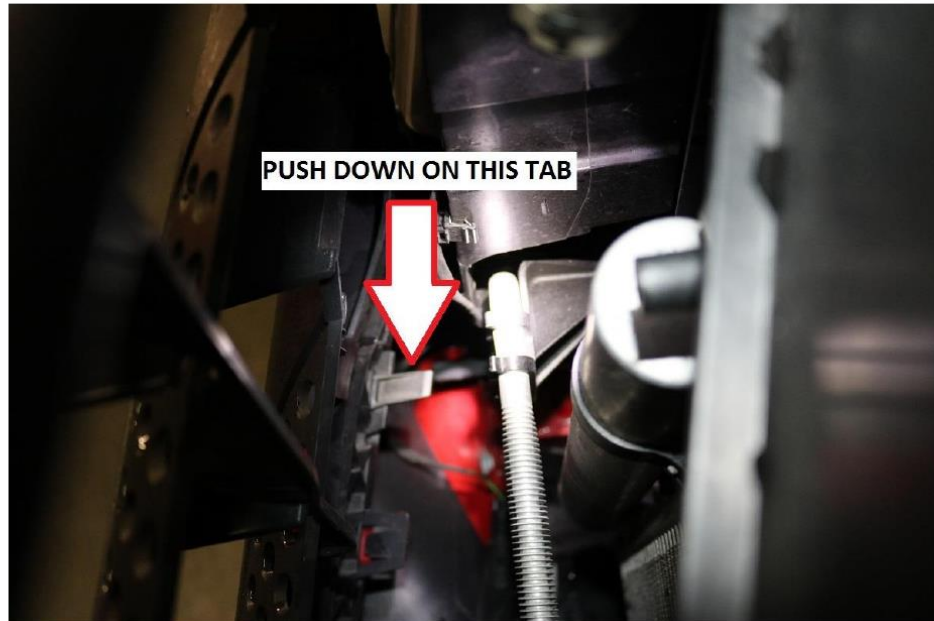


- 3) With the upper part of the grill separated, gently pull the top of the grill back and locate the four tabs which secure the bottom of the grill to the van.





- 4) Once these tabs are located, push down on them and gently pull the bottom of the grill away from the van and it should easily come free from the vehicle. We have found a long flat nose screwdriver to work well as a tool to push down on the tabs.



- 5) Locate the two push pin fasteners located near the front bottom side of the bumper cover which connect the inner fender well liner to the front bumper cover.



- 6) This style of push pin is a 2 step removal process.
  - a. First, use an automotive trim removal tool to pull up the head of the push pin.

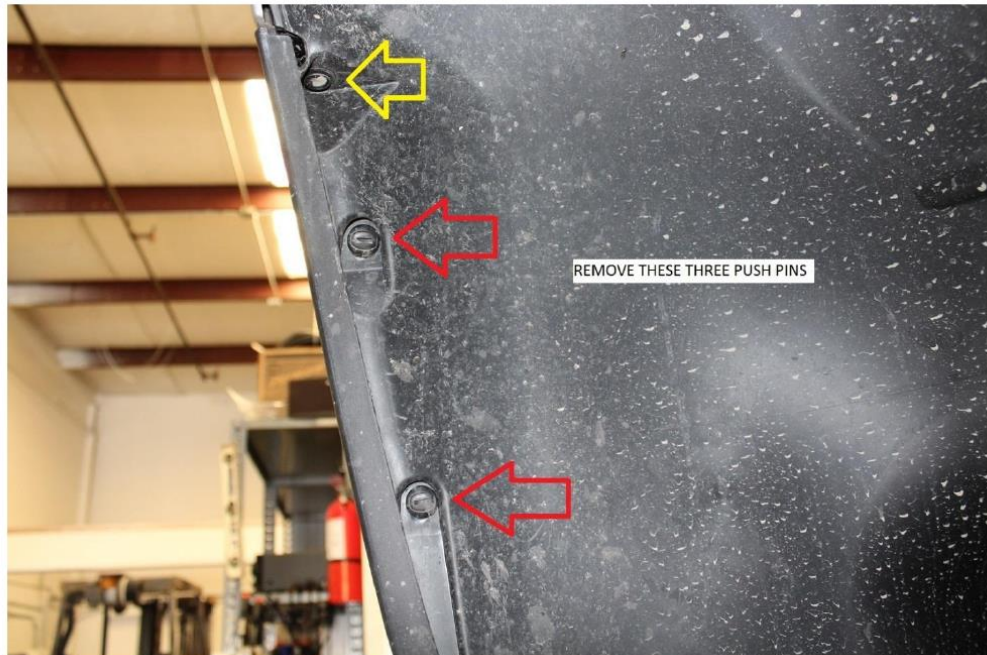


- 7) Using the same automotive trim removal tool, pry up under the head of the push pin body to fully removal the fastener. Remove these from both sides of the vehicle.





- 8) Next, on the inside of the fender well, remove the three push pin fasteners near the outer lip of the bumper cover.



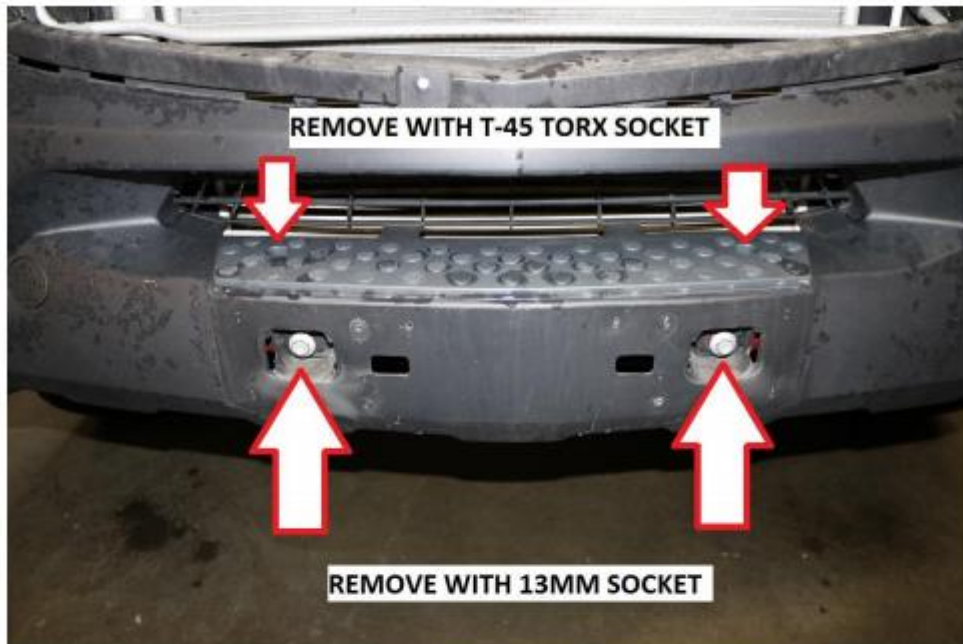
- 9) Note, the bottom two fasteners (denoted with the red arrows). The upper fastener (denoted with the yellow arrow) is a slightly larger push pin, take note of the different head style and be sure to reinstall in the same location during reassembly. Again, make sure to remove these pins on both sides of the vehicle.



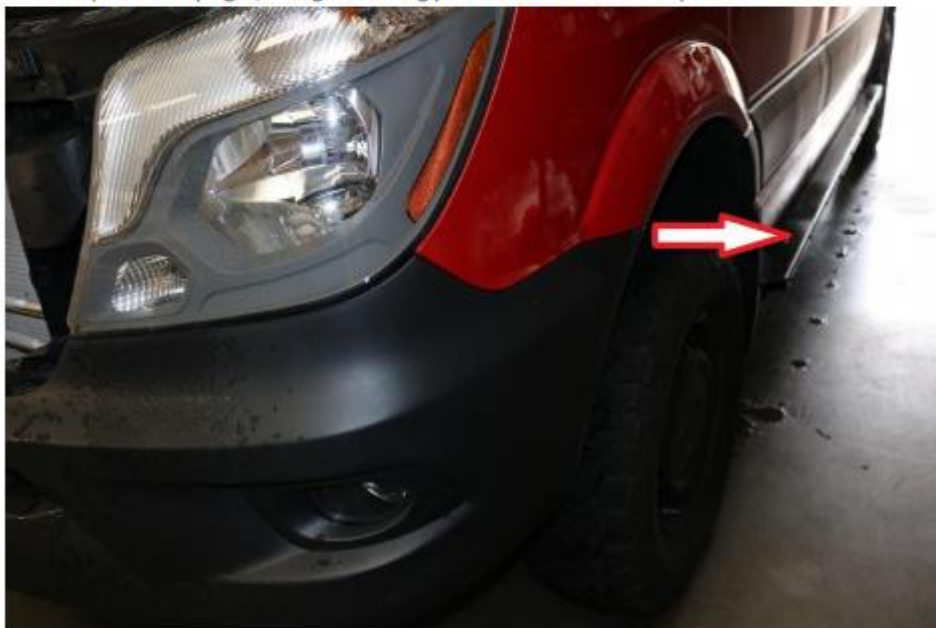
- 10) Remove the two Torx head bolts that are now exposed with the grill removed. Again, use a T-25 Torx socket for removal. The bolts are denoted in the image below by the two red & white arrows.
- At this time, also remove the front license plate and license plate mount if equipped. The license plate is usually secured to the vehicle with Phillips head screws.
  - The license plate mount is typically secured to the vehicle with either Phillips head screws or T-20 torx head bolts.



- 11) With the front license plate and mount removed, the front bolts securing the plastic bumper cover to the chassis can be accessed. Remove these two bolts with a 13mm socket.
- Now is also a good time to remove the T-45 torx head bolts securing the top step to the vehicle.
  - See image below for reference.



- 12) At this time the bumper cover is only secured to the vehicle via snap clips where the bumper meets the front fender. Pull the back corner of the bumper cover outwards to separate it from the clips. These clips are fairly tight, so a good strong pull will be needed for separation.







13) Remove the ambient air temperature sensor from it's housing in the front bumper cover.



- 14) If the vehicle is equipped with fog lamps, disconnect the wiring at the lamps in each corner of the bumper
- 15) Some vehicles will also have a module on the back side of the bumper that will need to be unplugged prior to bumper cover removal. The module appears as shown below.



- 16) Remove the bumper cover from the vehicle.
- 17) Remove the bolt securing the DEF tank to the main bumper. Use a 13mm socket / wrench for removal.
- 18) Remove the 8 bolts securing the bumper to the vehicle. Again, use a 13mm socket / wrench for removal. See image below for reference.



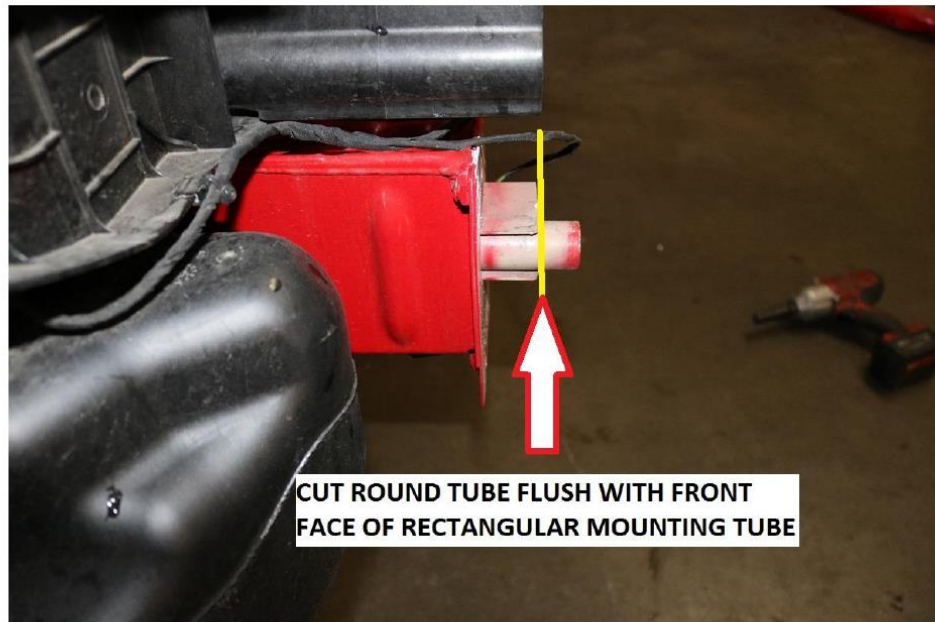


- 19) Remove bumper from vehicle. Note, some of the glue / undercoating used during assembly can cause the front bumper to be stuck onto the chassis. A rubber mallet or deadblow will help free it from the vehicle.



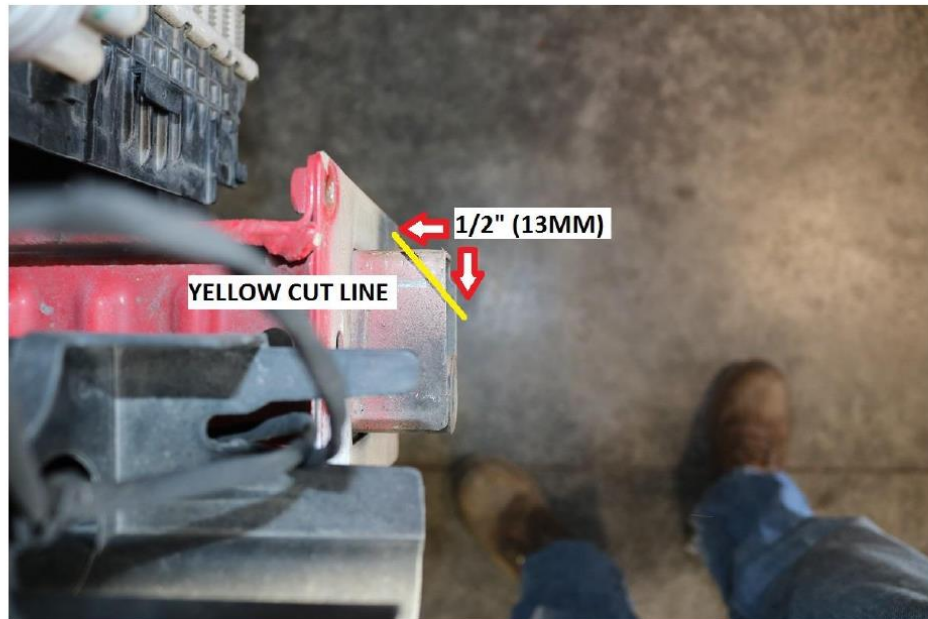
20) Using a metal cutting tool to cut the factory tow point tube flush with the rectangular mounting tube in the chassis. We recommend a 4-1/2" angle grinder with cut off wheel, but a sawzall or similar cutting tool can be used alternatively.

a. See images below for reference.





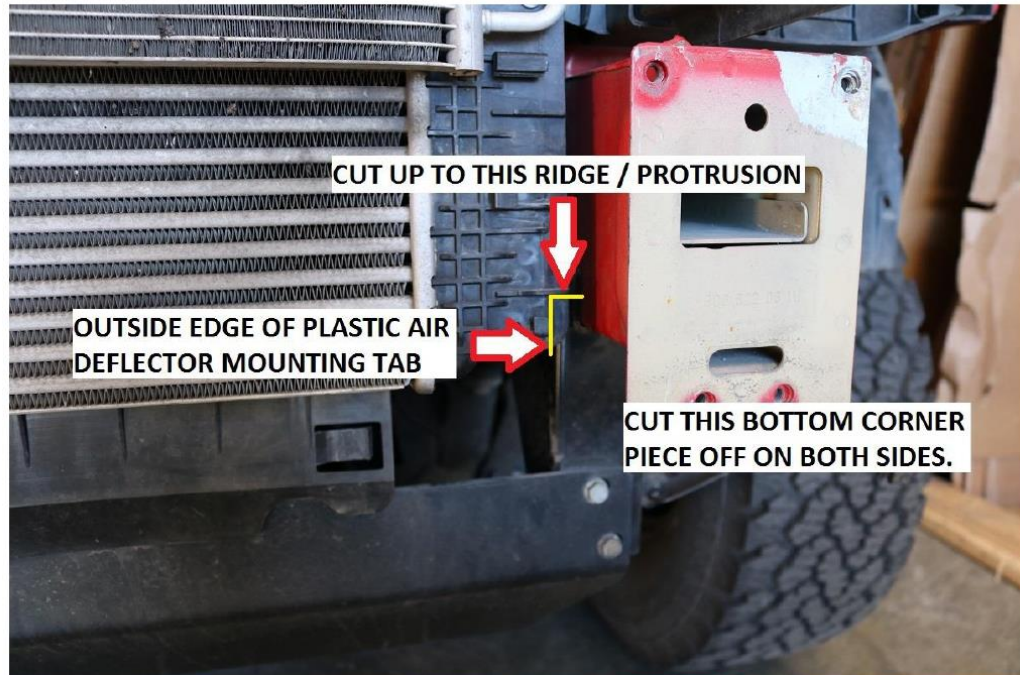
- 21) Next, on the inside edge of the rectangular protrusion of the factory tow point, mark a diagonal cut line  $\frac{1}{2}$ " (13mm) back and  $\frac{1}{2}$ " outwards and cut the inner corner piece off the rectangular mounting tube of the tow point.
- a. See image below for reference.



- 22) After cutting and cleaning up any rough cut edges, paint any exposed areas of bare metal with a quality paint to prevent corrosion.
- 23) Remove the plastic / cardboard air deflector pieces at the lower corners of the radiator / intercooler. Retain these as they will be re-installed.

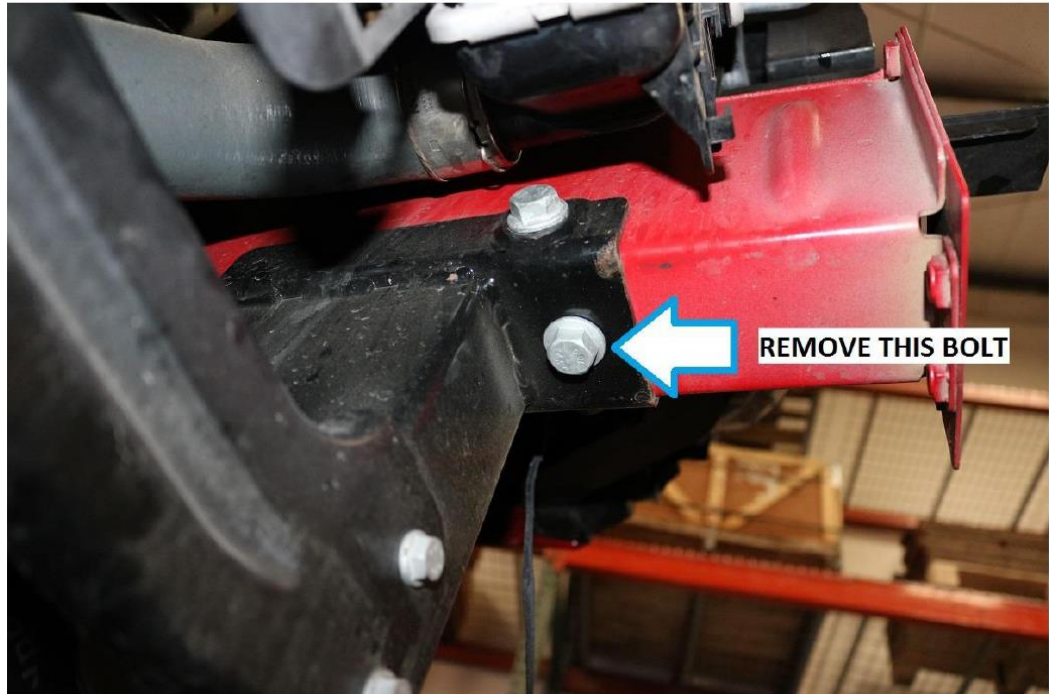


24) A small piece of the intercooler needs to be trimmed for the winch mount to fit. See the following two images below for cut reference.



25) Remove the lower bolts on the front over run mounts. Use an 18mm wrench for removal.



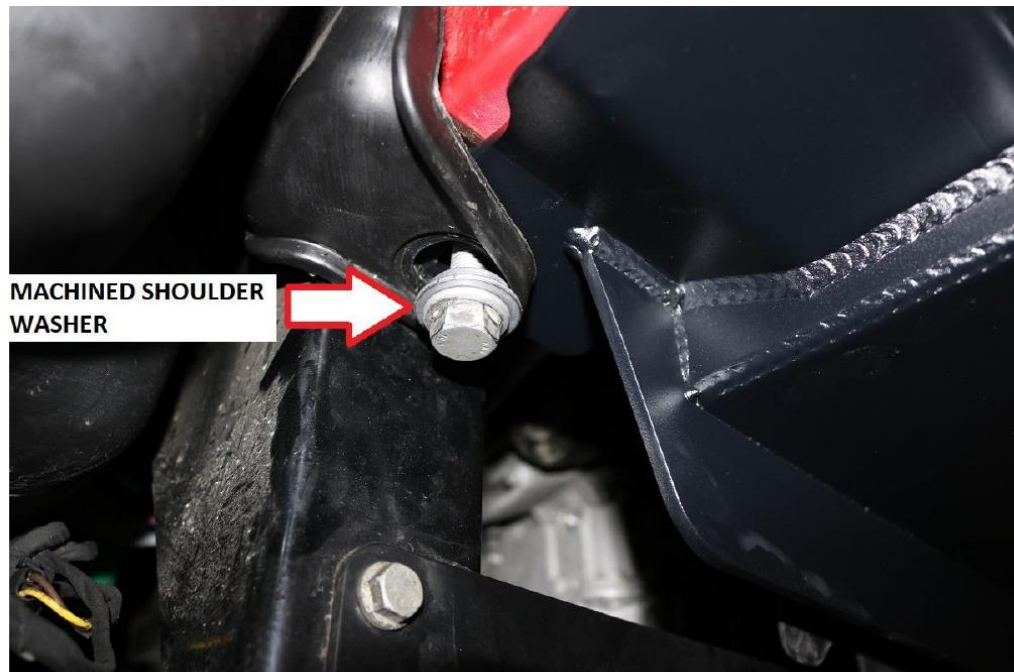


26) Install the front winch mount; be sure the DEF tank outer mounting point is sitting on top of the winch mount.

- a. The winch mount should be positioned between the frame and lower DEF tank mounting bolt. See image below for reference. Note, the factory shoulder washer is removed in the image below.



- 27) Secure the winch mount to the chassis using the included M8-1.25 bolts. Be sure to use a washer under the bolt head and use a dab of blue Loctite on all hardware. Start and snug down all the front hardware first. Use a 13mm socket / wrench for installation.
- Note, the front holes are oversized the same as the factory bumper holes were. Try to align the top mounting plates of the hitch with the top mounts on the chassis. See image below for reference.
- 28) Install the included M12-1.50 x 40mm long bolts in replace of the lower over run bolts removed in step 25. Note, it is easier to align the lower DEF tank mounting bolt from by unseating the machined shoulder washer and installing it on the bolt rather than try to align the DEF tank with the winch mount. Be sure to use an included washer under the bolt head. Again, use a dab of blue Loctite on the threads.



- 29) Install the small factory DEF tank bolt from above with the included washer / nylock nut. Use the washer under the nut.
- 30) Snug all bolts but do not fully tighten.
- 31) Torque the lower over run bolts with an 18mm socket / wrench to 52 ft-lbs (70 N.m).
- 32) Torque the smaller bolts (13mm wrench size) to 22 ft-lbs (30 N.m).
- 33) The front winch mount is now installed.



34) At this point, refer to your winch installation instructions and fit the winch to the vehicle. Prior to installing the winch, fit the 3/8-16 x 1.0" long carriage bolts provided and the fairlead attachment bolts as shown below.

- a. Now is also the time to determine if the vehicle will be receiving the front hitch receiver as it attaches to the winch mount using the same 4 bolts which secure the winch to the vehicle.

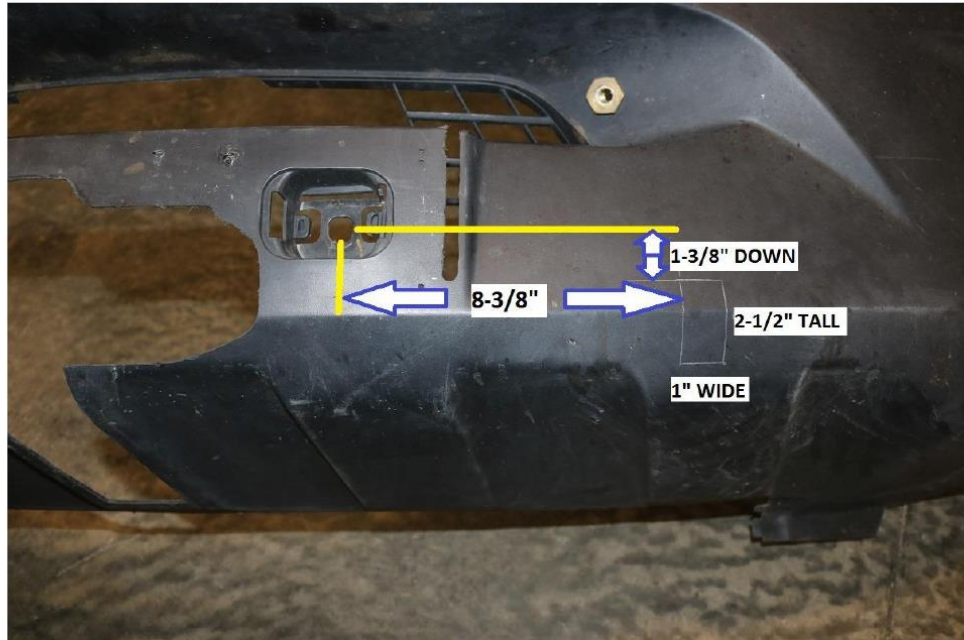




- 35) Additionally, determine if the shackle points recovery points will be fitted to the vehicle. Steps 35-37 will cover installation of shackle recovery points as well as bumper trimming. If shackle recovery points are not being installed, proceed to step 38
- Bolt the shackle points onto the winch mount using the supplied  $\frac{1}{2}$ -13 x 2.0" long hex head bolts. Use a washer under both the bolt head and under the stover nut.
  - Tighten the bolts with a  $\frac{3}{4}$ " socket / wrench and torque to 80 ft-lbs.



- 36) Measure 8-3/8" over from the center of the front bumper mounting holes. Mark a vertical line. This is the inside line of an approximately 2-1/2" tall x 1.0" wide rectangular cutout to be made.
- Measure 1-3/8" down from the center of the front bumper mounting holes. Mark a horizontal line. This is the top of the 2-1/2" tall x 1.0" wide rectangle to be cut.
  - Note, these trimming instructions are to be used as a guideline. Additional trimming may be necessary for a clean installation.



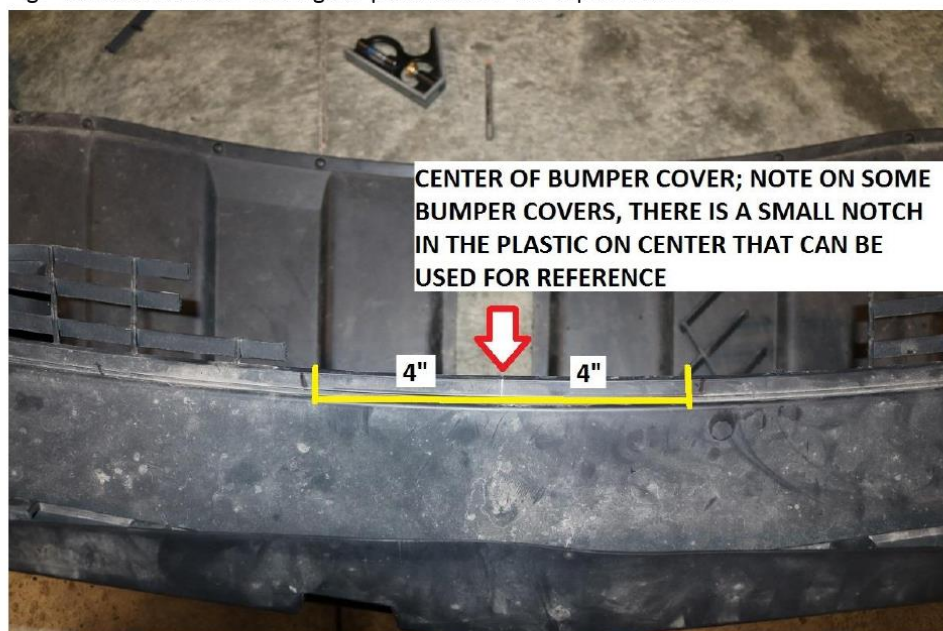
- 37) Use a body saw or small pneumatic cut off wheel to make the rectangular cuts. Drilling a hole in the corners of the rectangular area to be cut out will help make for a cleaner cut.
  - a. Measure / cut on both sides of the bumper if both tow points are to be installed.
  - b. Again, these cut instructions are just to be used as guidelines to get the bumper cover close, final trimming for shackle points will need to be done by fitting the bumper cover back to the vehicle and trimming accordingly.
- 38) Trim the front bumper cover for the winch fairlead to protrude through.
  - c. The first trimming steps will cover fitment for winch / winch fairlead.
    - i. Note, the bumper cover trimming in these instructions, covers fitment for a Warn Zeon-12 winch. Trimming for other winches will be very similar.
  - d. The second trimming steps will cover the installation of the front hitch receiver.
- 39) Separate the front step tread plate from the front bumper cover.
- 40) Begin by trimming the front bumper cover for winch fitment.
  - e. See image below for cut line reference.



41) Continue cuts along the vertical ribbing to finish cutting out the center lower grill structure.

42) Next, with the bumper cover sitting upright, locate the inner ridge just above the lower grill portion trimmed out in the previous step.

- f. Locate the center of the bumper cover and mark 4" in either direction. See image below for reference.
- g. Cut out this small rectangular piece to clear the top of the winch.





- 43) Next, fit the fairlead to be used to the bumper cover. Align the bottom of the fairlead with the bottom license plate mounting holes. Trace the outer profile of the fairlead to mark the cutlines.
- h. Note, this cut does not need to be super precise as the front license plate mount will be covering this cut.
  - i. See image below for reference.



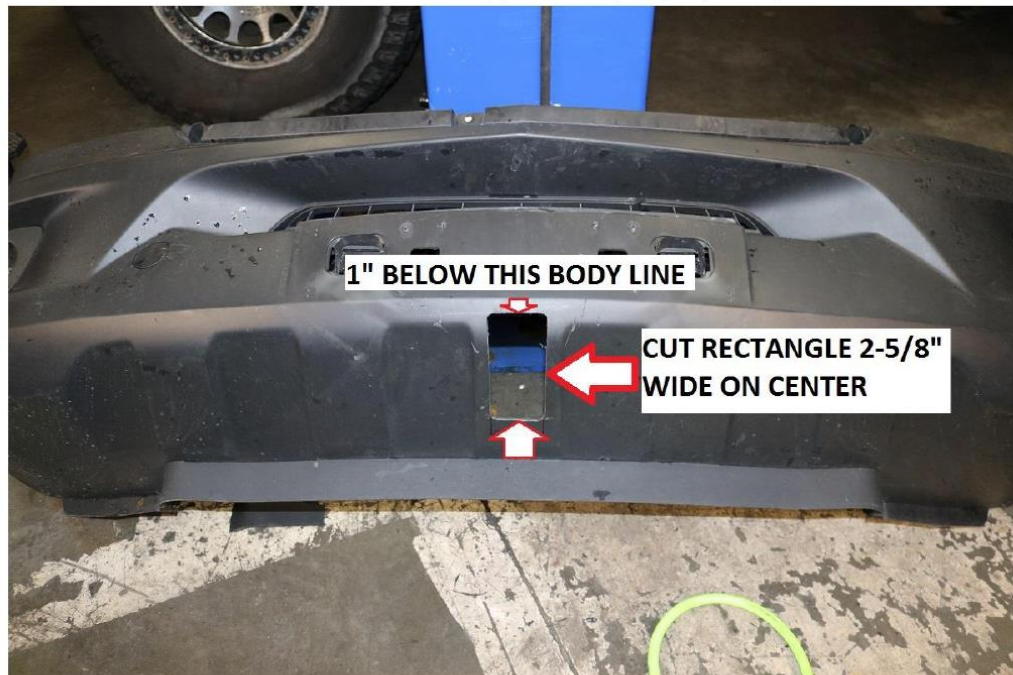
44) If the front receiver is not being installed, trimming of the front bumper cover is now complete and the installer can move along to step 43.

j. If the front receiver is being installed, continue along to step 42.

45) Mark on center a 2-5/8" wide by 7" long (66mm X 178mm) rectangle as shown in the image below.

k. The top of the cut out should be approximately 1" (25mm) from the bottom of the main center body line of the front bumper cover.

l. The bottom of the cut out should be approximately 2-1/2" (64mm) from the lower air damn.



46) On the underside of the step tread plate there are two portions of the mount which need to be removed. At the outer ends of the front mounting surface of the step tread, locate the outer portions which bend towards the front mounting surface of the tread plate.

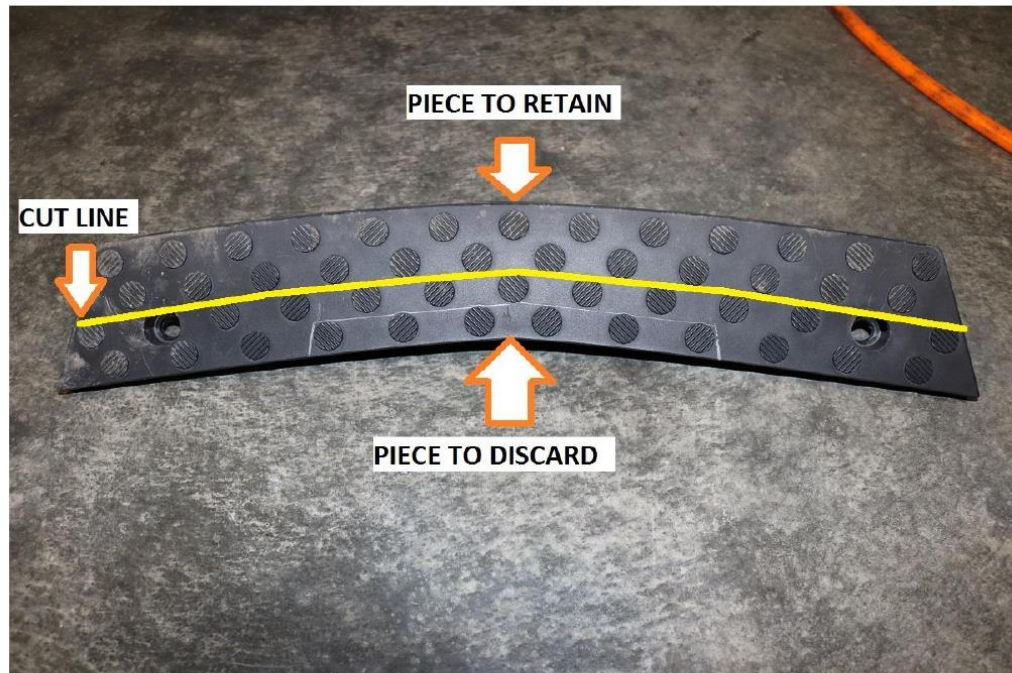




- 47) Use a small air sander, or angle grinder with sanding disc, or a Dremel style tool to remove these "wings." This will allow the tread plate to sit flat on the front winch mount. See images below for reference of the finished modification.



- 48) Mark a cut line halfway through the tread plate using the raised circular protrusions and the photo below as a guide. Note that the front portion of the tread plate is what will be retained and re-installed onto the vehicle.



- 49) Install the fairlead onto the winch mount. Refer to winch instructions for torque specs.
- 50) Snap the step tread plate back into place on the front bumper cover and re-install the front bumper cover in the reverse order of removal.
- m. Note, for some fairleads, the horizontal rib running the length of the step tread plate may need to be trimmed to fully clear the fairlead.
  - n. Secure the front bumper cover to the winch mount using the carriage bolts previously installed. Use the included 3/8-16 nylock flange nuts included with the kit to secure.
- 51) Remember to plug in all electrical components when re-installing the front bumper cover.
- o. Fog lights.
  - p. Module on back side of bumper (see step 16)
  - q. Ambient air temperature sensor
- 52) Re-install the two torx head bolts removed in step 11.
- 53) Trim the license plate mount as shown below if the front receiver is installed.





- 54) Fit and mark the outer cut profile of the winch fairlead on the license plate mounting panel.
- r. Note, the bottom edge of the fairlead should be tangent with the top of the lower license plate mounting holes.
  - s. Center the fairlead as shown and carefully mark and trim the hole for the fairlead to protrude through.





55) Re-install the grill along with all corresponding fasteners.

#### Installation is Complete

#### RELEASE OF LIABILITY

I, the customer, do hereby release and forever discharge Van Compass LLC, their agents, employees, successors and assigns, and their respective heirs, personal representatives, affiliates, successors and assigns, and any and all persons, firms or corporations liable or who might be claimed to be liable, whether or not herein named, from any and all claims, demands, damages, actions, causes of action or suits of any kind or nature whatsoever, whether known or unknown, fixed or contingent, which I now have or may hereafter have or claim to have, as a result of or in any way relating to the following: Parts sold & installed by Van Compass LLC or parts sold & installed by end-user; any parts sold online, any parts sold online or installed by a re-seller, any parts installed by an installation shop.

It is understood and agreed that this payment is made and received in full and complete settlement and satisfaction of the aforesaid actions, causes of action, claims and demands; that this Release contains the entire agreement between the parties; and that the terms of this Agreement are contractual and not merely a recital. Furthermore, this Release shall be binding upon the undersigned, and his respective heirs, executors, administrators, personal representatives, successors and assigns. This Release shall be subject to and governed by the laws of the State of Idaho.

#### PRODUCT SAFETY WARNING:

Van Compass LLC strongly recommends the installation of products be done by a certified mechanic. If this does not occur, be certain the person(s) installing the product read, understand and follow all instructions and



warnings pertaining to the application before installation. Do not add, alter, or fabricate any factory or aftermarket parts to increase vehicle height over the intended height of the Van Compass LLC product purchased. Mixing component brands is not recommended.

Installation of suspension lift kits or any other lifting kits or devices will raise the center of gravity. For this reason, Van Compass LLC urges that extreme caution be used when encountering driving conditions which may cause vehicle imbalance. Furthermore, the driver's field of vision and judgment will not be as good due to the height of the vehicle. Due to the installation of larger tires, the speedometer will read slower than the actual speed being traveled and more distance will be required to stop the vehicle. It is the owner's responsibility to caution and warn any potential driver of the vehicle about these driving and handling conditions. Van Compass LLC will not be held liable or responsible for damages or personal injuries resulting from the use of lifting devices and or related products. The tires and rims should be changed to sufficiently increase the vehicle's total overall width and stability to help accommodate lifting devices.

Van Compass LLC aftermarket suspension products and accessories modify a vehicle for uses which exceed conditions anticipated by the vehicle manufacturer. The uses include the high performance demands required during off-road. These conditions vary in the degree of extremity and cannot be controlled by the vehicle or product manufacturer. If the components within the suspension system or accessories become worn due to frequent and/or extreme use, the safety and reliability of the vehicle is at risk. The maintenance of aftermarket equipment to ensure the vehicle occupants safety is entirely your responsibility. Do not purchase Van Compass LLC products unless you are willing to accept this responsibility. Do not install any Van Compass LLC suspension products or accessories unless you feel competent at installing the product without causing present or future injury to yourself or other vehicle occupants; seek an authorized installation center.

Most states have some type of law limiting vehicle height. The amount of lift allowed, and how the lift can be achieved, varies greatly. Several states offer exemptions for farm and commercial registered vehicles. It is the vehicle owner's responsibility to check state and local laws to ensure that their vehicle will be in compliance. Van Compass LLC reserves the right to make changes in design, materials and specifications as deemed necessary without prior notice and without assuming obligation to modify any product previously manufactured. Obligation or liabilities will not be assumed with respect to similar products previously advertised.

This Release of Liability and Product Safety Warning has been read and fully understood by the undersigned and has been explained to me.

## 4. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL CABESTRANTE

INSTRUCCIONES ORIGINALES



### Manual de instalación del cabestrante

En cada situación donde se utiliza un cabestrante existe la posibilidad de ocasionar daños personales. Para reducir al mínimo ese riesgo, es importante que lea detenidamente esta guía y la Guía básica de técnicas para el uso del cabestrante. Por favor, familiarícese con la operación del cabestrante antes de usarlo y tenga siempre presente la seguridad. En esta guía se establecen muchas de las reglas de seguridad para el uso del cabestrante. Lea la Guía básica de técnicas para el uso del cabestrante para obtener más información sobre su cabestrante y sobre las técnicas de maniobrado adecuadas. Recuerde que debido a que cada situación en la que se utiliza el cabestrante es diferente, es muy importante el buen juicio y un enfoque constante en la seguridad.

Guardé este manual y demás documentos suministrados con el kit para consultas futuras. Se incluyen los siguientes documentos: Guía básica del cabestrante, Características técnicas, Declaración de conformidad, Información sobre la garantía, Guía para la instalación del cabestrante, Guía del usuario del cable sintético (opcional). A falta de cualquiera de estos documentos, contacte con los siguientes números o visite [www.warn.com](http://www.warn.com).

#### ÍNDICE:

SEGURIDAD	
Índice de símbolos.....	30
Precauciones generales de seguridad.....	31-33
INSTRUCCIONES	
Condiciones de trabajo seguras.....	34
Familiarícese con el cabestrante.....	35
Montaje.....	36-37
Conexiones eléctricas.....	38
Instrucciones de primer funcionamiento.....	39-41
Análisis final y mantenimiento.....	42

Warn Industries Inc.  
12900 SE Capps Road  
Clackamas, Oregon 97015  
EE.UU.

Servicio de atención al cliente: (800) 543-9276  
Fax internacional: (503) 722-3005  
Fax: (503) 722-3000  
[www.warn.com](http://www.warn.com)

WARN® y el logo tipo de WARN son marcas comerciales registradas de Warn Industries, Inc.  
© 2012 Warn Industries, Inc.

WARN INDUSTRIES  
29

#### ÍNDICE DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	EXPLICACIÓN
	Lea toda la documentación sobre el producto
	Lleve siempre puesta protección ocular y auditiva
	Nunca utilice el cabestrante como si fuese una grúa
	Fije de forma apropiada la carga en la garganta del gancho
	Enrolle el cable en la parte inferior del tambor
	Peligro de aplastamiento de los dedos o de la guía del cable
	Peligro de perforación o corte en las manos
	Peligro de explosión o rotura
	Peligro de borde afilado
	Evite la instalación de cables eléctricos en torno a aristas filosas y puntos abrasivos o desgastadores

SÍMBOLO	EXPLICACIÓN
	Lleve siempre puestos guantes de cuero
	No lo use para desplazar personas
	Use siempre la correa del gancho suministrada
	No aplique nunca una carga a la punta del gancho o al seguro
	Nunca enrolle el cable en la parte superior del tambor
	Punto de pellizco de la guía del cable
	Peligro de superficie caliente
	Peligro de incendio y quemaduras
	Peligros asociados a la presencia de piezas móviles
	Aísle los cableados expuestos
	No enganche nunca el cable sobre sí mismo

WARN INDUSTRIES  
30

83449A0

**PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD**

**Advertencias y precauciones**



Al leer estas instrucciones, verá ADVERTENCIAS, PRECAUCIONES, AVISOS y NOTAS. Cada mensaje tiene un propósito específico. Las ADVERTENCIAS son mensajes de seguridad que indican que está ante una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, puede resultar en lesiones graves o en la muerte. Las PRECAUCIONES son mensajes de seguridad que indican una situación de posible peligro que, si no se evita, puede resultar en lesiones menores o de baja gravedad. Las PRECAUCIONES pueden alertar también contra prácticas no seguras. Las PRECAUCIONES y ADVERTENCIAS identifican el peligro, indican cómo evitarlo y advierten de las posibles consecuencias si no se evita tal peligro. Los AVISOS son mensajes para evitar daños a la propiedad. Las NOTAS contienen información adicional que le ayudarán a llevar a cabo un procedimiento. **TRABAJE SIEMPRE DE FORMA SEGURA.**

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE ENREDO EN LAS PARTES MÓVILES**  
**De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.**

- Verifique **siempre** que el seguro del gancho está cerrado y que no soporta carga.
- Nunca** aplique una carga a la punta del gancho o al seguro. Aplique la carga únicamente al centro del gancho.
- No utilice **nunca** un gancho cuya abertura haya aumentado o cuya punta esté doblada o retorcida.
- Utilice **siempre** un gancho con seguro.
- Asegúrese **siempre** de que el operador y otras personas sean conscientes de la estabilidad del vehículo y/o de la carga.
- Mantenga **siempre** el cable del control remoto y el cable de alimentación alejados del tambor, del cable y del cordaje. Inspeccione el aparato para comprobar la posible existencia de grietas, pellizcos, cables deshilachados o conexiones sueltas. Los componentes dañados deberán reemplazarse antes de la operación.
- Pase **siempre** el control remoto a través de una ventana cuando lo utilice en un vehículo.
- No enganche **nunca** el cable sobre sí mismo

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE ENREDO EN LAS PARTES MÓVILES**  
**De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.**

**Seguridad general:**

- Conozca **siempre** el funcionamiento de su cabrestante. Lea detenidamente las Instrucciones, la Guía de operación y/o la Guía básica de técnicas del cabrestante para comprender el funcionamiento y la manipulación del cabrestante.
- No exceda **nunca** la capacidad nominal del cabrestante ni del cable del cabrestante. Emplee un cable doble con una polea para reducir la carga del cabrestante.
- Lleve puestos **siempre** guantes gruesos de cuero para manipular el cable del cabrestante.
- No use **nunca** el cabrestante o el cable del cabrestante para remolcar. Un golpe a las cargas puede dañar, sobrecargar o romper el cable.
- No utilice **nunca** el cabrestante para amarrar una carga.
- No ponga **nunca** en funcionamiento este cabrestante si se encuentran bajo los efectos de drogas, alcohol o medicamentos.
- Nunca** utilice este cabrestante si es menor de 16 años de edad.

**Seguridad en la instalación:**

- Elija **siempre** una ubicación de montaje que sea lo suficientemente sólida para soportar la capacidad de carga máxima del cabrestante.
- Utilice **siempre** piezas de grado 5 (grado 8.8 métrico) o superior.
- No suelde **nunca** los pernos de montaje.
- Use **siempre** piezas de montaje, componentes y accesorios aprobados por el fabricante.
- No utilice **nunca** pernos que sean demasiado largos.
- Complete **siempre** la instalación del cabrestante y el acoplamiento del gancho antes de instalar el cableado.
- Mantenga **siempre** las manos alejadas del cable del cabrestante, del bucle del gancho, del gancho y de la abertura de la guía durante la instalación, la operación y en el enrollado y desenrollado.
- Ponga **siempre** la guía del cable con la etiqueta de advertencia visible en la parte superior.
- Realice **siempre** un estiramiento previo del cable y vuelva a enrollarlo con carga antes de usarlo. Un cable bien enrollado reduce las posibilidades de tener "dobles" que puedan dañar el cable.

**PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD**

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE ENREDO EN LAS PARTES MÓVILES**  
**De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.**

**Seguridad durante la operación del cabrestante:**

- Inspeccione **siempre** el cable del cabrestante, el gancho y las eslingas antes de poner el cabrestante en funcionamiento. Si el cable del cabrestante está deshilachado, retorcido o dañado, deberá reemplazarse de inmediato. Los componentes dañados deberán reemplazarse antes de la operación. Evite que las piezas resulten dañadas.
- Retire **siempre** cualquier elemento u obstáculo que pueda interferir en la seguridad de la operación del cabrestante.
- Verifique **siempre** que el andaje seleccionado soportará la carga y que la correa o la cadena no se deslizará.
- Utilice **siempre** la correa del gancho suministrada cuando vaya a enrollar o desenrollar el cable del cabrestante, durante la instalación y durante la operación.
- Haga **siempre** que los operadores y otras personas presentes vigilen el vehículo y/o la carga.
- Tenga **siempre** presente la estabilidad del vehículo y de la carga durante el uso del cabrestante; haga que las personas presentes se mantengan alejadas. Alerta a todas las personas presentes de una posible inestabilidad.
- Desenrolle **siempre** tanto cable del cabrestante como sea posible para el maniobrado. Emplee un cable doble o elija un punto de andaje distante.
- Tómese **siempre** su tiempo para utilizar técnicas apropiadas de maniobrado cuando utilice el cabrestante.
- No toque **nunca** el cable del cabrestante ni el gancho si hay alguien cerca del interruptor de control, o si el cabrestante está en funcionamiento.
- Nunca** embrague ni desembrague si el cabrestante está soportando una carga, si el cable está en tensión o si el tambor está en movimiento.
- No toque **nunca** el cable del cabrestante ni el gancho mientras están tensos o con carga.
- Manténgase **siempre** alejado del cable del cabrestante y de la carga, y no deje que otros se acerquen cuando el cabrestante esté en funcionamiento.
- No utilice **nunca** un vehículo para tirar de la carga en el cable del cabrestante. La carga combinada o un golpe en la carga pueden dañar, sobrecargar o romper el cable.
- No enrolle **nunca** el cable del cabrestante sobre sí mismo. Utilice una cadena de estrangulación o un protector de tronco de árbol en el andaje.

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE CAÍDA O APLASTAMIENTO**  
**De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.**

- Manténgase **siempre** alejado y haga que otras personas también lo estén.
- Nunca** accione el cabrestante si no hay, al menos, 5 vueltas de cable alrededor del tambor. El cable podría soltarse del tambor, ya que el acoplamiento del cable al tambor no está diseñado para aguantar cargas.
- No use **nunca** el cabrestante como grúa o para suspender una carga.
- Compruebe **siempre** que el andaje soportará la carga. Utilice técnicas de maniobrado adecuadas y tómeselo tiempo para operar de forma correcta.
- No utilice **nunca** el cabrestante para levantar o desplazar personas.
- No realice **nunca** esfuerzos excesivos para enrollar el cable del cabrestante.
- Utilice **siempre** posturas y técnicas de levantamiento adecuadas o solicite ayuda a la hora de manipular e instalar el producto.
- Enrolle y desenrolle el cable del tambor **siempre** en la dirección especificada en la etiqueta de advertencia del cabrestante o en la documentación. Esto es necesario para el funcionamiento correcto del freno automático (si viene equipado con ello).
- Siempre** enrolle el cable del cabrestante alrededor del tambor en el sentido indicado por la marca de rotación del cabrestante.
- Siempre** enrolle el cable del cabrestante en la parte inferior (lado de montaje) del tambor.
- Nunca** enrolle el cable en la parte superior del tambor.
- Siempre** enrolle y desenrolle el cable al tambor en la dirección especificada en las etiquetas de rotación del tambor en el cabrestante o en la documentación. Esto es necesario para el funcionamiento correcto del freno automático (si viene equipado con ello).



**PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD**

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE CORTES Y QUEMADURAS**  
 De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.

**Para evitar daños en las manos:**

- Lleve puestos **siempre** guantes gruesos de cuero para manipular el cable del cabrestante.
- Tenga **siempre** en cuenta que las superficies del motor, del tamboro o del cable del cabrestante pueden estar calientes durante o después del uso del mismo.

**PRECAUCIÓN**



**PELIGRO DE CORTES Y QUEMADURAS**  
 Si no observa estas instrucciones, podrían producirse lesiones menores o moderadas.

- Nunca** deje que el cable del cabrestante se deslice por sus manos.

**ADVERTENCIA**



**PELIGRO DE INCENDIO O POR PRESENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**  
 De no seguirse estas instrucciones, podrían producirse lesiones graves o incluso la muerte.

- Acuérdese **siempre** de quitarse las joyas y utilizar protección ocular.
- No pase **nunca** los cables eléctricos por bordes afilados.
- No pase **nunca** los cables eléctricos cerca de piezas que se calienten.
- No pase **nunca** los cables eléctricos por partes móviles o cerca de ellas.
- Coloque **siempre** las fundas de terminales suministradas en los cables y los terminales, tal como se indica en las instrucciones de instalación.
- No se apoye **nunca** en la batería si está haciendo conexiones.
- No pase **nunca** los cables eléctricos sobre los terminales de la batería.
- No cortocircuite **nunca** los terminales de la batería con objetos metálicos.
- Si va a perforar, verifique **siempre** que en el área no haya tuberías o tanques de combustible, líneas de frenos, cables eléctricos, etc.
- Consulte **siempre** el manual del usuario para obtener detalles de cableado adecuados.
- Aísle y proteja **siempre** los cables y los terminales eléctricos que queden expuestos.

**PRECAUCIÓN**



**PELIGRO DE ENREDO EN LAS PARTES MÓVILES**  
 Si no observa estas instrucciones, podrían producirse lesiones menores o moderadas.

**Para evitar daños en las manos:**

- No deje **nunca** el control remoto donde pueda activarse durante el enrollado libre, el maniobrado o cuando el cabrestante no esté en uso.
- No deje **nunca** el control remoto del cabrestante conectado cuando se esté instalando o haciendo enrollado libre, maniobras o mantenimiento ni cuando no se esté utilizando el cabrestante.

**AVISO**

**EVITE DAÑOS AL EQUIPO Y AL CABRESTANTE**

- Evite **siempre** los trones laterales, ya que pueden apilar el cable del cabrestante en un extremo del tambor. Esto puede dañar el cable del cabrestante o el propio cabrestante.
- Compruebe **siempre** que se ha embragado o desembragado completamente.
- Evite **siempre** dañar la estructura cuando vaya a anclar su vehículo en una operación con el cabrestante.
- No sumerja **nunca** el cabrestante en agua.
- Guarde **siempre** el control remoto en un área protegida, limpia y seca.

**CONDICIONES DE TRABAJO SEGURAS**

Este manual proporciona instrucciones sobre la instalación de su sistema de cabrestante WARN y las instrucciones de funcionamiento inicial. Lea la Guía básica de técnicas de operación del cabrestante para obtener instrucciones completas de funcionamiento para su sistema de cabrestante WARN.

**Seguridad**

Cuando instale su sistema de cabrestante WARN, lea y siga todas las instrucciones de montaje y de seguridad.

Sea precavido siempre que trabaje con electricidad y no olvide comprobar que no haya ninguna conexión eléctrica expuesta antes de alimentar el circuito del cabrestante.

Para obtener las especificaciones y los datos de funcionamiento, consulte la hoja de información que viene con el cabrestante.



## FAMILIARÍCESE CON EL CABRESTANTE

### Conozca el funcionamiento de su cabrestante

Antes de comenzar, debe familiarizarse con el cabrestante WARN y con cada uno de sus componentes:

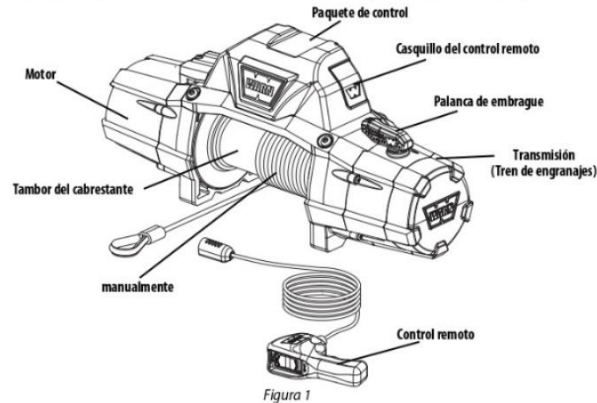


Figura 1

- Motor:** El motor del cabrestante funciona con la batería del vehículo. El motor proporciona energía al mecanismo de engranajes, que gira el tambor del cabrestante y enrolla el cable del cabrestante.
- Tambor del cabrestante:** El tambor del cabrestante es el cilindro en el cual se enrolla el cable del cabrestante. El motor acciona esta pieza y el tren accionador. Se puede cambiar el sentido de giro utilizando el control remoto.
- Cable\*:** El diámetro del cable del cabrestante y su longitud se determinan de acuerdo a la capacidad de carga del cabrestante y al diseño del mismo. Enrollado alrededor del tambor del cabrestante a través de la guía, el cable del cabrestante se enlaza al final para aceptar el perno del enganche.
- Tren de engranajes:** El engranaje de reducción convierte la energía del motor del cabrestante en una fuerza de gran tracción. El diseño del tren de engranajes hace posible que el cabrestante sea más ligero y compacto.
- Palanca de embrague:** El embrague permite al usuario desactivar el tambor de enrollado desde el sistema de engranajes, permitiendo al tambor girar libremente (llamado "enrollado manual"). Al embragar se vuelve a "bloquear" el tambor del cabrestante en el tren de engranaje.
- Casquillo del control remoto:** El casquillo del control remoto es donde el operador enchufa el control remoto con cable o el receptor del control remoto sin cables opcional para controlar el cabrestante.
- Paquete de control\*:** Los contactores del paquete de control transmiten corriente al motor utilizando la energía eléctrica de la batería del vehículo. Esto permite que el usuario cambie la dirección de la rotación del tambor del cabrestante.
- Control remoto:** El control remoto se conecta al paquete de control del cabrestante a través del casquillo del control remoto, que permite al usuario controlar la dirección del cabrestante y mantenerse alejado del cable mientras funciona.

WARN INDUSTRIES  
35

83449A0

## MONTAJE

### Paso 1 – Montaje del cabrestante

Puede encontrar los kits de montaje para cabrestantes en su distribuidor de WARN para la mayoría de las aplicaciones. Si desea más información sobre los kits disponibles, comuníquese con su distribuidor de productos WARN.

**AVISO** Para obtener las máximas prestaciones y los resultados esperados se recomienda el uso de las placas de montaje WARN.

**PRECAUCIÓN** Para evitar la activación accidental del cabrestante y lesiones de gravedad, realice la instalación del cabrestante y acople el gancho antes de instalar el cable.

**ADVERTENCIA** Elija siempre una ubicación de montaje que sea lo suficientemente sólida para soportar la capacidad de carga máxima del cabrestante.

**ADVERTENCIA** No utilice nunca pernos que sean demasiado largos.

**ADVERTENCIA** Siempre enrolle y desenrolle el cable al tambor en la dirección especificada en las etiquetas de rotación del tambor en el cabrestante o en la documentación. Esto es necesario para el funcionamiento correcto del freno automático (si viene equipado con ello).

**ADVERTENCIA** Siempre enrolle el cable del cabrestante en la parte inferior (lado de montaje) del tambor.

Este cabrestante debe montarse siempre en una orientación horizontal con el cable enrollando o desenrollando del tambor en el lado de montaje del tambor y siguiendo la flecha de rotación del tambor como indican las etiquetas del cabrestante, consulte la Figuras 2 y 3.

La rotación correcta es necesaria para que el freno automático funcione correctamente. El montaje horizontal evita que el cable se apile en un extremo del tambor, lo que puede dañar el cabrestante.

El uso de las combinaciones recomendadas de arandelas de presión y pernos, aplicando los niveles de apriete recomendados, evita las vibraciones durante el accionamiento. A continuación se enumeran las especificaciones. El sistema de montaje dictará la longitud de los pernos.

### Patrón de los pernos de montaje:

Estándar: 254 mm x 114,3 mm (10 pulg. x 4,5 pulg.)



Superficie de montaje suave y plana, grosor mínimo = 6,4 mm (1/4 pulg.)

### Hardware incluido:

- Contratuerca tapón M10 x 1,5 de 15 mm hexagonal
- Tuerca tapón hexagonal M10-1,5 x 35, 8,8, perno (4x)
- Tuerca tapón hexagonal M10-1,5 x 40, 8,8, perno (2x)

### Par de apriete: 41 a 47 Nm (30-35 lb/pie)

Seleccione una ubicación de montaje que sea lo suficientemente sólida para soportar la capacidad de carga máxima del cabrestante.

1. Coloque las tuercas tapón en los huecos de los pies del cabrestante.
2. Coloque el cabrestante en la ubicación de montaje. Confirme la longitud necesaria de los pernos.

Grosor de la placa	Longitud del perno
7 mm (1/4")	32 mm
10 mm (3/8")	40 mm
13 mm (1/2")	40 mm

3. Instale los pernos y apriete de 41 a 47 Nm (30-35 lb/pie)
4. Corte la banda elástica de retención del cable.
5. Coloque el embrague en la posición de enrollado libre.
6. Pase manualmente el bucle del cable a través de la guía.

**ADVERTENCIA** Use siempre la correa del gancho suministrada.

7. Coloque el gancho en el bucle del cable. Coloque la cinta del gancho en el gancho.
8. Gire el embrague a la posición de embragado completo.

WARN INDUSTRIES  
36

83449A0

**MONTAJE**

**Orientación de montaje**

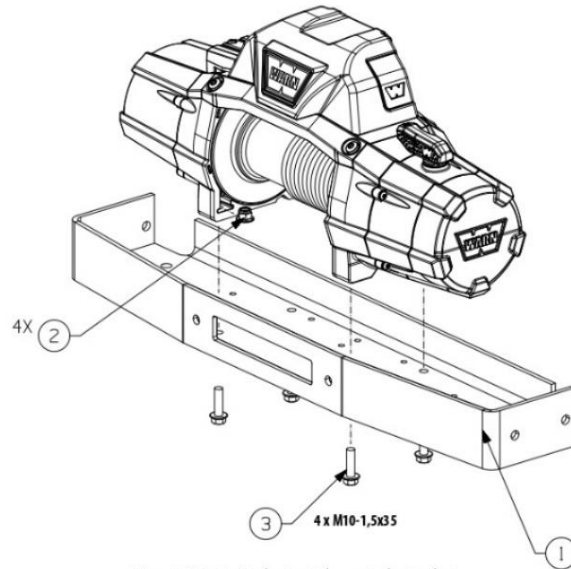


Figura 2 Orientación horizontal con pies hacia abajo

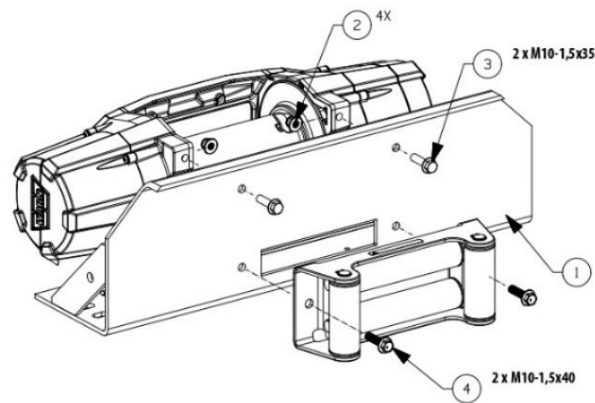


Figura 3 Orientación horizontal con pies hacia adelante

WARN INDUSTRIES  
37

83449A0

**CONEXIONES ELÉCTRICAS**

**Paso 2 – Instalación del cableado**

**ADVERTENCIA** Para prevenir lesiones de gravedad o la muerte: Coloque siempre las fundas de terminales suministradas en los cables y en los terminales, tal como se indica en las instrucciones de instalación.

**ADVERTENCIA** Para prevenir lesiones graves o accidentes mortales debidos a incendios de origen eléctrico:



No pase nunca los cables eléctricos por bordes afilados.



No pase nunca los cables eléctricos cerca de piezas que se calienten.



No pase nunca los cables eléctricos por partes móviles o cerca de ellas.

Evite los puntos de pellizo y desgaste o abrasión cuando instale todos los cables eléctricos.

**ADVERTENCIA** Aíse y proteja siempre los cables y los terminales eléctricos que queden expuestos.

**AVISO** Una batería completamente cargada y unas conexiones correctas resultan esenciales para el buen funcionamiento del cabrestante. El requisito mínimo para una batería de 12 voltios de CCs de 650 amperios para el arranque en frío.

No instale los cables de la batería donde puedan desgastarse debido al roce o sufrir cortes en el material aislante produciéndose así un cortocircuito.

El hilo de alimentación del cabrestante debe pasarse hasta la batería. Se requiere una conexión directa a batería del hilo de alimentación (rojo) y de masa (negro). **ADVERTENCIA!** No conecte la masa al chasis del vehículo.

El cableado hasta la batería puede requerir el desmontaje del cuadro o piezas del vehículo.

Pase siempre los hilos de la batería por pasos que permitan que estos queden fijados con bridas.

**ADVERTENCIA** Los hilos flojos o sueltos pueden provocar lesiones graves o la muerte.

Proteja en todo momento los hilos de alimentación de bordes afilados, de zonas que se calienten mucho al contacto o de piezas móviles.

1. Planifique el paso de los hilos.
2. Fije holgadamente los hilos de alimentación por el paso.
3. Confirme que los hilos de alimentación están protegidos de bordes afilados, calor y piezas móviles. Tenga en cuenta la vibración y la flexibilidad del chasis que pueden dañar los hilos.
4. Inspeccione cuidadosamente el paso de los hilos eléctricos. ¿Está en orden? Apriete las bridas y fije los hilos eléctricos. Las bridas deberían estar bien apretadas pero no deberían cortar el aislamiento de los cables. Utilice cinta aislante, trozos de manguera de goma o conductos eléctricos para proteger los cables eléctricos y el arnés y evitar el desgaste y la abrasión del aislamiento.
5. Conecte los cables de la batería, PRIMERO el rojo (positivo) y luego el negro (negativo). Instale las fundas para proteger las conexiones. Asegure los bornes de la batería siguiendo las instrucciones del manual del vehículo.

Cuando haya finalizado la instalación, compruebe si el cabrestante funciona correctamente.

**Paso 3 – Instalación del cable sintético (opcional)**

\* Para modelos con cable sintético, asegúrese de leer completamente la Guía de instalación del cable sintético de WARN para obtener instrucciones detalladas de instalación del cable sintético.

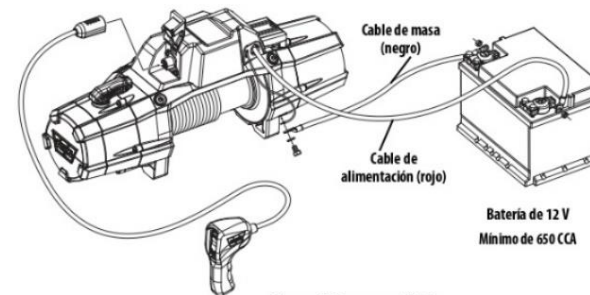


Figura 4 Diagrama eléctrico

WARN INDUSTRIES  
38

83449A0

**INSTRUCCIONES DE PRIMER FUNCIONAMIENTO**

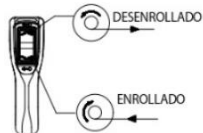
**Paso 4 – Revisión del sistema**

Una vez haya realizado una revisión del sistema, estará listo para confirmar el funcionamiento del cabrestante. Siga en las secciones Instrucciones de primer funcionamiento y Análisis final y mantenimiento de este documento.

**Paso 5 – Instrucciones de primer funcionamiento**

**ADVERTENCIA** Tome siempre su tiempo para conocer completamente el cabrestante y su funcionamiento revisando la Guía básica de técnicas de uso del cabrestante que viene con el mismo.

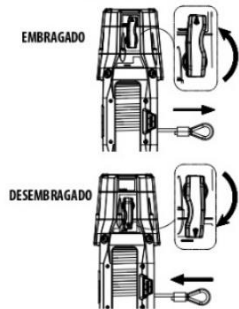
**Interruptor del control remoto**



No deje el control remoto conectado al cabrestante cuando no se esté utilizando. El dejar el control enchufado puede producir una situación peligrosa o desgastar la batería.

**Accionamiento del embrague:**

**ADVERTENCIA** Nunca embrague ni desembrague si el cabrestante está soportando una carga, si el cable está en tensión o si el tambor está en movimiento.



Cuando el embrague está activado, el sistema de engranajes se acopla al tambor del cabrestante y, en estas condiciones, puede transferirse movimiento desde el motor del cabrestante. Cuando el embrague

está desembragado el tambor se encuentra en posición de enrollado manual y el sistema de engranajes y el tambor del cable del cabrestante están desengranados, lo que permite que el tambor gire libremente.

La palanca del embrague, ubicada en la cubierta del cabrestante, enfrente del motor, controla la posición del embrague. Para evitar daños, engrane y desengrane siempre completamente la palanca del embrague.

**Desenrollado**

**ADVERTENCIA** Nunca accione el cabrestante si no hay, al menos, 5 vueltas de cable alrededor del tambor. El cable podría soltarse del tambor, ya que el acoplamiento del cable al tambor no está diseñado para aguantar cargas.

**ADVERTENCIA** Siempre mantenga las manos alejadas del cable del cabrestante, del bucle del gancho, del gancho y de la abertura de la guía durante la instalación, la operación y en el enrollado y desenrollado.

**ADVERTENCIA** Siempre lleve puestos siempre guantes gruesos de cuero para manipular el cable del cabrestante.

Generalmente, el desenrollado manual es la forma más rápida y sencilla de sacar el cable del cabrestante. Antes de proceder al desenrollado manual, saque suficiente cable del cabrestante a fin de eliminar cualquier tensión a la que pueda estar sometido el mismo. Quite el embrague. A continuación, proceda al desenrollado manual, sacando manualmente suficiente cable del cabrestante para la operación. Consulte la Guía básica de técnicas para el uso del cabrestante para obtener más información.

**AVISO** NO desenrolle el cable más de 9 metros sin dejar que el cabrestante se enfríe durante 20 minutos antes de volver a enrollar el cable. En su lugar, coloque el embrague en posición de enrollado libre y tire del cable a mano.

**ADVERTENCIA** Siempre utilice la correa del gancho suministrada cuando vaya a enrollar o desenrollar el cable del cabrestante o durante la instalación o el funcionamiento para evitar daños en las manos.

**Enrollado bajo carga**

**ADVERTENCIA** No exceda nunca los límites de tracción del cable del cabrestante.

Enrolle el cable del cabrestante uniformemente y bien tensado alrededor del tambor. Esto evita que las vueltas más externas del cable del cabrestante se hundan en las vueltas internas; asimismo, evita atascamientos y daños al cable del cabrestante.

**INSTRUCCIONES DE PRIMER FUNCIONAMIENTO**

Evite las sacudidas de la carga cuando esté enrollando; para ello, pulse el interruptor de control a fin de tensar y hacer entrar las porciones del cable del cabrestante que puedan quedar flojas. Las sacudidas de la carga pueden hacer sobrepasar momentáneamente la capacidad nominal del cabrestante y del cable.

**Enrollado sin carga**

**ADVERTENCIA** Nunca toque el cable del cabrestante ni el gancho si hay alguien cerca del interruptor de control, o si el cabrestante está en funcionamiento.

*Enrollado o desenrollado con un ayudante:* Pida al ayudante que sujete la correa del gancho tensando el cable del cabrestante de forma constante y tanto como sea posible. Manteniendo tenso el cable, el ayudante debe caminar hacia el cabrestante mientras usted acciona el interruptor de control para enrollar el cable del cabrestante. Suelte el interruptor cuando el gancho esté a una distancia mínima de 2 m (6 pies) de la abertura de la guía.

Luego, enrolle la parte final del cable para almacenarlo tal como se indica a continuación.

*Enrollado o desenrollado solo:* Disponga el cable del cabrestante de forma que no se doble ni se trabaje al enrollarlo. Asegúrese de que el cable del cabrestante ya enrollado alrededor del tambor esté bien tenso y dispuesto en capas uniformes. Enrolle suficiente cable del cabrestante como para formar la siguiente capa completa en el tambor. Tense y enderece la capa. Repita este proceso hasta que el gancho quede a una distancia mínima de 2 m (6 pies) de la abertura de la guía.

Luego, enrolle la parte final del cable para almacenarlo tal como se indica a continuación.

**Enrollado del resto del cable para el almacenamiento**

Cuando el gancho se encuentre a 2 m (6 pies) de la guía, desconéctelo del punto de anclaje o carga. Sostenga la correa del gancho (incluida con el producto) y mantenga la tensión en el cable del cabrestante. Enrolle el cabrestante lentamente pulsando el botón de enrollado en el control remoto hasta que el gancho se encuentre a 1 metro (3 pies) de la guía.

Pare de enrollarlo y enganche el gancho al punto de anclaje apropiado en el vehículo.

**AVISO** No permita que el gancho toque la guía. Esto podría causar daños a la guía.

Una vez que el gancho esté bien acoplado al vehículo, enrolle el resto del cable suelto pulsando el interruptor de enrollado en el control remoto hasta que haya una holgura mínima en el cable.

**Sobrecarga/sobrecalentamiento**

El cabrestante está indicado para un servicio intermitente. Cuando el motor se aproxima a la velocidad crítica, se genera calor muy rápidamente, lo que puede ocasionar daños al motor.

El maniobrado con línea de doble cable (consulte la Guía básica del técnicas para el uso del cabrestante) reduce el amperaje de consumo y el recalentamiento del motor. Esto permite un uso continuo más prolongado.

**ESTIRAMIENTO DEL CABLE DEL CABRESTANTE**

**ADVERTENCIA** Realice siempre un estiramiento previo del cable y vuelva a enrollarlo con carga antes de usarlo. Un cable bien enrollado reduce las posibilidades de tener "dobles" que puedan dañar el cable.

**ADVERTENCIA** Nunca accione el cabrestante si no hay, al menos, 5 vueltas de cable alrededor del tambor. El cable podría soltarse del tambor, ya que el acoplamiento del cable al tambor no está diseñado para aguantar cargas.

La vida útil del cable del cabrestante está directamente relacionada con la forma en que se utiliza y se cuida. Durante su primer uso, un cable del cabrestante nuevo debe enrollarse en el tambor bajo una carga de, por lo menos, 454 kg. (1000 lbs). Siga las instrucciones siguientes para tensar el cable del cabrestante correctamente en el tambor del cabrestante.

1) Escoja una superficie PLANA Y PAREJA que sea lo suficientemente amplia como para poder extender todo el cable del cabrestante.

2) Gire la palanca del embrague del cabrestante hacia la posición "Free Spool" (enrollado libre). Desenrolle el cable del cabrestante del tambor hasta las últimas 5 vueltas. Una vez desenrollado el cable del cabrestante, ponga la palanca del embrague del cabrestante en la posición "Engaged" (embragado).

3) Acople el extremo del cable con gancho a un punto de anclaje apropiado y aleje el vehículo de tal punto hasta que quede muy poco cable del cabrestante suelto. Antes de salir del vehículo, ponga el freno de mano, deje una velocidad puesta o en aparcado (vehículos automáticos) y apague el vehículo.



**INSTRUCCIONES DE PRIMER FUNCIONAMIENTO**

4) Conecte el control remoto al cabrestante. Desde una distancia de aproximadamente 2,44 metros (8 pies) del cabrestante, enrolle el cable hasta que se halla enrollado todo el cable suelto en el tambor del cabrestante. Desconecte el control remoto del cabrestante. Mantenga la tensión en el cable del cabrestante con una mano; empuje cuidadosamente el cable del cabrestante hacia el lado del tambor al que esté enganchado, de forma que no haya espacios libres en el tambor entre cada vuelta. Verifique que el cable del cabrestante se enrolle en la parte inferior del tambor y no en la superior, ya que, en caso contrario, el freno de carga automático no funcionará correctamente. (Si el cable del cabrestante se enrolla en la parte superior, habrá desenrollado el cabrestante en lugar de enrollarlo con el control remoto).

5) Para una mayor seguridad, dos personas deberán realizar los pasos siguientes. Si trata de tensar el cable del cabrestante usted solo, verifique siempre que el freno de mano esté puesto, deje una marcha puesta o estacione y apague el vehículo cada vez que lo abandone para inspeccionar el cable del cabrestante. No salga nunca del vehículo con una carga aplicada al cable. Tensar el cable del cabrestante es fundamental para garantizar una larga vida útil del mismo. Al tensarse el cable del cabrestante, se evitará que sus capas exteriores pellizquen o deformen las capas interiores.

6) Procure enrollar cada vuelta de forma pareja para evitar daños al cable.

7) Pase el control remoto a través de la ventanilla del conductor para que pueda usarlo el conductor del vehículo. Pida a su ayudante que se ubique en la parte lateral del vehículo, alejado del cable del cabrestante. Él deberá indicarle si el cable del cabrestante se está enrollando correctamente al verlo pasar por la guía. Arranque el vehículo y ponga la transmisión en punto muerto. Suelte el freno de mano mientras presiona moderadamente el pedal del freno.

Pulse el botón de enrollar en el control remoto. Después de enrollar aproximadamente 2m (6 pies) de cable, pare el enrollado. Lentamente, deje de presionar el pedal del freno para aplicar el freno de mano. Esto asegurará que no haya carga en el cable del cabrestante. A continuación, ponga la transmisión en aparcado (vehículos automáticos) o ponga una velocidad con la palanca de cambios y apague el vehículo. Salga del vehículo y asegúrese de que el cable del cabrestante esté enrollándose de forma pareja en el tambor del cabrestante y no hundiéndose en la capa inferior. Si el cable del cabrestante se está hundiendo, desenróllelo y repita este paso desde el principio con más presión en el pedal del freno.

8) Cuando esté convencido de que el cable del cabrestante está enrollándose correctamente en el tambor, repita el paso 6 hasta que el vehículo se encuentre a 2 metros (6 pies) del andaje del cabrestante. Una vez que esté a 2 m (6 pies), deje de presionar el pedal del freno lentamente para utilizar el freno de mano. Esto asegurará que no haya carga en el cable del cabrestante. A continuación, ponga la transmisión en aparcado (vehículos automáticos) o ponga una velocidad con la palanca de cambios y apague el vehículo. Salga del vehículo. Desenganche el gancho del punto de anclaje. Mientras que sostiene la correa del gancho (incluida en el producto), mantenga la tensión en el cable del cabrestante y enróllelo lentamente pulsando el interruptor de enrollado en el control remoto hasta que el gancho se encuentre a 1 metro (3 pies) de la guía. Pare de enrollarlo y enganche el gancho al punto de anclaje apropiado en el vehículo.

**AVISO** No permita que el gancho toque la guía. Esto podría causar daños a la guía.

Una vez que el gancho esté bien acoplado al vehículo, enrolle el resto del cable suelto pulsando el interruptor de enrollado en el control remoto hasta que haya una holgura mínima en el cable.

**ANÁLISIS FINAL Y MANTENIMIENTO**

Control	Antes del primer uso	Después de cada uso	Cada 90 días
Lea detenidamente las Instrucciones, la Guía de operación y/o la Guía básica de técnicas del cabrestante para comprender el funcionamiento y la manipulación del cabrestante.	X		
Controle los elementos de fijación y asegúrese de que estén apretados con el par de apriete correcto. Sustituya todos los elementos de fijación que estén dañados.	X		X
Verifique que el cableado de todos los componentes es correcto y que todas las conexiones están bien apretadas.	X		X
Verifique que no hay cableado ni terminales expuestos/al aire o daños en el aislante (desgaste/corte). Cubra las exposiciones con fundas para terminales. Repare o sustituya los cables eléctricos dañados.	X		X
Compruebe que el cable no presente daños. Sustituya el cable de inmediato si está dañado.	X	X	X
Mantenga libres de contaminantes el cabrestante, el cable y el control de conmutación. Utilice un paño limpio o una toalla para quitar la suciedad.		X	

**ADVERTENCIA** Para prevenir lesiones de gravedad o la muerte:



Siempre enrolle el cable del cabrestante alrededor del tambor en el sentido indicado por la marca de rotación del cabrestante.



Enrolle el cable en la parte inferior del tambor.  
Nunca enrolle el cable en la parte superior del tambor.

Tómese su tiempo para comprender completamente el cabrestante y su funcionamiento revisando la Guía básica de técnicas de uso del cabrestante que viene con el mismo.

Para más información o preguntas contacte con:

WARN INDUSTRIES, INC.

12900 S.E. Capps Road, Clackamas, OR USA 97015-

8903, 1-503-722-1200.

Servicio de atención al cliente: 1-800-543-9276

Servicio localizador de distribuidor: 1-800-910-1122

o visite [www.warn.com](http://www.warn.com).

## 5. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORTIGUADOR DELANTERO



### 7004 – 2015-2018, MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, AUXILLARY FRONT SHOCK KIT

Version 4.4

#### General Notes

- For the most up to date and current instructions, please visit our website at [www.vancompass.com](http://www.vancompass.com)
- Please read all instructions thoroughly before starting installing Van Compass products.
- This is a bolt on shock kit that can be installed with basic hand tools.
- Removal and trimming of the plastic inner fender well liner will be required for installation.
- This suspension kit can be completely removed, allowing the vehicle to be returned back to stock configuration if desired.

#### Parts List

##### 1010 – 2015-2018, MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, AUXILLARY FRONT UPPER SHOCK MOUNT

- (2) 101001 MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, AUXILLARY FRONT UPPER SHOCK MOUNT
- (1) 101002 DRIVER (LEFT HAND) SIDE FRONT NUT TAB
- (1) 101003 REAR NUT TAB
- (1) 101005 PASSENGER (RIGHT HAND) SIDE NUT TAB
- (4) HC8-8-12 ½-13 UNC, GR8, HEX HEAD BOLT
- (4) WF8-8 ½" GR8 FLAT WAHER
- (4) WL8-8 ½" GR8 LOCK WASHER
- (6) HC8-6-10 3/8-16 UNC X 1" LONG, GR8, HEX HEAD BOLT
- (4) NSC-6 3/8-16 UNC STOVER NUT
- (10) WF8-6 3/8" GR8 FLAT WASHER
- (2) WL8-6 3/8" GR8 LOCK WASHER

##### 1023 – 2015-PRESENT, MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, AUXILLARY FRONT LOWER SHOCK MOUNT

- (2) 102301 MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, AUXILLARY FRONT LOWER SHOCK MOUNT
- (2) HC8-9-30 9/16-12 UNC X 3.0" LONG, GR8, HEX HEAD BOLT
- (2) NS8-9 9/16-12 UNC STOVER NUT
- (4) WF8-9 9/16" GR8 FLAT WASHER

- (2) HM10-1.50-70-10.9 M10-1.50 X 70MM LONG, GR10.9, HEX HEAD BOLT
- (4) HM10-1.50-40-10.9 M10-1.50 X 40MM LONG, GR10.9, HEX HEAD BOLT
- (6) NSM10-1.50 M10-1.50 STOVER NUT
- (10) WF-M10 M10 FLAT WASHER

**1016 – 2015-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FOX FRONT SHOCKS**

- (2) 101601 MERCEDES SPRINTER 4X4, FOX FRONT SHOCKS

**OR**

**1037 – 2015-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON ADJUSTABLE PIGGYBACK**

**RESERVOIR FRONT SHOCKS**

- (1) 1037-LH MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON ADJUSTABLE PIGGYBACK FRONT SHOCK, DRIVER SIDE
- (1) 1037-RH MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON ADJUSTABLE PIGGYBACK FRONT SHOCK, PASSENGER SIDE

**OR**

**1038 – 2015-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON MONOTUBE FRONT SHOCKS**

- (2) 103801 MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON MONOTUBE FRONT SHOCK

Tools Needed

- Quality Jack and 2 jack stands.
- Simple hand tools:
  - Basic wrench and socket set:
    - Metric sizes: 10mm, 13mm, 16mm, 17mm
    - SAE sizes: ½", 13/16", 7/8"
- Automotive trim removal tool
- Drill with 3/8" (10mm) diameter metal cutting drill bit.
- Cutting tool for plastic inner fender well trimming.
  - Tin snips
  - 4-1/2" angle grinder or 3" pneumatic cut off tool
  - Die grinder or Dremel style tool

Approximate Installation Time

- Professional shop with automotive lift: 3-4 hours
- Driveway install with jack and jack stands: 4-6 hours

Installation

- 1) Begin by safely supporting the vehicle so that the front suspension can hang free.
- 2) With the front suspension hanging free, remove the front wheels / tires. Factory lug bolts are typically a 19mm bolt head.



- 3) These instructions will show installation on the driver's (left hand) side of the vehicle. Installation on the passenger side is similar. Any differences will be addressed in the following instructions.
- 4) Remove the inner fender well liners by first removing the two push pins located near the front bottom side of the bumper which connect the inner fender well to the front bumper. See image below.



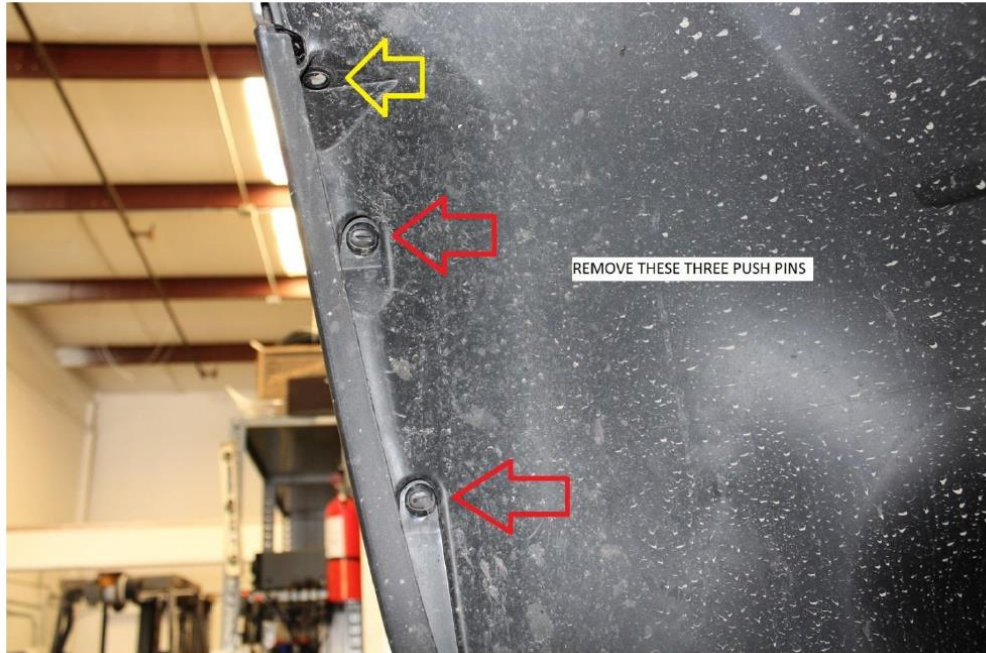
- 5) Using an automotive trim removal tool, pull up the head of the push pin. In most instances, the entire push pin assembly will come out.



- 6) Using the same automotive trim removal tool, pry up under the head of the push pin body to fully removal the fastener.



- 7) Next, on the inside of the fender well, remove the three push pin fasteners near the outer lip of the bumper.

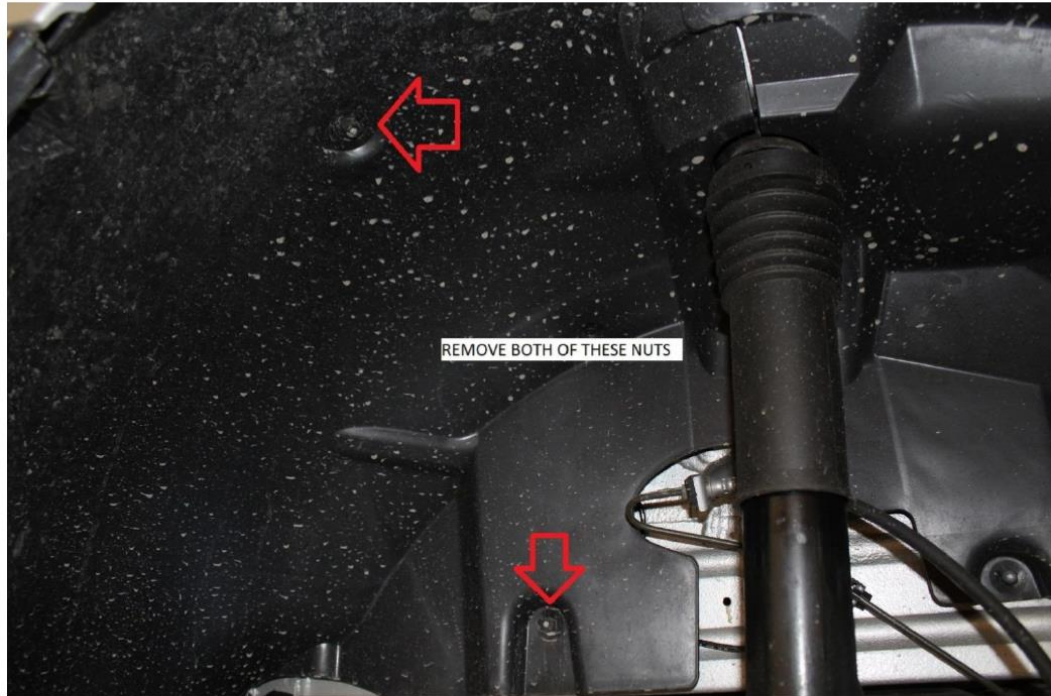


- 8) Note, the bottom two fasteners (denoted with the red arrows). The upper fastener (denoted with the yellow arrow) is a slightly larger push pin, take note of the different head style and be sure to reinstall in the same location during reassembly.





- 9) Locate and remove the two plastic nuts securing the front half of the inner fender well liner to the chassis. Use a 10mm socket for removal.



- 10) Locate and remove the 3 plastic 10mm nuts securing the rear half of the inner fender well liner to the chassis.

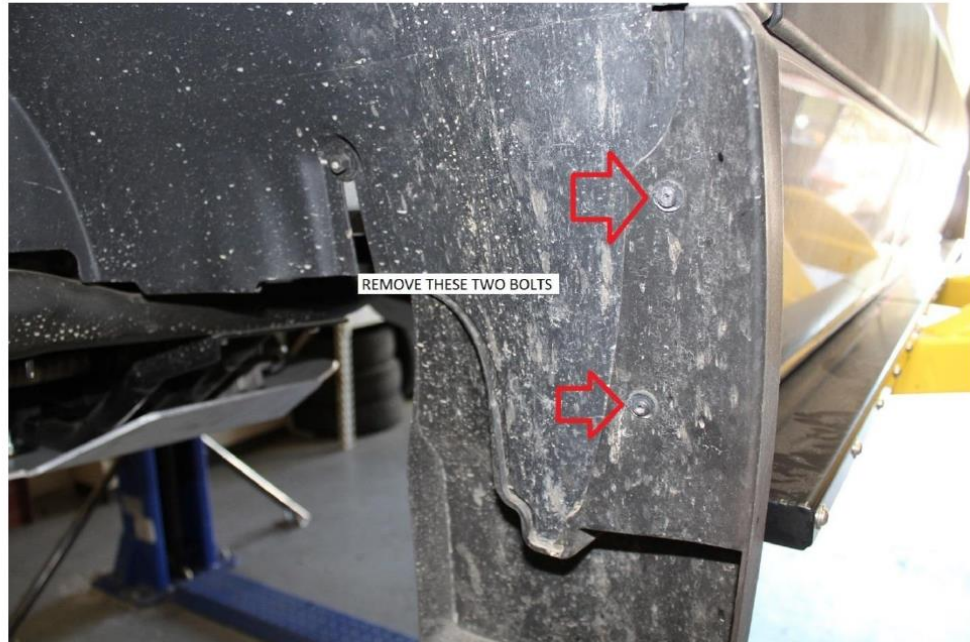


- 11) Lastly, remove the upper nut which secures both the front and rear half of the inner fender well liner to the chassis. Again, use a 10mm socket for removal.

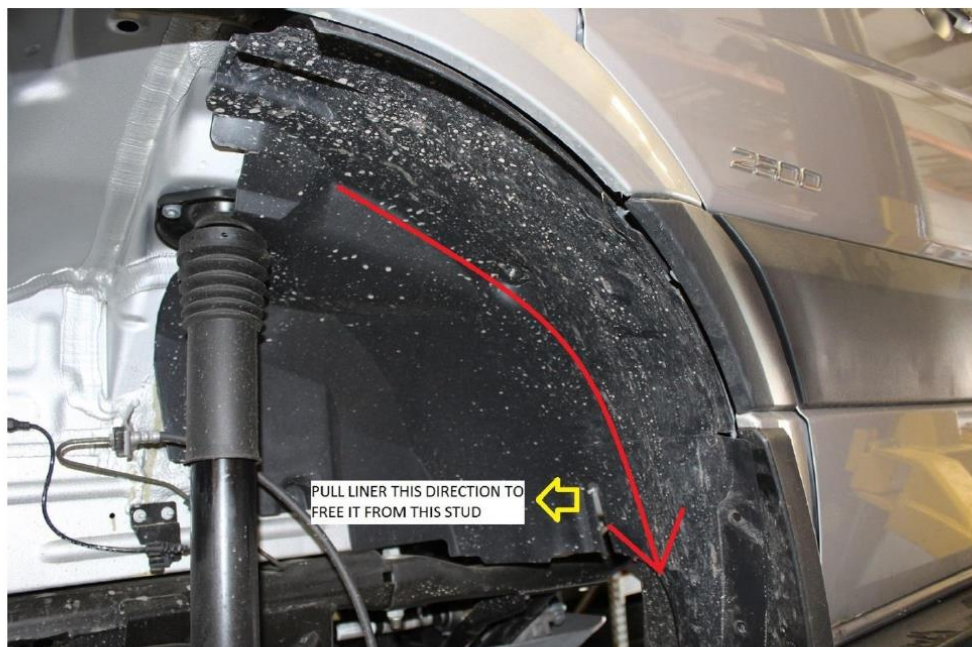


- 12) Remove the two torx head bolts securing the rear half of the inner fender well liner to the mud flap. Use a T-25 Torx bit tool for removal.





- 13) Pull the mudflap out away from the body so the inner fender well liner can be pulled free from behind it. Pull the inner fender well liner out from underneath the lip of the fender and pull the liner away from the bottom stud.



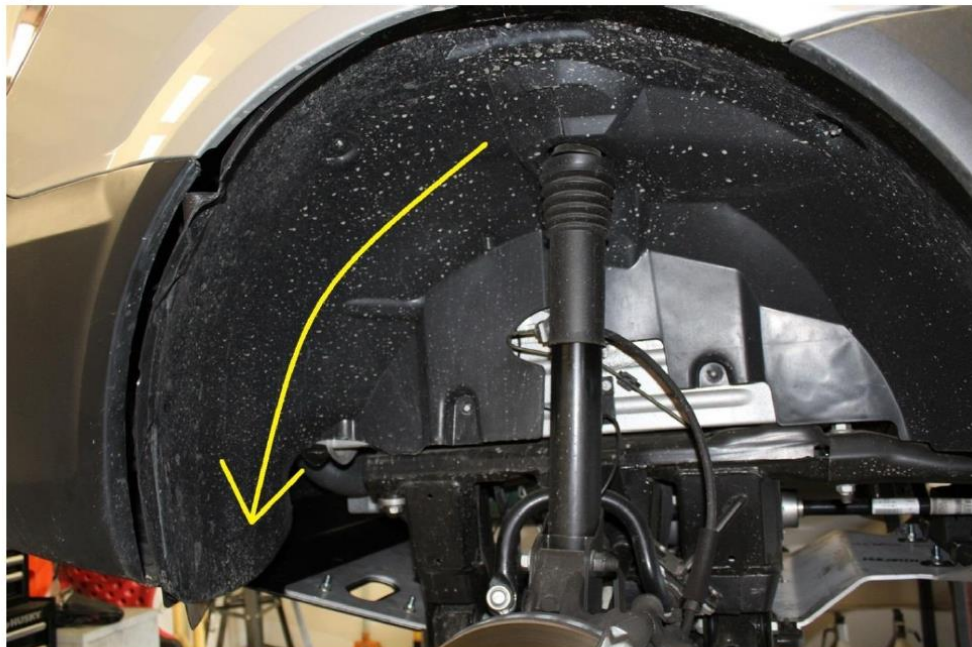
- 14) The liner should now be able to rotate down and out the direction denoted above with the large red arrow.



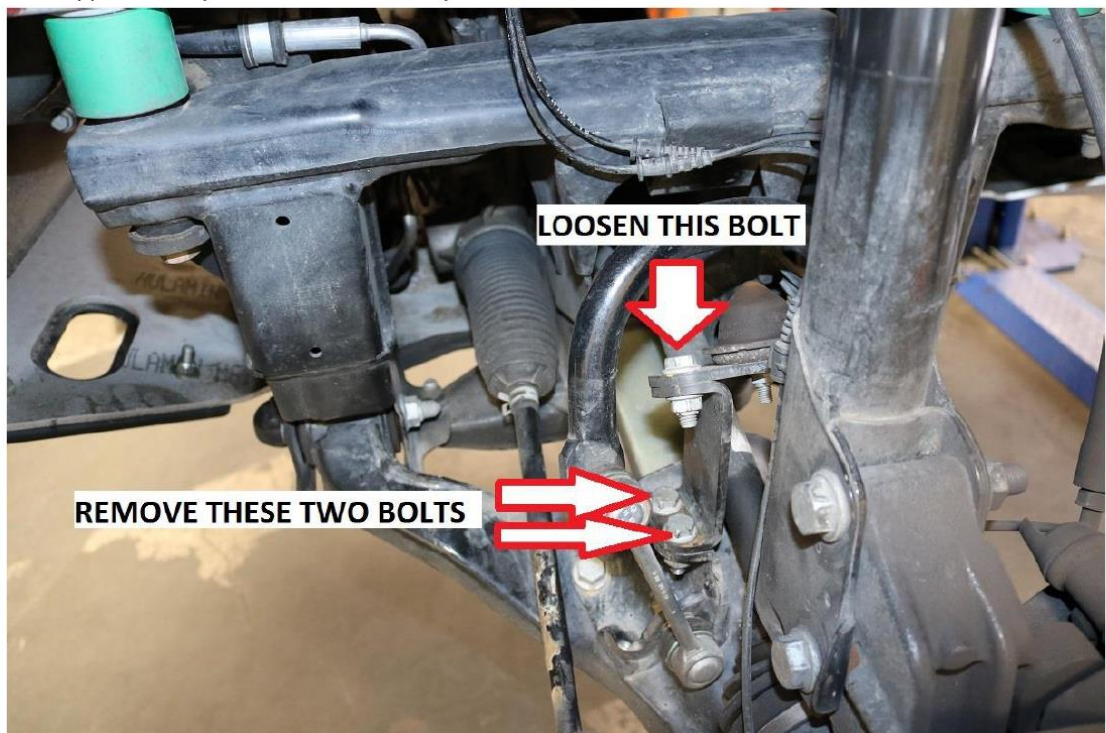
- 15) Remove the front half of the inner fender well liner by pulling the liner away from the bottom stud as shown.



- 16) Next pull the inner fender well liner away from the bumper and out from under the fender lip until it appears as shown.

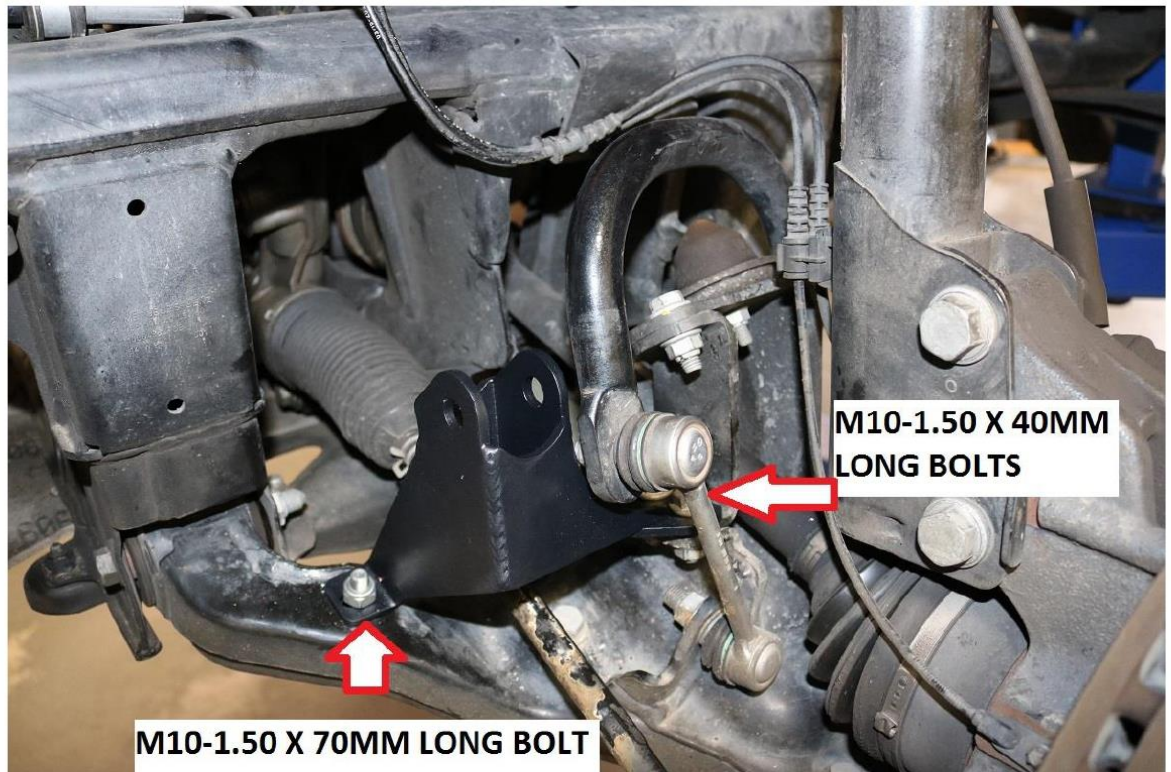


- 17) Slide the front half of the inner fender well forward and down until it clears from underneath the rear half of the inner fender well liner. Note arrow in above photo is there to denote direction of movement needed for removal.
- 18) Install the 102301 lower shock mount by locating the front gusset plate of the bump stop mount on the lower control arm.
- 19) Remove the two bottom bolts on the front gusset using a 16mm socket / wrench. Loosen the top bolt approximately 3 turns but do not fully remove it.

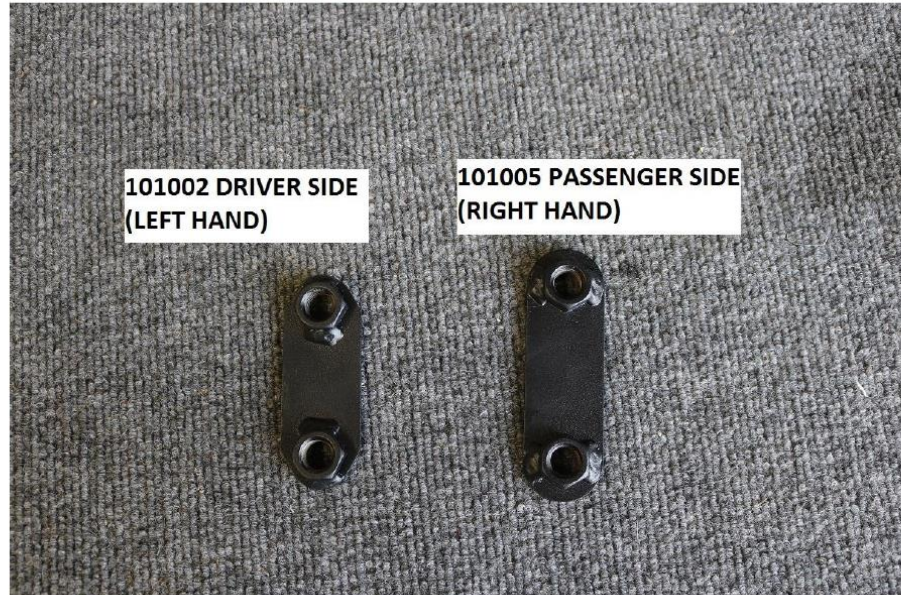


- 20) Install the lower shock mount as pictured below. The mounts are left and right specific and will only install one way. Use the new M10-1.5 x 40mm long bolts in the bump stop mount gusset. Use a washer under the bolt head and under the stover nut. Start all hardware but do not tighten at this time.
  - a. Install the M10-1.5 x 70mm long bolt provided from the bottom of the control arm and up through the slotted hole near the lower control arm's front pivot bushing. Use a washer under the bolt head but not under the nut.
  - b. See image below for reference.

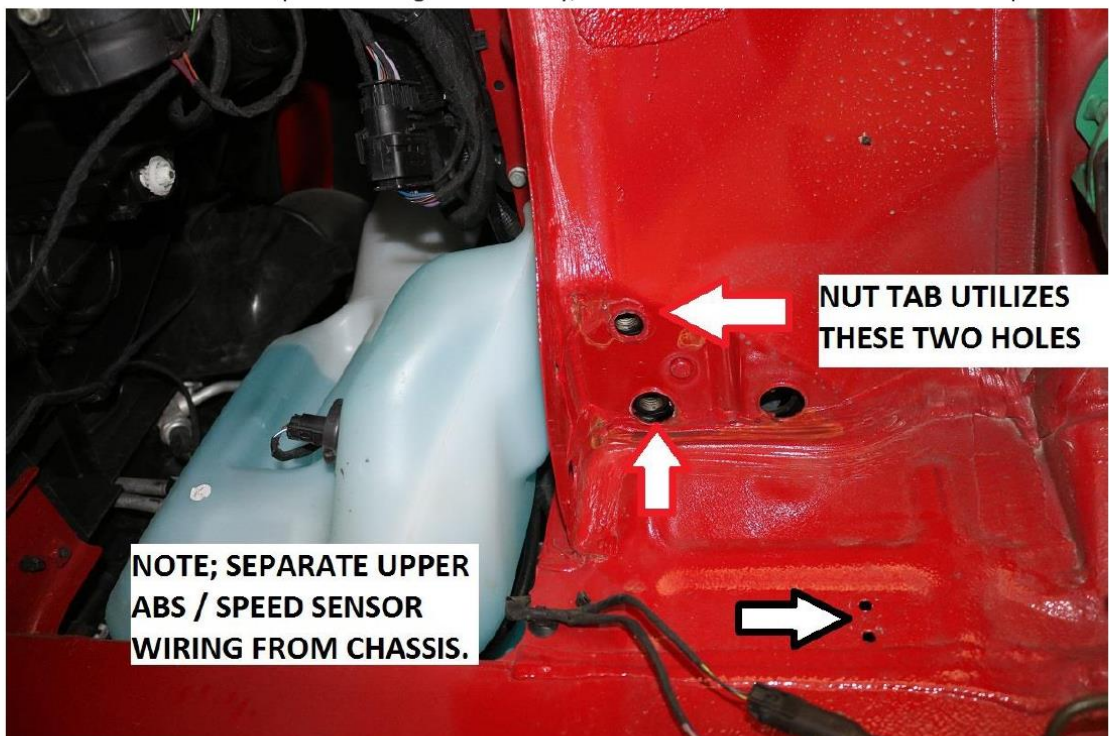




- 21) Once all three bolts have been started snug all hardware. Use a 17mm socket / wrench for the new hardware and a 16mm socket / wrench to re-tighten the upper bolt of the bump stop gusset which was loosened in step 20.
  - a. Torque all hardware to 43 ft-lbs (58 N.m)
  - b. Repeat lower shock mount installation on the passenger side.
- 22) Begin installation of the 101001 Upper shock mount on the driver (left hand) side by first placing the appropriate upper nut tab into the fender well. The image below denotes which side of the vehicle each nut tab goes on.

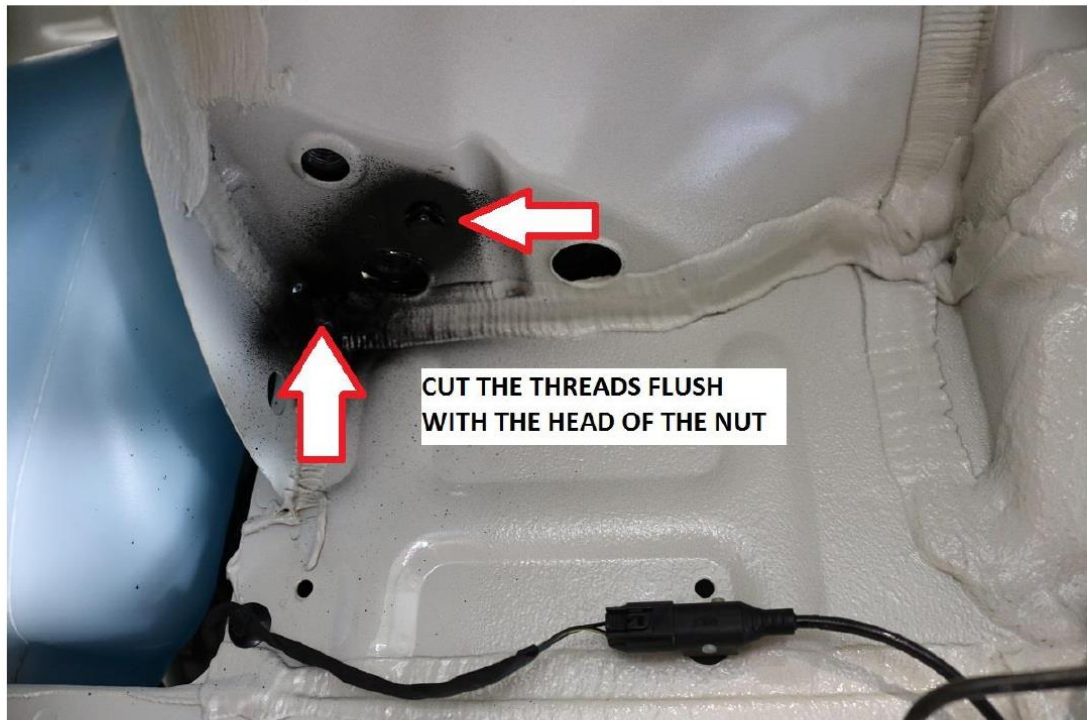


23) Install the nut tab from the engine bay so the threads are centered over the holes shown in the image below. Install so the plate is flat against the body, the welds on the nuts should be on the top side.

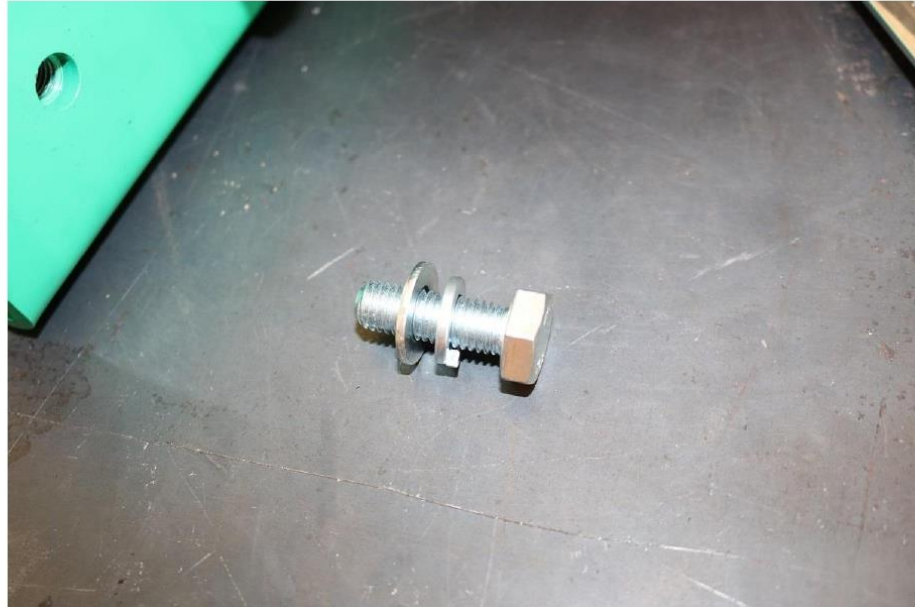




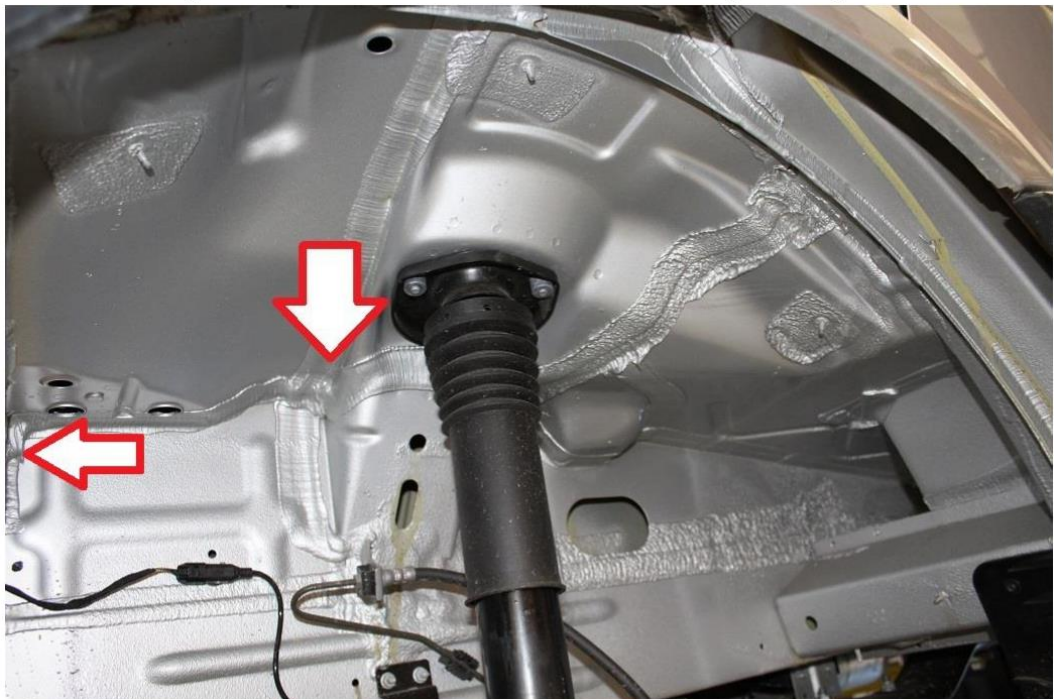
- 24) Note in the image above that the ABS / speed sensor wiring has been pried free from the chassis denoted by the black outlined arrow. Use an automotive trim tool under the connector to separate it from the chassis.
- Although the image above shows both wires separated, only the upper wire needs to be separated.
  - Some vehicles will only have one wire on the driver (left hand) side. If this is the case and it is installed in the lower of the two mounting holes, it can be left in place.
- 25) On some 2017 and newer models, there will be two bolts protruding through square nuts in the upper left hand corner where the shock bracket is to bolt against. These bolts will need to be cut flush with the head of the square nut. **DO NOT CUT THE NUT OFF!** Just cut the threads flush with the bottom of the nut.
- Touch up any exposed areas of metal with paint to prevent corrosion.



- 26) Install the 101001-L bracket on the driver side (left hand). The mounts are left and right specific and can only be installed one way. Use a lock washer under the bolt head, followed by a flat washer as shown below.



27) Note; make sure the bracket sits relatively flat in the fender well. In some instances, the factory glue / undercoating is applied in excess and can cause the bracket to not sit completely flush against the fender well. A small chisel and hammer can easily knock off any excess glue so the bracket can sit flush. The image below shows where we have encountered excess glue during installations.



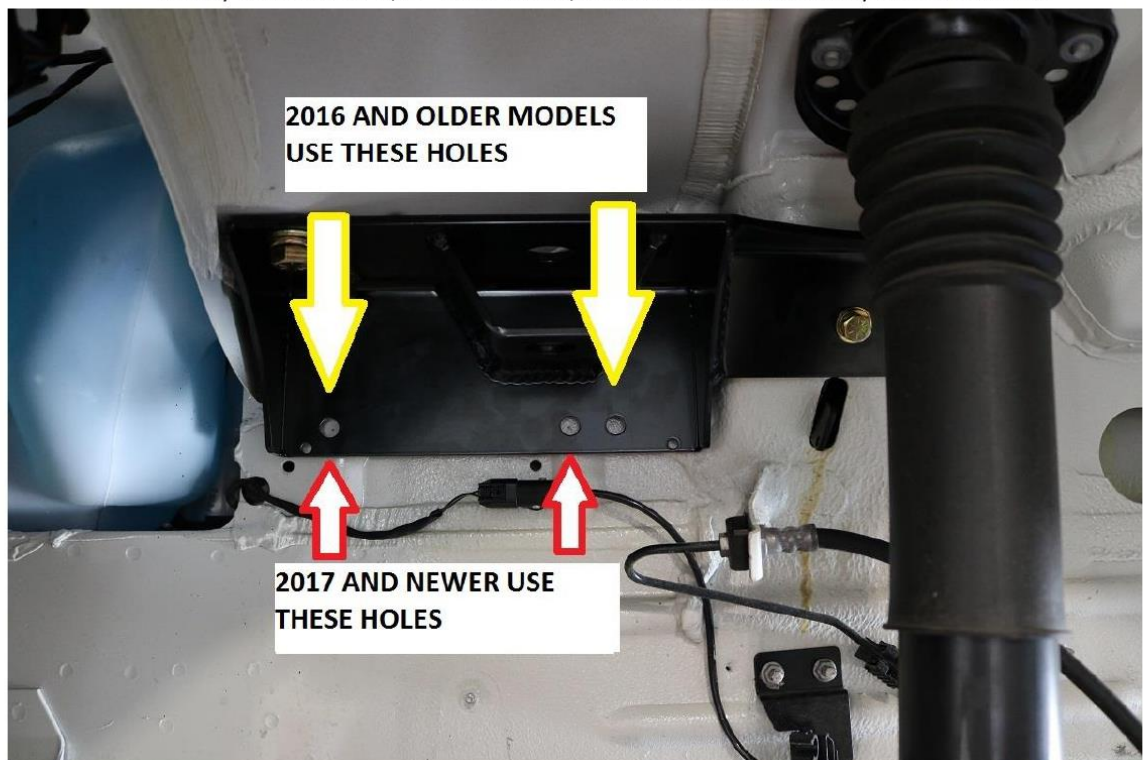


- 28) Install the  $\frac{1}{2}$ -13 x 1-1/2" long bolts in the front mounting holes. Start both bolts so the bracket stays in place on the chassis.
- 29) Next use the 101003 rear nut tab to attach the rear part of the bracket to the chassis.
- Insert the rear nut tab through the slot behind the strut as shown below. Once in the slot, rotate the nut tab so the nut is flush against the inside of the chassis.
  - Be careful not to drop the nut tab into the chassis as it is difficult to fish back out.



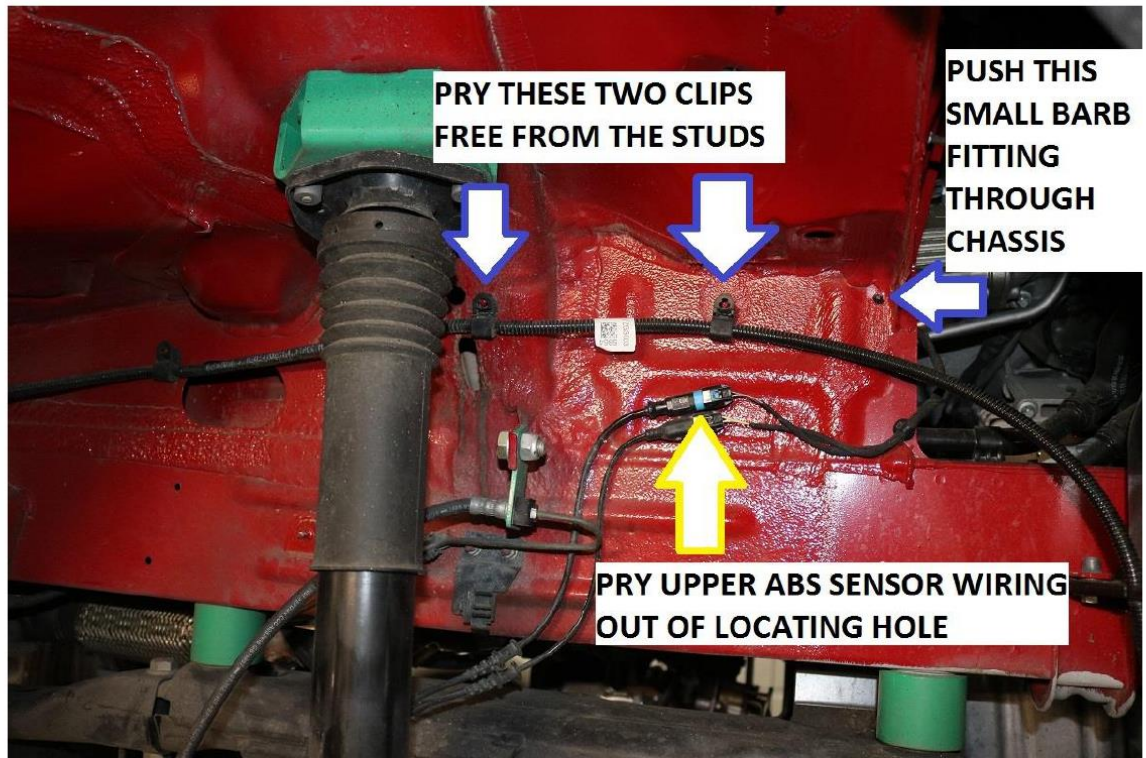
- 30) Use the 3/8-16 x 1" long bolt provided in the kit. Again use a lock washer under the bolt head, followed by a flat washer. Snug bolt but do not fully tighten at this time. Use a 9/16" socket / wrench to snug.
- 31) Go back to the two  $\frac{1}{2}$ -13 bolts at the front of the bracket and snug using a  $\frac{3}{4}$ " socket / wrench. Again, do not fully tighten at this time.
- 32) With the upper mounting bolts installed and the upper mounting bracket snugged into place, mark and drill the two lower mounting holes.
- Note; Take note of where the chassis protrudes outwards towards the bracket's mounting surface. On 2017 and newer models, the protrusion is further forward on the chassis and thus requires using the forward rear mounting hole. 2016 and older models, use the rear most mounting hole.
  - Drill using a 3/8" (10mm) drill bit.
  - Use the bracket itself as a drill guide and carefully drill through the inner fender.

- d. **\*\*NOTE\*\*** There shouldn't be anything behind the drill locations on the fender but always double check prior to drilling that there are no accessories or wiring behind the fender which could potentially be damaged from drilling.
- e. The image below shows installation on a 2017 model van.
- f. **\*\*NOTE\*\*** Do not drill and install the rear mounting bolt on the passenger side of vehicles with factory installed rear A/C. There is an A/C hard line that is in the way on most models.

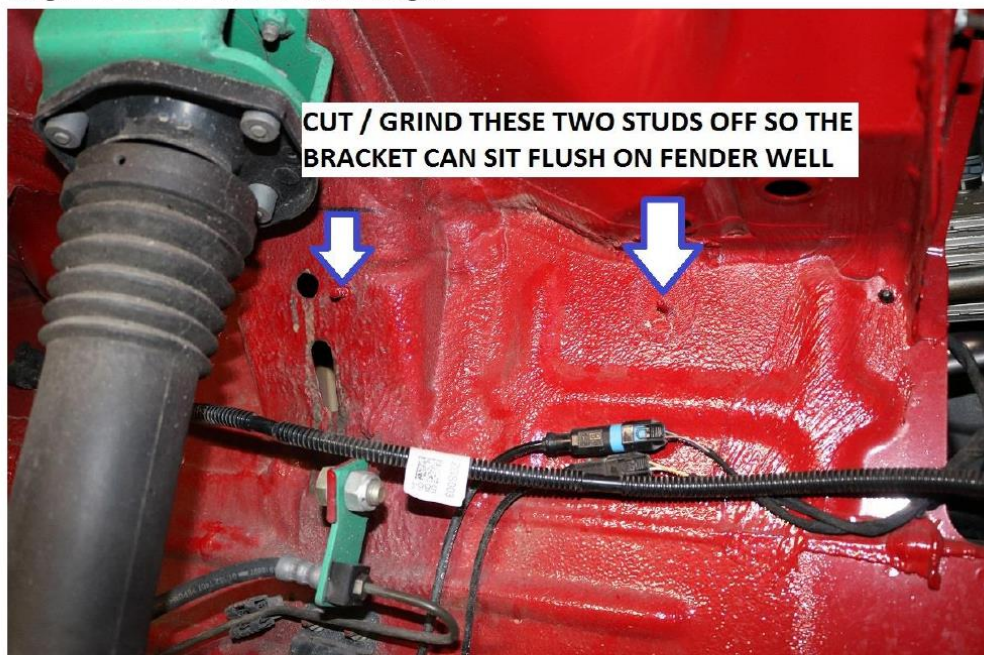


- 33) With the holes drilled, install the included 3/8-16 x 1" long bolts provided in the kit. Use a washer under the bolt head and under the stover nut on the back side. Snug hardware.
- 34) Fully tighten hardware.
  - a. Torque the upper 1/2-13 bolts to 50 ft-lbs (68 N.m)
  - b. Torque the 3/8-16 bolts to 20 ft-lbs (27 N.m)
- 35) On the passenger (right hand) side of the vehicle, locate the wiring that runs the length of the fender well above the ABS / wheel speed sensor wiring.
  - a. Pry this wiring free from its threaded studs. We've found it easiest to unclip the wire from the plastic fasteners and spin them off rather than try to pry them free of the studs.
  - b. Just like on the driver side, pry the upper ABS / speed sensor wiring free from its mounting hole.
  - c. Lastly, at the upper corner of the shock bracket's mounting location, locate the small barb wiring fastener that is protruding through the fender well in the upper right corner. Push this fastener through the fender well so the bracket can sit flush on the fender well.
  - d. See image below for reference.

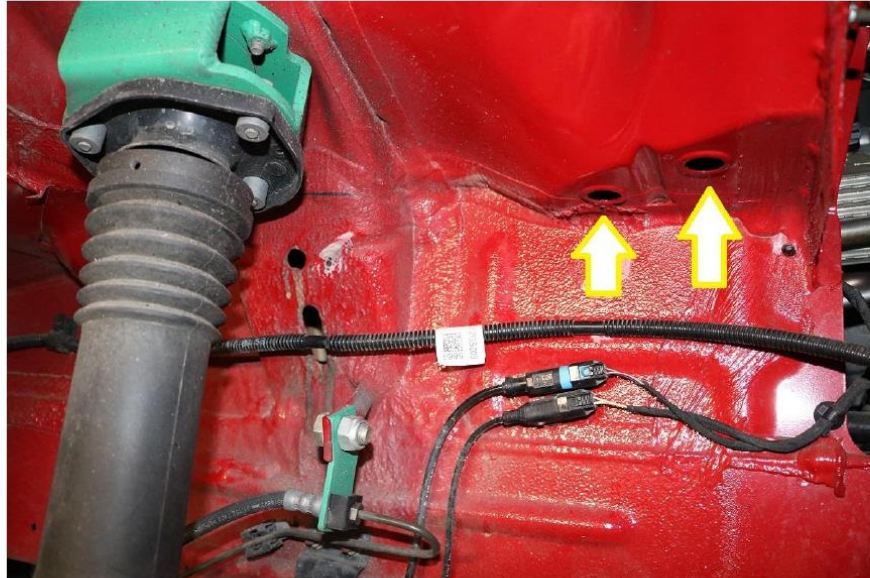




36) Cut / grind smooth the threaded studs where the upper wiring was attached to. See the following two images for before / after reference images.



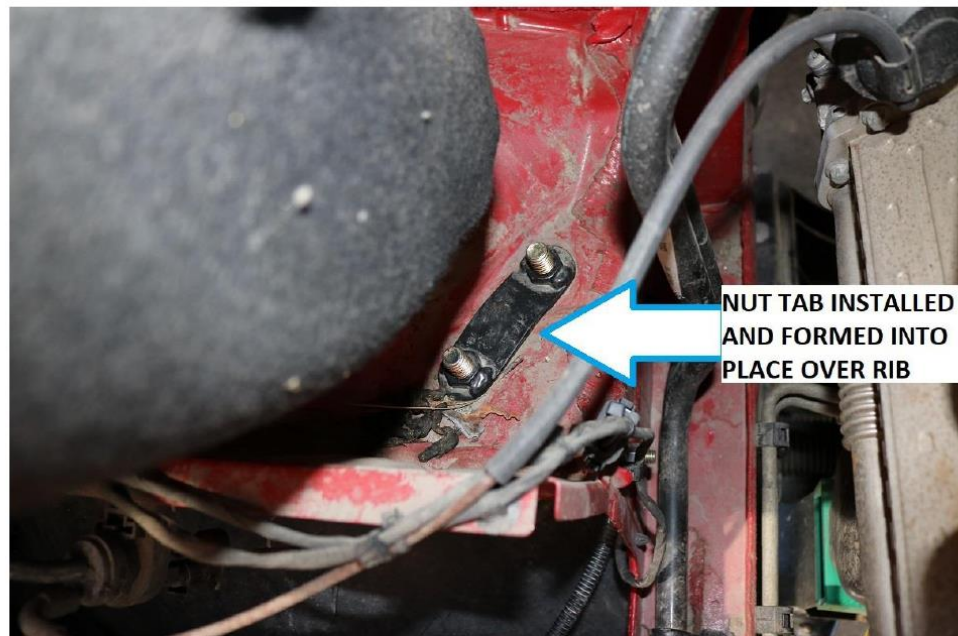




37) Touch up any bare areas of metal with paint to prevent corrosion.

38) Install the passenger side bracket in the same order / fashion as the driver side.

- a. Start by inserting the upper nut tab from above and aligning it with the two holes in the fender well denoted by the yellow arrows in the image above.
- b. NOTE: Install nut tab with the welds up. The nut tab is thin gauge material that will deform over the ridge on the chassis. Below is an image of the nut tab fully installed and formed over the inner fender rib.



- 39) Reference steps 26-34 to complete bracket installation on the passenger side.
- 40) With brackets installed, install the shocks into the lower mounting bracket first. Use the 9/16-12 x 3.0" long bolt provided in the kit and install as shown below. Use a washer under the bolt head and stover nut.



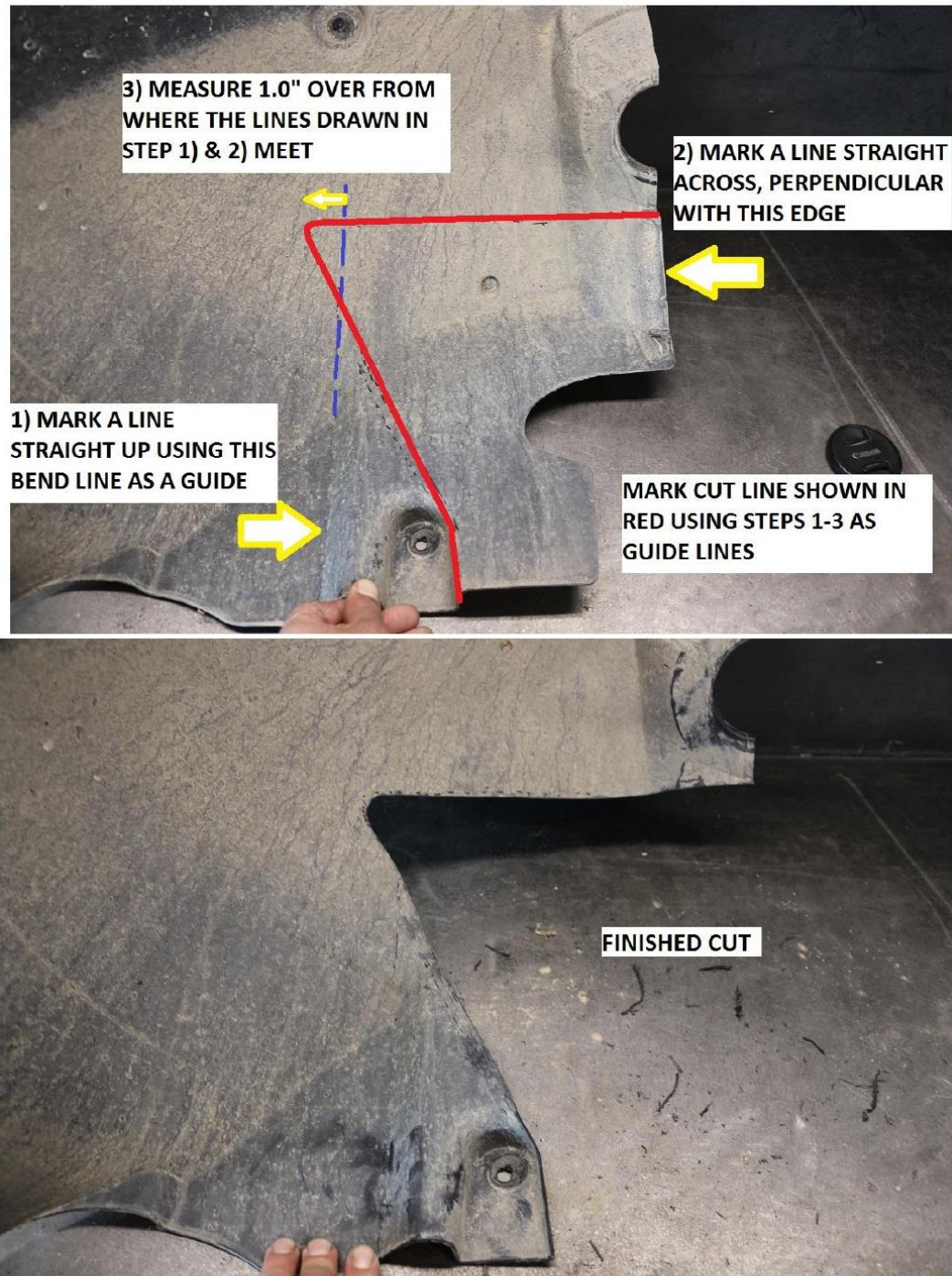
- 41) With the shock installed in the lower mount use a 13/16" socket / wrench for the head of the bolt, while a 7/8" socket or wrench is used for the nut and snug the lower shock bolt. Do not fully tighten at this time.
- 42) Install the shock into the upper mount. Step 43 covers Fox shock installation. Step 44 covers Falcon installation.
- 43) For installing Fox front shocks, remove the upper nut, washer and bushing from the shock and compress the shock down until it can be positioned into the upper mount.
- Once the shock is in position on the upper mount, re-install the shock bushing, washer and nut as shown below. Tighten nut using a 3/4" open ended wrench. Tighten until the bushings have compressed approximately 1/8" (3-4mm).
  - Torque the lower shock bolt to 100 ft-lbs (135 N.m)
- 44) If installing Falcon Adjustable Piggyback shocks, the shocks are left and right specific. Make sure the correct shock is installed on each side of the vehicle. 1037-LH is for the driver (left hand) side. 1037-RH is for the passenger (right hand) side. Falcon monotube (nonadjustable) shocks are the same left to right.
- Remove the upper nut, washer and upper bushing from the shock and compress the shock down until it can be positioned into the upper mount. Orient the reservoir towards the front of the vehicle.
    - Note; the Falcon sticker and VC logo on the reservoir should be positioned out.

- c. Once the shock is in position on the upper mount, re-install the shock bushing, washer and nut as shown below. Tighten nut using a 19mm open ended wrench. Tighten the nut until it bottoms on the shoulder of the stud.
- d. Torque the lower shock bolt to 100 ft-lbs (135 N.m)

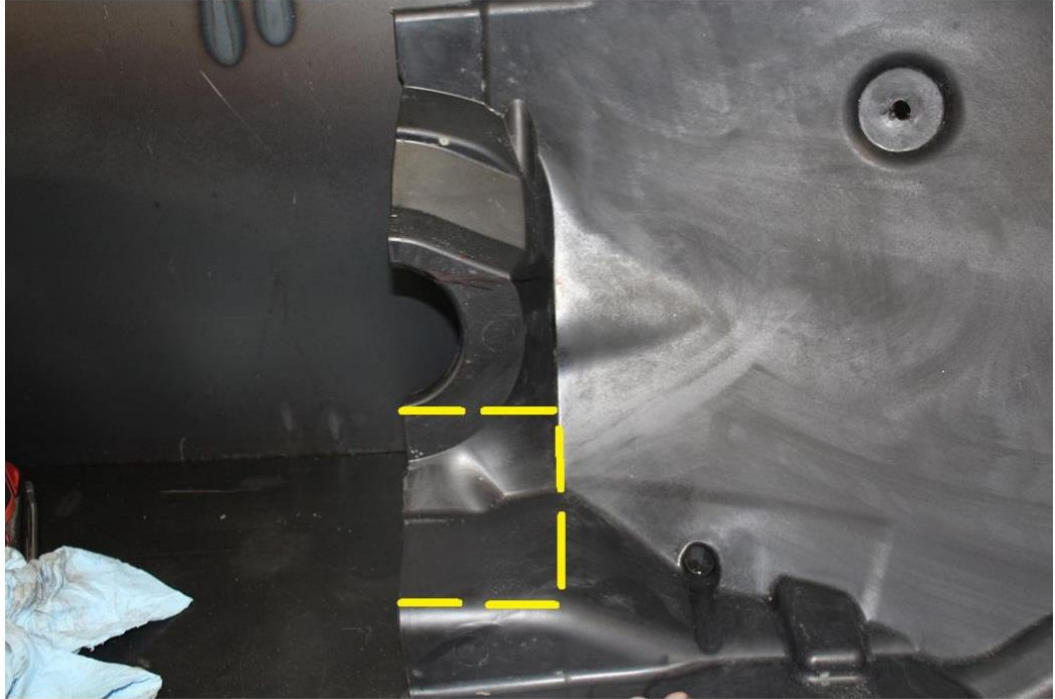


- 45) Trim the front half of the factory inner fender well liner. See reference photos below for cut location.
  - a. Trim out the plastic using some tin snips or similar metal cutting shears. Round the edges with a dremel or die grinder.
  - b. A small rounded file works well for removing any remaining plastic burrs before re-installing.





46) Trim the rear half of the factory inner fender well liner as shown in the images below.



47) Re-install fender well liners and zip tie upper ABS / wheel speed sensor wiring in place as shown below.



48) Re-install wheels and tires and lower van to ground. OEM torque spec for wheel studs are as follows:

c. 2500 SRW: 177-187 ft-lbs (240-250 N.m)

d. 3500 DRW: 140-150 ft-lbs (190-200 N.m)

49) Re-check all bolt torques after 100 miles of driving.

Installation is Complete



#### RELEASE OF LIABILITY

I, the customer, do hereby release and forever discharge Van Compass LLC their agents, employees, successors and assigns, and their respective heirs, personal representatives, affiliates, successors and assigns, and any and all persons, firms or corporations liable or who might be claimed to be liable, whether or not herein named, from any and all claims, demands, damages, actions, causes of action or suits of any kind or nature whatsoever, whether known or unknown, fixed or contingent, which I now have or may hereafter have or claim to have, as a result of or in any way relating to the following: Parts sold & installed by Van Compass LLC or parts sold & installed by end-user; any parts sold online, any parts sold online or installed by a re-seller, any parts installed by an installation shop.

It is understood and agreed that this payment is made and received in full and complete settlement and satisfaction of the aforesaid actions, causes of action, claims and demands; that this Release contains the entire agreement between the parties; and that the terms of this Agreement are contractual and not merely a recital. Furthermore, this Release shall be binding upon the undersigned, and his respective heirs, executors, administrators, personal representatives, successors and assigns. This Release shall be subject to and governed by the laws of the State of Idaho.

#### PRODUCT SAFETY WARNING:

Van Compass LLC strongly recommends the installation of products be done by a certified mechanic. If this does not occur, be certain the person(s) installing the product read, understand and follow all instructions and warnings pertaining to the application before installation. Do not add, alter, or fabricate any factory or aftermarket parts to increase vehicle height over the intended height of the Van Compass LLC product purchased. Mixing component brands is not recommended.

Installation of suspension lift kits or any other lifting kits or devices will raise the center of gravity. For this reason, Van Compass LLC urges that extreme caution be used when encountering driving conditions which may cause vehicle imbalance. Furthermore, the driver's field of vision and judgment will not be as good due to the height of the vehicle. Due to the installation of larger tires, the speedometer will read slower than the actual speed being traveled and more distance will be required to stop the vehicle. It is the owner's responsibility to caution and warn any potential driver of the vehicle about these driving and handling conditions. Van Compass LLC will not be held liable or responsible for damages or personal injuries resulting from the use of lifting devices and or related products. The tires and rims should be changed to sufficiently increase the vehicle's total overall width and stability to help accommodate lifting devices.

Van Compass LLC aftermarket suspension products and accessories modify a vehicle for uses which exceed conditions anticipated by the vehicle manufacturer. The uses include the high performance demands required during off-road. These conditions vary in the degree of extremity and cannot be controlled by the vehicle or product manufacturer. If the components within the suspension system or accessories become worn due to frequent and/or extreme use, the safety and reliability of the vehicle is at risk. The maintenance of aftermarket equipment to ensure the vehicle occupants safety is entirely your responsibility. Do not purchase Van Compass LLC products unless you are willing to accept this responsibility. Do not install any Van Compass LLC suspension products or accessories unless you feel competent at installing the product without causing present or future injury to yourself or other vehicle occupants; seek an authorized installation center.

Most states have some type of law limiting vehicle height. The amount of lift allowed, and how the lift can be achieved, varies greatly. Several states offer exemptions for farm and commercial registered vehicles. It is the vehicle owner's responsibility to check state and local laws to ensure that their vehicle will be in compliance. Van Compass LLC reserves the right to make changes in design, materials and specifications as deemed necessary without prior notice and without assuming obligation to modify any product previously manufactured. Obligation or liabilities will not be assumed with respect to similar products previously advertised.

This Release of Liability and Product Safety Warning has been read and fully understood by the undersigned and has been explained to me.



## 6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL AMORIGUADOR TRASERO



### 2007-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON 3.3 FAST ADJUST PIGGYBACK REAR SHOCKS

Version 1.1

#### General Notes

- For the most up to date and current instructions, please visit our website at [www.vancompass.com](http://www.vancompass.com)
- Please read all instructions thoroughly before starting installing Van Compass products.
- This is a bolt on shock kit that can be installed with basic hand tools.
- The installation of the Van Compass tuned Falcon rear shock package can be performed with the vehicle sitting on the ground at ride height; however we find that it is easier for a single person to install if the vehicle's suspension is unloaded.
- This suspension kit can be completely removed, allowing the vehicle to be returned back to stock configuration if desired.

#### SP2 Mode Adjust shocks:

- The mode adjust feature on the Falcon shocks allows the installer the choice of setting the base shock tune. The settings we have laid out in these instructions are our recommendations based on van weights but can be changed at a later time depending on driver preference and vehicle use. The internal shock tune in the Van Compass Falcon shock is a proprietary tune developed in partnership with Falcon and Van Compass and is specifically tuned for optimum ride quality in all road conditions for the Mercedes Sprinter Van.
- The shocks feature an internal bypass valve (free bleed circuit) that is adjusted by rotating the shaft only when the shock is fully extended.
- When rotating the shock shaft, it is easy to feel when the mode switches. Rotating the shaft at least 360 degrees in one direction guarantees the shock will be in the correct mode.
- These shocks feature a Fast Adjust Knob that gives a massive range of compression adjustment for the customer to dial in their ride preference and to take full advantage of Van Compass's years of experience developing tuned shock packages for the Mercedes Sprinter.

#### Parts List

##### **3041 – 2007-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON 3.3 FAST ADJUST PIGGYBACK REAR SHOCKS, LIGHT / MID TUNE**

- (2) 3041 MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, FALCON REAR SHOCKS, LIGHT/ MID
- (2) WH8-9 THICK HARDENED FLAT WASHER, 9/16"

**OR**

##### **3042 – 2007-PRESENT, MERCEDES SPRINTER 4X4, FALCON 3.3 FAST ADJUST PIGGYBACK REAR SHOCKS, MID / HEAVY TUNE**

- (2) 3042 MERCEDES SPRINTER NCV3 4X4, FALCON REAR SHOCKS, MID/ HEAVY
- (2) WH8-9 THICK HARDENED FLAT WASHER, 9/16"

### Tools Needed

- Quality Jack & Jack Stands
- Simple hand tools:
  - Basic wrench and socket set:
    - Metric sizes: 18mm, 21mm
- Torque wrench

### Approximate Installation Time

- Professional shop: 30 minutes – 1 hour
- Driveway install: 30 minutes – 1 hour

### Installation

- 1) Raise the rear of the van with a floor jack under the rear hitch so the rear suspension can droop out.
  - a. Remove the factory shocks. Use an 18mm socket / wrench for the lower bolt and a 21mm socket / wrench for the upper. Retain both bolts as they will be re-installed.



- 2) Note the shocks are left and right specific, refer to the part number etched on the shock body to ensure they are installed on the correct side.



- 3) Install the shock into the upper mount using the factory bolt and included spacer washer as shown. Use a dab of red Loctite on the threads of the upper bolt.





- 4) Be sure to orient the shock body so the reservoir is positioned towards the rear and the adjuster faces out. Torque the upper bolt to 100 ft-lbs (108 N.m).



- 5) With the top of the shock bolted into the upper mount, ensure the shock shaft is extended out all the way. Adjust the SP2 mode adjust by rotating the shaft 360 degrees in the direction as specified below for the corresponding van weights:

VC Falcon Shock Settings			
VC Shock Part Number:	Van Weight (in lbs):	Rear Leaf Spring Configuration:	SP2 Mode:
3041	7,799 and Less	Factory	Open / Soft/Cold Setting
3041	7,800-9,000	Factory	Closed / Performance
3042	8,000-8,900	Factory	Open / Soft/Cold Setting
3042	8,901-11,000+	Factory	Closed / Performance
3041	8,000 and Less	Factory + Mini Pack (Stage 3 and up)	Open / Soft/Cold Setting
3041	8,001-9,200	Factory + Mini Pack (Stage 3 and up)	Closed / Performance
3042	8,000-9,100	Factory + Mini Pack (Stage 3 and up)	Open / Soft/Cold Setting
3042	9,101-11,000	Factory + Mini Pack (Stage 3 and up)	Closed / Performance

- 6) Rotate the lower shock eyelet in the same direction to align into the lower mount. Rotating in the opposite direction will cause the mode adjust to switch.
- 7) Use the OEM lower shock bolt and torque to 60 ft-lbs. (81 N.m)

- 8) Adjust the large red Fast Adjust Knob as desired. Start in position 1 (this is the lightest / softest setting)
  - a. Moving the Fast Adjust Knob to position 2 allows fine tuning of the micro dial to precisely adjust the shock for vehicle weight and personal preference. This is where the optimum on-road setting should be determined. There are 8 micro adjustments. Determine which number best suits your driving style / preference.
  - b. Moving the Fast Adjust Knob to position 3 sets the shock in its firmest setting. Use this setting for high side wind situations, twisty mountain roads, or when carrying a heavy payload / towing a trailer.
  - c. Note, any setting can be used and it is up to the consumer to fine tune and optimize their new Van Compass Falcon shocks.
- 9) Re-check all bolt torques after 100 miles of driving.

#### Installation is Complete

#### RELEASE OF LIABILITY

I, the customer, do hereby release and forever discharge Van Compass LLC, their agents, employees, successors and assigns, and their respective heirs, personal representatives, affiliates, successors and assigns, and any and all persons, firms or corporations liable or who might be claimed to be liable, whether or not herein named, from any and all claims, demands, damages, actions, causes of action or suits of any kind or nature whatsoever, whether known or unknown, fixed or contingent, which I now have or may hereafter have or claim to have, as a result of or in any way relating to the following: Parts sold & installed by Van Compass LLC or parts sold & installed by end-user; any parts sold online, any parts sold online or installed by a re-seller, any parts installed by an installation shop.

It is understood and agreed that this payment is made and received in full and complete settlement and satisfaction of the aforesaid actions, causes of action, claims and demands; that this Release contains the entire agreement between the parties; and that the terms of this Agreement are contractual and not merely a recital. Furthermore, this Release shall be binding upon the undersigned, and his respective heirs, executors, administrators, personal representatives, successors and assigns. This Release shall be subject to and governed by the laws of the State of Idaho.

#### PRODUCT SAFETY WARNING:

Van Compass LLC strongly recommends the installation of products be done by a certified mechanic. If this does not occur, be certain the person(s) installing the product read, understand and follow all instructions and warnings pertaining to the application before installation. Do not add, alter, or fabricate any factory or aftermarket parts to increase vehicle height over the intended height of the Van Compass LLC product purchased. Mixing component brands is not recommended.

Installation of suspension lift kits or any other lifting kits or devices will raise the center of gravity. For this reason, Van Compass LLC urges that extreme caution be used when encountering driving conditions which may cause vehicle imbalance. Furthermore, the driver's field of vision and judgment will not be as good due to the height of the vehicle. Due to the installation of larger tires, the speedometer will read slower than the actual speed being traveled and more distance will be required to stop the vehicle. It is the owner's responsibility to caution and warn any potential driver of the vehicle about these driving and handling conditions. Van Compass LLC will not be held liable or responsible for damages or personal injuries resulting from the use of lifting



devices and or related products. The tires and rims should be changed to sufficiently increase the vehicle's total overall width and stability to help accommodate lifting devices.

Van Compass LLC aftermarket suspension products and accessories modify a vehicle for uses which exceed conditions anticipated by the vehicle manufacturer. The uses include the high performance demands required during off-road. These conditions vary in the degree of extremity and cannot be controlled by the vehicle or product manufacturer. If the components within the suspension system or accessories become worn due to frequent and/or extreme use, the safety and reliability of the vehicle is at risk. The maintenance of aftermarket equipment to ensure the vehicle occupants safety is entirely your responsibility. Do not purchase Van Compass LLC products unless you are willing to accept this responsibility. Do not install any Van Compass LLC suspension products or accessories unless you feel competent at installing the product without causing present or future injury to yourself or other vehicle occupants; seek an authorized installation center.

Most states have some type of law limiting vehicle height. The amount of lift allowed, and how the lift can be achieved, varies greatly. Several states offer exemptions for farm and commercial registered vehicles. It is the vehicle owner's responsibility to check state and local laws to ensure that their vehicle will be in compliance. Van Compass LLC reserves the right to make changes in design, materials and specifications as deemed necessary without prior notice and without assuming obligation to modify any product previously manufactured. Obligation or liabilities will not be assumed with respect to similar products previously advertised.

This Release of Liability and Product Safety Warning has been read and fully understood by the undersigned and has been explained to me.



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**

## INDICE PLIEGOS DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES.....	261
INDICE PLIEGOS DE CONDICIONES .....	262
1. DISPOSICIONES GENERALES .....	267
1.1 PROYECTISTA.....	267
1.2 OBRA.....	267
1.3 ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES. ....	267
1.4 FORMA Y DIMENSIÓN.....	267
1.5 MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA. ....	268
1.6 LEGISLACIÓN SOCIAL. ....	268
1.7 SEGURIDAD PÚBLICA.....	268
1.8 NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL.....	268
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	270
2.1 DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	270
2.2 PLAN DE OBRA.....	271
2.3 PLANOS.....	271
2.4 ESPECIFICACIONES.....	271
2.5 OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	271
2.6 DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	271
2.7 ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	272
2.8 ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	272
2.9 INSTRUCCIONES ADICIONALES.....	272
2.10 COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE TRABAJOS.....	273
2.11 PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	273
2.12 CONTRATO.....	273
	262

2.12.1	POR TANTO ALZADO.....	273
2.12.2	POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS.....	273
2.12.3	POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA.....	273
2.12.4	POR CONTRATO DE MANO DE OBRA.....	274
2.13	CONTRATOS SEPARADOS.....	274
2.14	SUBCONTRATOS.....	274
2.15	ADJUDICACIÓN.....	274
2.16	SUBASTAS Y CONCURSOS.....	275
2.17	FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO.....	275
2.18	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.....	275
2.19	RECONOCIMIENTO DE OBRAS CON VICIOS OCULTOS.....	276
2.20	TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA.....	276
2.21	SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO.....	276
2.22	DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	276
2.23	FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD.....	277
2.24	DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO.....	277
2.25	CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	277
2.26	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.....	278
2.27	PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS.....	279
2.28	DAÑOS A TERCEROS.....	279
2.29	ACCIDENTES DE TRABAJO.....	279
2.30	RÉGIMEN JURÍDICO.....	280
2.31	SEGURIDAD SOCIAL.....	280
2.32	RESPONSABILIDAD CIVIL.....	280
2.33	IMPUESTOS.....	281
2.34	DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS.....	281
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	282

3.1	DEFINICIONES.....	282
3.1.1	PROPIEDAD O PROPIETARIO.....	282
3.1.2	INGENIERO DIRECTOR.....	282
3.1.3	DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	283
3.1.4	SUMINISTRADOR.....	283
3.1.5	CONTRATA O CONTRATISTA.....	283
3.2	TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES GENERALES.....	284
3.3	INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. 284	
3.4	RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO DIRECTOR.....	284
3.5	RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	285
3.6	DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE. 285	
3.7	COMIENZO DE LAS OBRAS, RITMO Y EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	285
3.8	ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	286
3.9	LIBRO DE ÓRDENES.....	286
3.10	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	287
3.11	AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.....	287
3.12	PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR.....	287
3.13	OBRAS OCULTAS.....	287
3.14	TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	288
3.15	MODIFICACIONES DE TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	288
3.16	VICIOS OCULTOS.....	288
3.17	MATERIALES NO UTILIZADOS.....	289
3.18	MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS.....	289
3.19	MEDIOS AUXILIARES.....	289
3.20	COMPROBACIONES DE LAS OBRAS.....	289
3.21	NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES.....	290



3.22	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE. ....	290
3.23	MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS. ....	291
3.24	RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS. ....	291
3.25	PLAZOS DE GARANTÍA. ....	292
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICAS. ....	292
4.1	BASE FUNDAMENTAL. ....	292
4.2	GARANTÍA. ....	292
4.3	FIANZA. ....	292
4.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA. ....	293
4.5	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA. ....	293
4.6	REVISIÓN DE PRECIOS. ....	294
4.7	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIO POR CAUSAS DIVERSAS. ....	294
4.8	BENEFICIO INDUSTRIAL. ....	294
4.9	HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA. ....	294
5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. ....	295
5.1	CONDICIONES GENERALES. ....	295
5.1.1	OBJETO. ....	295
5.1.2	PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES. ....	295
5.1.3	MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO. ....	296
5.1.4	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN. ....	296
6.	PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA REFORMAS DE VEHÍCULOS. 296	
6.1	OBJETO. ....	296
6.2	CAMPO DE APLICACIÓN. ....	297
6.3	NORMATIVA DE APLICACIÓN. ....	297
6.4	MODIFICACIONES DE CHASIS. ....	299
6.4.1	NORMAS GENERALES PARA LAS MODIFICACIONES DE CHASIS. ....	299
6.4.2	PROTECCIÓN CONTRA LA OXIDACIÓN Y PROCESO DE PINTADO. ....	299
		265

6.4.2.1 COMPONENTES ORIGINALES DEL VEHÍCULO .....	299
6.4.3 TORNILLOS Y TUERCAS .....	304
6.4.4 MODIFICACIÓN DEL VOLADIZO POSTERIOR .....	304
6.5 MODIFICACIÓN DE SUSPENSIONES .....	306
6.6 CAMBIO DE MEDIDA DE NEUMÁTICOS .....	306
6.7 MODIFICACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	307
6.8 GUARDABARROS POSTERIORES Y PASA-RUEDAS.....	310

## **1. DISPOSICIONES GENERALES**

### **1.1 PROYECTISTA.**

Luis Martínez de la Rosa

### **1.2 OBRA.**

Diseño de la distribución interior de una furgoneta para su conversión a vivienda, y las instalaciones de electricidad y fontanería.

### **1.3 ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.**

El presente Pliego de Condiciones Generales abarca todas las obras e instalaciones que deban ejecutarse en el proyecto en el que se incluye, así como las condiciones que han de reunir las unidades de obra, la forma de realizar los trabajos y los materiales precisos para la correcta ejecución del Proyecto.

Las obras deberán realizarse con arreglo a los planos y especificaciones que conforman el presente proyecto, así como a las órdenes, croquis y disposiciones complementarias que facilite la dirección facultativa de las obras, durante la fase de ejecución. La dirección facultativa, es el único que impartirá instrucciones y órdenes en la obra, quedando obligado el Contratista a su cumplimiento.

### **1.4 FORMA Y DIMENSIÓN.**

La forma y dimensiones de las diferentes partes se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente Proyecto.

Se podrán realizar modificaciones oportunas a pie de Obra por el Ingeniero director.

## **1.5 MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.**

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de Obra deberán cumplir con las prescripciones que estén contenidas en la normativa y reglamentación vigente.

Si en el proyecto se ha indicado materiales con marca y modelo en concreto, estos deberán servir de orientación respecto a calidades y cualidades de este.

Es posible la sustitución de los mismos por otros, siempre y cuando se tenga en cuenta que deben ser de características similares a las establecidas.

## **1.6 LEGISLACIÓN SOCIAL.**

El contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad y salud en el trabajo.

Si el Contratista tuviera dudas acerca de las medidas concretas a adoptar en cada caso de prevención de accidentes, consultará a la dirección facultativa quien le asesorará sobre los medios a utilizar.

## **1.7 SEGURIDAD PÚBLICA.**

El adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de equipos, con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

## **1.8 NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL.**

Además de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación contenidas en el presente Pliego, se observarán en todo momento durante la ejecución de la obra, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 23/2015, de 21 de julio, Ordenadora del Sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Real Decreto 192/2018, de 6 de abril, por el que se aprueban los estatutos del Organismo Autónomo Organismo Estatal Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Organización y Funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Real Decreto 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral.
- Orden ESS/256/2018, de 12 de marzo, por la que se desarrolla el Real Decreto 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral.
- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas



como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.

- Real Decreto 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social.
- Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas de la Seguridad Social.
- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.

## **2. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.**

### **2.1 DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria.
- Anexos.
- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Mediciones y Presupuesto.

## **2.2 PLAN DE OBRA.**

El Plan detallado de Obra será realizado conforme se indique en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el Contrato y será completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al diagrama de PERT, o de Gantt o cualquier sistema de control establecido. Este documento será vinculante.

## **2.3 PLANOS**

Son los citados en la lista de Planos del presente Proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la Obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

## **2.4 ESPECIFICACIONES.**

Son las que figuran en la Memoria y en el Pliego de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

## **2.5 OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.**

Es el objeto de los Planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de Obra, material fungible, equipo y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los Planos y descrito en las especificaciones y todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las Obras de manera aceptable y consistente, y a los precios ofertados.

## **2.6 DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.**

Si existieran divergencias entre los Planos y especificaciones regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto de él Ingeniero Director.

## **2.7 ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.**

Cualquier error u omisión de importancia en los Planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero Director que corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario, dichos errores u omisiones. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones se hará por cuenta y riesgo de éste.

## **2.8 ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES.**

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los Planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los Planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

## **2.9 INSTRUCCIONES ADICIONALES.**

Durante el proceso de realización de las Obras, el Ingeniero Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los Planos y especificaciones. Podrá dar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo, el Ingeniero Director, o la Propiedad a través del Ingeniero Director, podrán remitir al contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si creyera oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

## **2.10 COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE TRABAJOS.**

A la iniciación de las Obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los Planos necesarios para la ejecución de las Obras. La entrega de Planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

## **2.11 PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.**

Todos los Planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero Director, y no podrán utilizarse en otras Obras.

## **2.12 CONTRATO.**

En el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las Obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

### **2.12.1 POR TANTO ALZADO.**

Comprenderá la ejecución de toda parte de la Obra, con sujeción estricta a todos los documentos del Proyecto y en cifra fija.

### **2.12.2 POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS.**

Asimismo, con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

### **2.12.3 POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA.**

Con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

## **2.12.4 POR CONTRATO DE MANO DE OBRA.**

Siendo por cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero Director a casas especializadas.

## **2.13 CONTRATOS SEPARADOS.**

El propietario puede realizar otros Contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

## **2.14 SUBCONTRATOS.**

Cuando sea solicitado por el Ingeniero Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de los actos de sus empleados, en la misma medida que de los suyos. Los documentos del Contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

## **2.15 ADJUDICACIÓN.**

La adjudicación de las Obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.



En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del Proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

## **2.16 SUBASTAS Y CONCURSOS.**

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente Obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

## **2.17 FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO.**

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la Obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general. Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

## **2.18 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las Obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado y reconocido la realización de las Obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero Director en cuanto a Seguridad se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero Director en caso necesario paralizar

los trabajos hasta que se hallan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

## **2.19 RECONOCIMIENTO DE OBRAS CON VICIOS OCULTOS.**

Si el Director de Obra tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las Obras ejecutadas, ordenará en cualquier tiempo antes de la recepción definitiva, la demolición de las que sean necesarias para reconocer las que supongan defectuosas. Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

## **2.20 TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA.**

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

## **2.21 SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO.**

El trabajo o cualquier parte del mismo podrá ser suspendido por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de la suspensión del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

## **2.22 DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO.**

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica, y en cualquiera de los siguientes

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del Contrato o instrucciones del Ingeniero Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de Obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

## **2.23 FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD.**

Después de diez días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el Contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos, aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

## **2.24 DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO.**

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el Contrato después de diez días de la notificación al Propietario y al Ingeniero Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

## **2.25 CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de Contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las Obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir

o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga derecho aquellos a indemnización alguna.

Alteraciones del Contrato por las siguientes causas:

a) La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento, como mínimo, del importe de aquel.

b) La modificación de unidades de Obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del Proyecto, o más del cincuenta por ciento de unidades del Proyecto modificadas.

- La suspensión de Obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la Obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.

- La suspensión de Obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.

- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las Obras.

- La terminación del plazo de la Obra sin causa justificada.

- El abandono de la Obra sin causa justificada.

- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

## **2.26 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.**

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

## **2.27 PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS.**

El plazo de ejecución de las Obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente Proyecto.

## **2.28 DAÑOS A TERCEROS.**

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las Obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas Obras.

## **2.29 ACCIDENTES DE TRABAJO.**

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las Obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que ha tomado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable o sus representantes en la Obra, ya que se considera en los precios para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

Será preceptivo que figure en el "Tablón de Anuncios" de la Obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero Director.



## **2.30 RÉGIMEN JURÍDICO.**

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española.

Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de Obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el Contrato) las normas que rigen para la ejecución de las Obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del Contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

## **2.31 SEGURIDAD SOCIAL.**

Además de lo establecido en el capítulo de Condiciones de Índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre la Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier Subcontratista que de él dependiese.

## **2.32 RESPONSABILIDAD CIVIL.**

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y Subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las Obras, el Contratista atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la Obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las Obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones

a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las Obras.

### **2.33 IMPUESTOS.**

Correrá a cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del Contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario abonará las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

### **2.34 DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS.**

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las Obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las Obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero Director le ordene para la seguridad de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

### **3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.**

#### **3.1 DEFINICIONES.**

##### **3.1.1 PROPIEDAD O PROPIETARIO.**

Se denominará como "Propiedad" a la entidad que encarga la redacción y ejecución del presente Proyecto. La Propiedad o el Propietario atenderá a las siguientes obligaciones:

- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero Director una copia del Contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las Obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él.

De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.

- DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.

- UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del Proyecto.

##### **3.1.2 INGENIERO DIRECTOR.**

Será aquella persona que, con titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las Obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

Ingeniero Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales.

### **3.1.3 DIRECCIÓN FACULTATIVA.**

Estará formada por el Ingeniero Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero Director en la realización de su cometido ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

### **3.1.4 SUMINISTRADOR.**

Será aquella persona jurídica o entidad, que mediante el correspondiente Contrato, realice la venta de alguno de los materiales comprendidos en el presente Proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente Proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

### **3.1.5 CONTRATA O CONTRATISTA.**

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa o colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo creyese oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico delegado.

Por otra parte, el Ingeniero Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del Contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente Proyecto, para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella.

### **3.2 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES GENERALES.**

Es obligación del Contratista ejercer cuanto sea posible y necesario para la buena realización y aspecto de las Obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de Obra, y tipo de ejecución.

### **3.3 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el "enterado", que figurará al pie de todas las órdenes o avisos que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las Obras como el Ingeniero Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de quince días, al inmediato superior técnico del que la hubiera dictado, pero por conducto de éste, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### **3.4 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO DIRECTOR.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes dadas por el Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aun así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.



### **3.5 RECUSACIÓN POREL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.**

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero Director, Ingeniero Técnico, Perito o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las Obras, ni pedir que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder, pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

### **3.6 DESPIDOS PORFALTA DE SUBORDINACIÓN,POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE.**

Por falta de respeto y obediencia al Ingeniero Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las Obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de despedir a sus dependientes cuando el Ingeniero Director así lo estime necesario.

### **3.7 COMIENZO DE LAS OBRAS, RITMO Y EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El Contratista iniciará las Obras dentro de los treinta días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el Contrato. En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en la memoria descriptiva del presente Proyecto.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero

Director del comienzo de los trabajos, dentro de las siguientes veinticuatro horas desde el comienzo de los mismos.

### **3.8 ORDEN DE LOS TRABAJOS.**

En un plazo inferior a los cinco días posteriores a la notificación de la adjudicación de las Obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, extendiéndose acta.

Dentro de los quince días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las Obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de Obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las Obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

### **3.9 LIBRO DE ÓRDENES.**

El Contratista tendrá siempre en la Oficina de Obra y a disposición del Ingeniero Director un "Libro de Órdenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los obreros u operarios, los viandantes en general, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias que haya observado en las diferentes visitas a la Obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del Proyecto.

Cada Orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero Director y el "Enterado" suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la Obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

### **3.10 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero Director al Contratista siempre que éstas encajen dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

### **3.11 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.**

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga para cualquier Obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en el presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

### **3.12 PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las Obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcional para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **3.13 OBRAS OCULTAS.**

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las Obras, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la propiedad.
- Otro al ingeniero director.

- Y el tercero al contratista, firmados todos ellos por los dos últimos.

### **3.14 TRABAJOS DEFECTUOSOS.**

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente Proyecto y realizará los trabajos, de acuerdo con el mismo. Y en todo caso según las indicaciones de la Dirección Facultativa. Por ello y hasta tanto en cuanto tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero Director aun cuando éste no le haya llamado la atención sobre el particular o hayan sido abonadas las certificaciones parciales correspondientes.

### **3.15 MODIFICACIONES DE TRABAJOS DEFECTUOSOS.**

Como consecuencia que se desprende del artículo 2.15, cuando el Ingeniero Director advierta vicios o defectos en las Obras, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalización éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean desmontadas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas del Contratista.

Si el Contratista no estimase justa la resolución y se negase al desmontaje o demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.19, siguiente.

### **3.16 VICIOS OCULTOS.**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en las Obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, antes de la

recepción definitiva de la Obra o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de desinstalación, así como los de reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

### **3.17 MATERIALES NO UTILIZADOS.**

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar de la Obra en el que por no causar perjuicio a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales que no sean utilizables en la Obra.

De igual manera, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

### **3.18 MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS.**

Cuando los materiales y/o los equipos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen debidamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los sustituya.

### **3.19 MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las Obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que este pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando estos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de Obra.

### **3.20 COMPROBACIONES DE LAS OBRAS**

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las Obras, se someterán a todas las pruebas que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la Obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero Director.



Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

### **3.21 NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES.**

Quince días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la Obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista. Del resultado del reconocimiento se levantará un acta por triplicado, firmada por los asistentes legales.

En caso contrario, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero Director habrá de dar al Contratista, para remediar en un plazo razonable que le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las Obras. Si el Contratista no hubiese se declarará rescindida la Contrata, con pérdida de fianza, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las Obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las Obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

### **3.22 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las Obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza, reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de Obra o por defecto en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

### **3.23 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.**

Recibidas provisionalmente las Obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de Obras.

Servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos, y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente, salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Tanto las mediciones parciales, para la confección de la certificación, como la certificación final, la llevarán a cabo la Dirección Facultativa y la Contrata, levantándose acta de la misma por triplicado, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan.

En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen. Lo mismo en las mediciones parciales como en la final se entiende que estas comprenderán las unidades de Obra realmente ejecutadas.

### **3.24 RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS.**

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la Obra, quedando relevado el Contratista a partir de este momento de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción definitivamente recibida.

De la recepción definitiva, se levantará un acta por triplicado por la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por la Contrata. Una vez recibidas definitivamente las Obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis meses.

El contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del Proyecto a la firma del Acta de Recepción. Estos planos serán reproducibles

### **3.25 PLAZOS DE GARANTÍA.**

El plazo de garantía de las obras, es de UN AÑO partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra. Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las Obras, y si procede su recepción definitiva.

## **4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICAS.**

### **4.1 BASE FUNDAMENTAL.**

Como base fundamental de estas condiciones, se establece que el Contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, siempre de acuerdo, y con sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

### **4.2 GARANTÍA.**

La Dirección podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que este reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

### **4.3 FIANZA.**

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenido previamente entre el Ingeniero Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito de valores públicos del Estado por un importe del diez por ciento del presupuesto de la obra contratada.

- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el importe anterior.
- Depósito previo en metálico, equivalente al cinco por ciento del presupuesto de la Obra o trabajos contratados, que se incrementará hasta la cuantía de un diez por ciento del presupuesto mediante deducciones del cinco por ciento efectuadas en el importe de cada certificación abonada al Contratista.
- Descuentos del diez por ciento efectuados sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

#### **4.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.**

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos, precisos, para ultimar la Obra, en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de Obra, que no fuesen de recibo.

#### **4.5 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA**

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la Obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, o de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Si el Propietario creyera conveniente hacer recepciones parciales, no por ello tendrá derecho el Contratista, a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza, cuya cuantía quedará sujeta a las condiciones preceptuadas en el artículo 3.5.

## **4.6 REVISIÓN DE PRECIOS.**

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el Contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el Contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejarán.

## **4.7 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIO POR CAUSAS DIVERSAS.**

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de Obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato.

## **4.8 BENEFICIO INDUSTRIAL.**

Se establece en una cuantía del siete por ciento calculado sobre los precios de ejecución material.

## **4.9 HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA.**

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los Gastos Generales, salvo que se especifique lo contrario en el



Contrato de Adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

Esta certificación, a todos los efectos, tendrá el carácter de documento de entregas a buena cuenta, y por ello estará sujeto a las rectificaciones, y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación, ni recepción de las Obras que comprenden.

En caso de que el Ingeniero Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, y revisada por el Perito o Ingeniero Técnico, comunicará en un plazo máximo de diez días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificadas, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero Director, y se procederá como en el caso anterior.

## **5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.**

### **5.1 CONDICIONES GENERALES.**

#### **5.1.1 OBJETO.**

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es definir las pautas y normas a seguir en el desarrollo de la ejecución de todas las obras que se fijan en el proyecto. El presente pliego contiene las condiciones técnicas particulares referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente proyecto.

#### **5.1.2 PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

### **5.1.3 MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **5.1.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## **6. PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA REFORMAS DE VEHÍCULOS.**

### **6.1 OBJETO**

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las reformas de vehículos, determina las condiciones mínimas aceptables de la calidad de los materiales y de ejecución de las reformas indicadas en la memoria

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la reforma, se presupone que la empresa responsable de la misma y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

## 6.2 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en reformas de vehículos reguladas por el DECRETO 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas reformas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del vehículo no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual se ha planteado.

## 6.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la instalación eléctrica de Alumbrado Exterior, las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
- Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos.
- Real Decreto 2140/1985, de 9 de octubre, por el que se dictan normas de homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos. (Vigente hasta el 24 de julio de 2010)
- Orden IET/904/2016, de 2 de junio, por la que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipo de vehículos

automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos.

- Orden ITC/2948/2007, de 27 de septiembre, por la que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos
- Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de septiembre de 2007 por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco)
- Directiva 78/315/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1977, por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques
- Directiva 79/795/CEE de la Comisión, de 20 de julio de 1979, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/127/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los retrovisores de los vehículos a motor
- Directiva 78/549/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1978, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los guardabarros de los vehículos a motor
- Directiva 80/1267/CEE del Consejo, de 16 de diciembre de 1980, por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la homologación de los vehículos a motor y de sus remolques
- Directiva 2009/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de mayo de 2009, relativa a la inspección técnica de los vehículos a motor y de sus remolque
- Otras normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente,

respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

## **6.4 MODIFICACIONES DE CHASIS**

### **6.4.1 NORMAS GENERALES PARA LAS MODIFICACIONES DE CHASIS**

Como normas generales se considerará que:

- Quedan totalmente prohibidas las soldaduras de estructuras portantes del chasis, excepto lo prescrito en los puntos 8.4.7, 8.4.8 y 8.4.9.
- No se admiten perforaciones en las alas de los largueros, excepto lo prescrito en el punto 8.5.4.
- En los casos donde se admitan modificaciones en las fijaciones efectuadas con remaches, éstos podrán ser sustituidos por tornillos y tuercas de cabeza embreada o con tornillos de cabeza hexagonal de tipo 8.8 con un diámetro inmediatamente superior y tuercas dotadas de sistemas antidesenroscado. No se utilizarán tornillos superiores a M14 (diámetro máximo del orificio 15 mm), a menos que se indique.
- Proteger los tubos de la instalación de frenos, en especial los de plástico, y los cables eléctricos antes de efectuar operaciones de soldadura, perforado, pulido y corte cerca de ellos, desmontándose si es necesario.

### **6.4.2 PROTECCIÓN CONTRA LA OXIDACIÓN Y PROCESO DE PINTADO**

#### **6.4.2.1 COMPONENTES ORIGINALES DEL VEHÍCULO**

En el siguiente cuadro se ilustran las clases de protección y pintura requeridas en los componentes originales del vehículo:



Clase	Exigencias especiales	Ejemplos de componentes afectados
<b>A</b>	Componentes en contacto directo con agentes atmosféricos	Carrocería, retrovisores y elementos de fijación a la carrocería
<b>B</b>	Componentes en contacto directo con los agentes atmosféricos de características estructurales a la vista	Chasis y sus componentes, incluidos elementos de fijación
<b>B1</b>		Puentes y ejes
<b>C</b>	Componentes en contacto directo con los agentes atmosféricos no a la vista	Motor y sus componentes
<b>D</b>	Componentes que no estén en contacto con los agentes atmosféricos	Pedales, estructuras de asientos, elementos de fijación y montantes del interior de la cabina

Para componentes pintados, se cumplirá lo indicado en el cuadro que sigue:

Descripción de la fase del ciclo		Clases				
		A	B(5)	B1	C	D
Limpieza mecánica superficial	Arenado	-	Sí •	-	Sí •	Sí •
	Cepillado	Sí •				
	Lijado					
Pretratamiento	Desengrado	-	-	-	Sí •	Sí •
	Fosfodesengrasado					
	Fosfatación con hierro pesado		Sí •			
	Fosfatación con cinc	Sí				
Cataforesis	Alto espesor (30-40 µm)	Sí (1)	Sí (4) •	-	Sí (6) •	Sí •
	Bajo espesor (15-25 µm)	Sí (2) •				
	Acrílica por terminar (>35 µm)	-				
Antioxidante	Bicomponente (30-40 µm)	-	Sí (7) •	-		
	Monocomponente (30-40 µm)		-	Sí		
Fondo antipiedra	Mono (130°C) o bicomponente (30-40 µm)	Sí (2)	-	-	-	-
Esmalte	Mono (130°C) o bicomponente (30-40 µm)	Sí	Sí •	-	Sí •	Sí •

	Polvos (50-60 µm)	SÍ (3)	sí			
	Monocomponente de baja temperatura (30-40 µm)	-	-	sí		

Dónde:

(1): Ciclo de la carrocería con dos capas

(2): Ciclo de la carrocería con tres capas

(3): Como alternativa al esmalte mono o bicomponente, sólo para componentes de la carrocería (limpiaparabrisas, retrovisores, etc.)

(4): Salvo los componentes que no se pueden sumergir en baños de pretratamiento y pintura debido a su forma, peso elevado o porque alterarían su funcionamiento

(5): Para depósitos de combustible de chapa ferrosa o prerrevestida

(6): Sólo para componentes montados en el motor

(7): Componentes que no se pueden tratar por cataforesis

●: Productos y ciclos alternativos para la misma clase con la condición de que sean compatibles con el componente a tratar

#### 6.4.2.2 COMPONENTES AÑADIDOS O MODIFICADOS

Todos los componentes del vehículo (carrocería, chasis, equipamiento, etc) que se han añadido o modificado deben protegerse contra la oxidación y la corrosión. En los materiales ferrosos no se admiten zonas sin protección. En el siguiente cuadro se indican los tratamientos mínimos requeridos para componentes pintados añadidos o modificados:

Descripción de la fase del ciclo	Clase
	A – B – D (1)
Limpieza mecánica superficial	Cepillado/Lijado/Arenado
Pretratamiento	Desengrasado
Antioxidante	Bicomponente (30-40 µm) (2)
Esmalte	Bicomponente (30-40 µm) (3)

Donde:

- (1): Modificaciones en puentes, ejes y motor (clases B1 y C) no admitidas
- (2): Epoxídico preferiblemente
- (3): Poliuretánico preferiblemente

Para componentes sin pintar o de aluminio añadidos o modificados, se cumplirá:

Tipo de protección	Clase	
	A – B (1)	D
Acero inoxidable	Sí	-
Dacromet		-
Cincado	-	Sí

Donde:

- (1): Modificaciones en puentes, ejes y motor (clases B1 y C) no admitidas

Se admitirán tratamientos diferentes con la condición de que garanticen una protección similar contra la oxidación y la corrosión. No se permitirá el uso de esmaltes en polvo directamente tras el desengrasado.

Los componentes de aleación ligera, latón y cobre no se protegerán.

### 6.4.2.3 PRECAUCIONES

Se tomarán las debidas precauciones para proteger las piezas que el barniz podría afectar por lo que se refiere a su conservación y a su funcionamiento, como:

- Tubos flexibles para instalaciones neumáticas e hidráulicas, de goma o plástico
- Juntas, piezas de goma o plástico
- Bridas de árboles de transmisión y de tomas de fuerza

- Radiadores
- Vástagos de los amortiguadores y de los cilindros hidráulicos o neumáticos
- Válvulas de purga de aire (grupos mecánicos, tanques de aire, tanques de precalentamiento, etc).
- Filtro sedimentador del combustible
- Placas y siglas

En particular, al trabajar con los componentes eléctricos o electrónicos de los motores, será necesario tomar precauciones, protegiendo:

- Cableado del motor y del vehículo, incluidos los contactos de tierra
- Conectores
- Sensores/accionadores, volante y soporte del sensor de vueltas del volante
- Tubos de plástico y de metal del circuito de combustible
- Base completa del filtro de combustible
- Centralita y base de la centralita
- Interior de la tapa insonorizada (inyectores, carriles, tubos)
- Bomba de combustible, si la hubiese
- Bomba eléctrica del vehículo
- Depósito de combustible
- Poleas y correas
- Bomba y circuito de la dirección hidráulica

Si se desmontasen las ruedas, se deberá proteger las superficies de acoplamiento con los bujes, evitándose además incrementos de espesor y acumulaciones de pintura en bridas de acoplamiento de los discos de las ruedas y en zonas de apoyo de las tuercas de fijación.

Cuando la operación de pintado finalice con una fase de secado en horno (temperatura máx. 80°C) es preciso desmontar y proteger todas las piezas que puedan dañarse con el calor, en particular centralitas electrónicas.

### **6.4.3 TORNILLOS Y TUERCAS**

En general, se utilizarán fijaciones similares, por tipo y clase, a las previstas en el vehículo original. Si el espacio lo permite, se aconseja utilizar tornillos y tuercas con arandela. Respecto a las tuercas, se deberá emplear aquellas con sistema de bloqueo. Se recuerda que el par de apriete se ha de aplicar a la tuerca.

### **6.4.4 MODIFICACIÓN DEL VOLADIZO POSTERIOR**

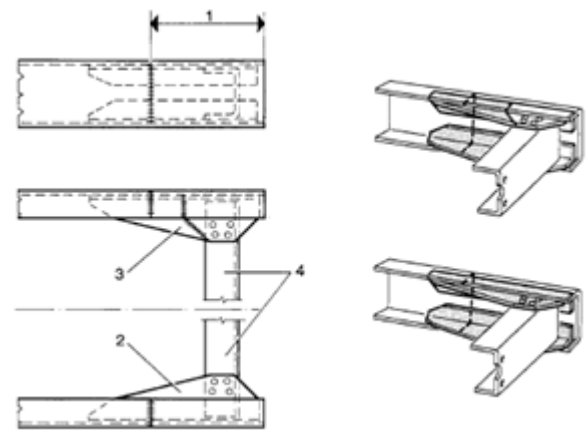
Se deberá respetar los valores indicados por el fabricante del vehículo, así como las distancias máximas definidas para el el gancho del remolque, en caso de que lo tuviese, y la barra de empotramiento, tanto desde el borde posterior de la estructura como la altura.

#### **6.4.4.1 AUTORIZACIÓN**

En función de la magnitud de la ampliación posterior del chasis podrá requerir autorización del fabricante. Sin embargo, ante reducciones del mismo, incluso hasta el valor más corto de serie previsto, no precisa de dicha autorización.

Para incrementos leves del voladizo posterior se podrá adoptar la solución indicada en la siguiente figura, donde las escuadras de refuerzo deberán tener el mismo espesor y anchura de la escuadra original:



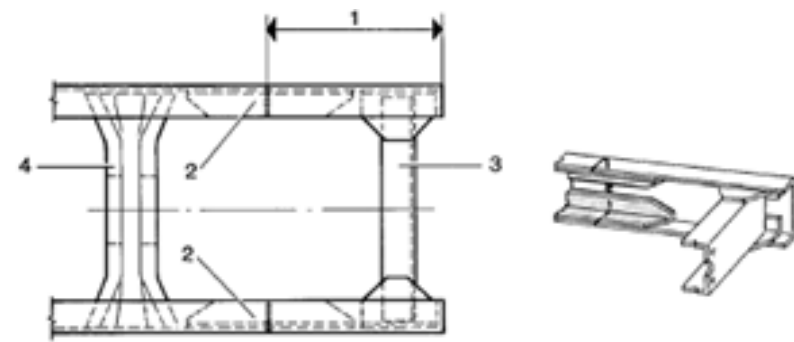


Donde:

- 1) Parte añadida
- 2) Perfil de refuerzo
- 3) Perfil de refuerzo (alternativa)
- 4) Travesaño posterior original

Cuando la unión entre travesaño y escuadra se realice mediante soldadura, se permitirá fijar la escuadra al refuerzo por medio de soldadura

Para alargamientos superiores, se deberá analizar la necesidad de instalar otro travesaño suplementario para lograr una adecuada rigidez a torsión del chasis.



Donde:

- 1) Parte añadida
- 2) Perfil de refuerzo
- 3) Travesaño posterior original
- 4) Travesaño suplementario (si fuera necesario)

## **6.5 MODIFICACIÓN DE SUSPENSIONES**

Al tratarse de componentes críticos en la seguridad del vehículo, no podrán efectuarse modificación alguna en el sistema de suspensiones salvo con autorización del fabricante del vehículo.

En general, no se admitirán intervenciones en ballestas parabólicas, aunque podrán ser autorizadas la aplicación de elementos elásticos de goma. Tampoco se admitirán asimetría, como pudieran ser muelles parabólicos en un lado y semielípticos en el otro.

## **6.6 CAMBIO DE MEDIDA DE NEUMÁTICOS**

Se requerirá la autorización del fabricante en aquellos casos en los que se sustituyan los neumáticos por otros de medida o capacidad de carga diferentes respecto a los previstos durante la homologación del vehículo.

Se respetará lo indicado en las disposiciones normativas vigentes para que, cualquier modificación de la medida de los neumáticos no afecte a la distancia existente entre el suelo y los antiempotramientos trasero y delantero, así como a la existente entre elementos mecánicos en diferentes condiciones dinámicas, giro y oscilación del eje. También se comprobarán las nuevas prestaciones del vehículo (velocidad, pendiente máxima superable, capacidad tractora y frenante), calibrándose taquímetro y tacógrafo en un taller autorizado.

Las dimensiones y capacidad de carga de los neumáticos especificadas en la normativa vigente (ETRTO, DIN, CUNA) serán de obligado cumplimiento a la hora de justificar la nueva carga admitida por el vehículo y sus prestaciones.

## 6.7 MODIFICACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

No se admitirán modificaciones en la línea de interconexión de datos entre centralitas (línea CAN o CAN-Bus).

Toda modificación en el sistema eléctrico requerirá el aislamiento de baterías antes de efectuar de comenzar los trabajos, desconectándose los conductores de potencia.

Se emplearán fusibles con la capacidad prevista para cada función, no permitiéndose de capacidad superior.

Cuando se prevea instalar circuitos adicionales, se protegerán mediante fusible respecto al circuito principal del vehículo. Los conductores adicionales se conectarán a la instalación eléctrica original mediante empalmes herméticos equivalentes a los originales, protegiéndose mediante vainas o tubos corrugados debidamente fijados mediante bridas, y protegido contra golpes y fuentes de calor. Se respetarán las siguientes distancias mínimas:

- 150 mm de fuentes de calor elevado
- 50 mm de contenedores con agentes químicos
- 20 mm de equipos en movimiento

Se evitará que los conductores rocen con otros componentes, y en particular, con bordes afilados de la carrocería. Se fijarán con bridas y abrazaderas ubicadas con cierta proximidad (aprox. 350 mm) para evitar tramos sueltos y facilitar su montaje. Cuando sea preciso que los conductores atraviesen orificios o bordes de chapa, se protegerán con pasacables y el correspondiente revestimiento corrugado.

El tubo corrugado protegerá completamente todo el cable, uniéndose mediante termorretráctiles o cintas a los capuchones de goma de los bornes.

Los bornes de conexión y sus terminales se protegerán con capuchones de goma, en algunos casos herméticos, para las zonas a expuestas a agentes atmosféricos o en los que se prevea estancamientos de agua.

### 6.7.1 INSTALACIÓN DE APARATOS SUPLEMENTARIOS

En aquellos casos en que sea preciso la instalación de aparatos suplementarios, deberá preverse la colocación de diodos de protección para eventuales picos inductivos de corriente.

La señal de masa procedente de los sensores analógicos deberá estar cableada exclusivamente sobre el receptor específico, ya que posteriores conexiones de masa podrían falsear la señal de salida procedente de dichos sensores.

El haz de cables para los componentes electrónicos de baja intensidad deberá estar dispuesto paralelamente al plano metálico de referencia, es decir, adherido a la estructura chasis/cabina, con el fin de reducir al mínimo las capacidades parásitas. Se distanciará en la medida de lo posible el recorrido del haz de cables adicional al ya existente.

Para evitar interferencias electromagnéticas, los conductores adicionales no se instalarán junto a circuitos electrónicos ya existentes en el vehículo.

Es recomendable la utilización de aparatos eléctricos, electromecánicos y electrónicos que respondan a los requisitos de inmunidad a la emisión electromagnética, tanto desde punto de vista irradiado como del conducido. Así, dispositivos electrónicos instalados en el vehículo a 1 metro de la antena transmisora, se requerirá:

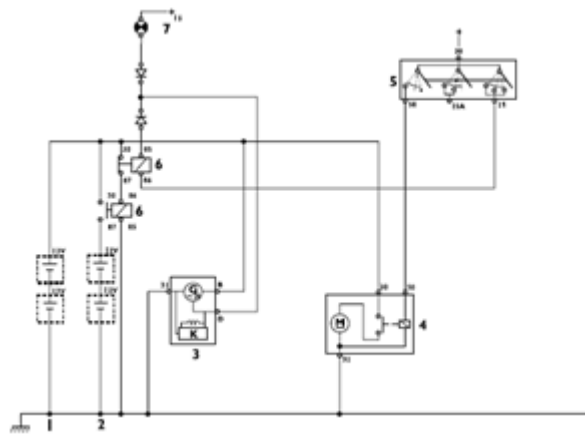
- inmunidad de 50 V/m para los dispositivos secundarios, para frecuencias variables de 20 MHz a 1 GHz
- inmunidad de 100 V/m para los dispositivos primarios, para frecuencias variables de 20 MHz a 1 GHz

Los niveles máximos de emisiones radiadas y conducidas se expresan en el siguiente cuadro:

Tipo de interferencia	Tipo de transceptor	Tipo de banda	Tipo de detector	Límites aceptables de interferencia en dBµV (unidad de medida normalizada por CISPR para medidas de emisiones)				
				100 KHz	120 KHz	1.7 MHz	30 MHz	70-100 MHz, 144-173 MHz
				300 KHz	2 MHz	6.1 MHz	54 MHz	410-11.2 MHz, 120-140 MHz
Radiada	Antena	Broadband	Campo	63	54	55	55	54
Radiada	colocada a 1 metro	Broadband	Post	76	67	68	68	67
Radiada		Narrowband	Post	41	34	34	34	34
Conducida	100µ	Broadband	Campo	60	48	52	52	50
Conducida	1-30 ohm	Broadband	Post	60	76	62	62	60
Conducida	5µH / 5.1 µF	Narrowband	Post	70	50	45	40	30

## 6.7.2 BATERÍAS Y ALTERNADORES SUPLEMENTARIOS

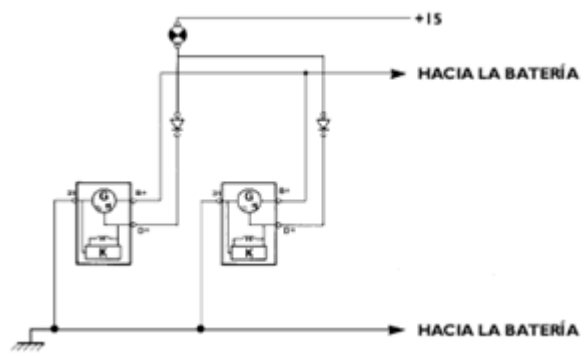
La inserción de baterías y alternadores suplementarios en el circuito del vehículo deberá prever un sistema de recarga separado integrado con el del vehículo. En tal caso, se recomienda instalar baterías suplementarias con capacidad igual a las originales, con el fin de obtener una correcta recarga de todas. Un ejemplo de conexión de dichas baterías suplementarias puede apreciarse en el siguiente unifilar:



Donde:

- 1) Baterías de serie
- 2) Baterías suplementarias
- 3) Alternador con regulador incorporado
- 4) Motor de arranque
- 5) Llave de contacto
- 6) Telerruptores
- 7) Testigo indicador de falta de recarga en baterías

Si el alternador original no dispone de capacidad suficiente para recargar el nuevo sistema de baterías, será preciso instalar un alternador de mayor potencia u otro suplementario, conectado según indica el siguiente unifilar:

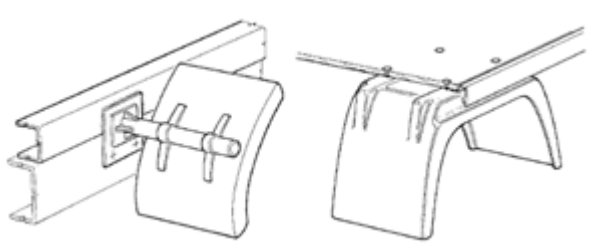


Cuando se instalen grupos de refrigeración, se utilizarán conductores con aislamiento reforzado para evitar eventuales interferencias electromagnéticas, con recorrido lo más alejado posible de los circuitos existentes en el vehículo.

## 6.8 GUARDABARROS POSTERIORES Y PASA-RUEDAS

Cuando sea precisa la instalación de guardabarros posteriores o pasa-ruedas, se deberá:

- Garantizar el nivel de vaivén de las ruedas incluso en las condiciones de uso con cadenas, respetando los límites indicados en la documentación suministrada por el fabricante.
- Proteger la anchura máxima de los neumáticos respecto de los límites legales previstos para el vehículo
- Unir los soportes al costado vertical de los largueros del vehículo o a los perfiles longitudinales del falso chasis, según indica la siguiente figura.







**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**PRESUPUESTO**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

**SEPTIEMBRE 2021**

## ÍNDICE PRESUPUESTO

PRESUPUESTO.....	311
ÍNDICE PRESUPUESTO.....	312
1. RESUMEN.....	313
2. PRESUPUESTO DE COMPRA FURGONETA SPRINTER .....	313
3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	313

## **1. RESUMEN**

Para el presupuesto de este proyecto se han distinguido dos partidas presupuestarias:

-Presupuesto de compra de la furgoneta Mercedes Sprinter 4x4 de segunda mano.

-Presupuesto de ejecución material de las instalaciones y del equipamiento del furgón vivienda.

## **2. PRESUPUESTO DE COMPRA FURGONETA SPRINTER**

A través de diversas páginas web de segunda mano se ha podido estudiar la compra de la furgoneta Mercedes Sprinter 4x4 por un valor de 14.000 euros.

## **3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

Se distinguen 5 capítulos para estudiar el presupuesto de ejecución material de este proyecto:

CAPÍTULO 1: INSTALACIÓN GENERAL					
CÓDIGO	UND.	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UND (€)	TOTAL (€)
	und.	<b>VENTANAS Y CLARABOYAS</b>			
1		CLARABOYA FIAMMA VENT F28	1	52.5	52.5
		CLARABOYA SKYMAXX LX PLUS	1	278.5	278.5
		VENTANA ESPECÍFICA DESGUACE	1	89.9	89.9
		OJOS DE BUEY REIMO 295	2	78.6	157.2
					578.1
	und.	<b>AISLAMIENTO</b>			
2		ROLLO DE KAIFLEX DE 30 METROS CUADRADOS (10MM)	1	205	205
		CINTA ELASTOMÉRICA (3MM)	1	17.5	17.5
					222.5
	und.	<b>MADERA</b>			
3		CONTRACHAPADO FENOLICO 2500X1220X20MM	12	47	564
		LISTONES MADERA DE SAMBA 3000X30X20	10	5.4	54
		LISTONES MADERA DE SAMBA 3000X30X30	15	6.5	97.5
		LISTONES MADERA DE SAMBA 3000X40X10	15	5.8	87
		ENCIMERA LAMINADA HIDRÓFUGA	1	67.5	67.5
					870
	und.	<b>TRATAMIENTOS Y PEGAMENTOS</b>			
4		SIKAFLEX	5	7.5	37.5
		TAPAPOROS PROMADE	1	9.5	9.5
		SELLADOR DE BAÑO CEYS	1	7.7	7.7
		PINTURA MADERA AZUL SATINADO LUXENXS 0,5L	4	9.9	39.6
					94.3
	und.	<b>REVESTIMIENTO</b>			
5		PAQUETE FRISO DE PVC ACRYLSHOP MADERA BLANCA	1	30.7	30.7
		PLACA POLIPROPILENO 2000X1000X5MM	3	8.7	26.1
		REVESTIMIENTO PVC ESPECIAL PARA BAÑO (6 M CUADRADOS)	1	41.4	41.4

				98.2
	und.	<b>TORNILLERÍA, ESCUADRAS Y ACCESORIOS</b>		
6		TORNILLO ROSCACHAPA 10MM	200	0.03 6
		TORNILLO ROSCACHAPA 20MM	200	0.05 10
		TORNILLO MADERA 10MM	200	0.03 6
		TORNILLO MADERA 20MM	200	0.05 10
		ESCUADRAS 20MM	150	0.2 30
		TIRADORES PARA PUERTAS GRIS	20	0.9 18
		BISAGRAS 50MM	10	1.2 12
				92
	und.	<b>BAÑO</b>		
7		PLATO DE DUCHA CURVO 70X80CM	1	74.7 74.7
		WC PORTÁTIL THETFORD PORTA POTTI 165	1	52.7 52.7
		CONJUNTO DE DUCHA NEGRO	1	93.6 93.6
		MAMPARA SEMICIRCULAR DUCHA DE 1,9M DE ALTO	1	123.8 123.8
		CALENTADOR AIRMEC A GAS 12V	1	169.3 169.3
				514.1
	und.	<b>COCINA</b>		
8		COCINA A GAS CON HORNO CAMP4	1	189.7 189.7
		NEVERA MOBICOOL MFR40	1	207.8 207.8
		FREGADERO SOBRE ENCIMERA BLANCO	1	54.2 54.2
		GRIFO MONOMANDO DE COCINA EXTENSIBLE	1	29.8 29.8
				481.5
	und.	<b>CAMA</b>		
9		COLCHÓN ALTA DENSIDAD 190X110X15CM	1	108 108
				108
	und.	<b>COMEDOR</b>		
10		COJINES ALTA DENSIDAD 60X60X4CM	2	21 42
		COJINES ALTA DENSIDAD 60X46X4CM	2	17 34

		RIELES ACERO LAMINADO FRIO 50CM	2	13.4	26.8
					102.8
11	und.	<b>GARAJE</b>			
		SOPORTE DE HORQUILLA DE BICICLETA	1	14.8	14.8
					14.8

<b>TOTAL CAPÍTULO 1: INSTALACIÓN GENERAL</b>				<b>3176.3</b>	<b>EUROS</b>
----------------------------------------------	--	--	--	---------------	--------------

CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CÓDIGO	UND.	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UND (€)	TOTAL (€)
	und.	<b>LÁMPARAS</b>			
1		FOCO DE TECHO LED 12V 1,5W	3	19.8	19.8
					19.8
	ml	<b>CABLES</b>			
2		CABLE H07Z1-K CPR 1x1,5 MM	15	0.19	2.85
		CABLE H07Z1-K CPR 1x2,5 MM	15	0.3	4.5
		CABLE H07Z1-K CPR 3x6 MM	5	0.7	3.5
		CABLE H07Z1-K CPR 1x25 MM	3	2.1	6.3
		CABLE H07Z1-K CPR 1x35 MM	3	2.9	8.7
					25.85
	ml	<b>TUBOS</b>			
3		TUBO REFLEX M16	30	0.15	4.5
					4.5
	und.	<b>BATERÍA</b>			
4		BATERÍA DE GEL 12V 260AH	1	260	260
					260
	und.	<b>PLACA SOLAR</b>			
5		PLACA MONOCRISTALINA CYMPOWER 450W 50V	1	170	170



				170	
6	und. <b>RELÉ</b> RELÉ SEPARADOR AUTOMÁTICO VICTRON	1	47.9	47.9	
				47.9	
7	und. <b>TOMA EXTERIOR</b> TOMA EXTERIOR 230V	1	13	13	
				13	
8	und. <b>INVERSOR</b> INVERSOR REGULADOR CARGADOR CYMPower ONDA SENOIDAL	1	260	260	
				260	
9	und. <b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN</b> ICP 15 A	1	16.2	16.2	
	IGA 2 POLOS Y 16 A	1	8.9	8.9	
	ID 2 POLOS, 25 A Y SENSIBILIDAD 30 Ma	1	11.3	11.3	
	PIA 16A	1	11.7	11.7	
	FUSIBLE 2A	5	0.7	3.5	
	FUSIBLE 6A	2	0.8	1.6	
	FUSIBLE 15A	1	0.9	0.9	
	FUSIBLE 60A	3	1.2	3.6	
				57.7	
10	und. <b>BASES DE ENCHUFE</b> BASE DE 16 A	3	2.3	6.9	
				6.9	
11	und. <b>INTERRUPTORES DE LUZ</b> INTERRUPTOR DE 10A	3	2.1	6.3	
				6.3	
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>897.95</b>	<b>EUROS</b>

CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN FONTANERÍA						
CÓDIGO	UND.	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UND (€)	TOTAL (€)	
	und.	<b>COMPONENTES FONTANERÍA</b>				
1		TOMA EXTERIOR DE AGUA	1	12.4	12.4	
		DEPÓSITO DE AGUA LIMPIA DE 150L	1	90.7	90.7	
		DEPÓSITO DE AGUA SUCIA DE 100L	1	74.6	74.6	
		LLAVE DE PASO	6	2.4	14.4	
		VÁLVULA ANTIRRETORNO	1	3	3	
		BOMBA AUTOASPIRANTE 30 BAR	1	54.7	54.7	
		VASO DE EXPANSIÓN FIAMMA	1	19.8	19.8	
		CONECTORES DE ESPIGA	5	1.7	8.5	
		ROLLO MANGUERA FLEXIBLE DE 10MM DE DIAMETRO 10M	1	15.7	15.7	
		MANGUERA FLEXIBLE DE 30MM DE DIAMETRO 1M	1	3	3	
		ABRAZADERAS AJUSTABLES DE TUBO	15	1.5	22.5	
		RESPIRADEROS DE DEPÓSITOS	2	1.1	2.2	
		GRIFO VACIADO	1	6	6	
<b>TOTAL CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN FONTANERÍA</b>					<b>327.5</b>	<b>EUROS</b>

CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE GAS					
CÓDIGO	UND.	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UND (€)	TOTAL (€)
	und.	<b>COMPONENTES INSTALACIÓN DE GAS</b>			
1		BOMBONA DE GAS DE 16 KG	1	29.3	29.3
		DETECTOR DE GASES NOCIVOS	1	27.8	27.8
		VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN 30 mbar	1	9.7	9.7

SISTEMA DE SEGURIDAD ANTIPRESIÓN DE 150 mbar	1	44.8	44.8
PACK 4 METROS TUBERÍA DE COBRE DE 8MM DE DIÁMETRO	1	28	28
CONEXIONES CON ANILLO DE APRIETE	8	1.1	8.8
VÁLVULA DE CORTE	3	8.9	26.7
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE GAS</b>			<b>175.1 EUROS</b>

CAPÍTULO 5: MODIFICACIONES OVERLANDER					
CÓDIGO	UND.	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UND (€)	TOTAL (€)
	und.	<b>COMPONENTES OVERLANDER</b>			
1		BACA DE TECHO SLIMLINE II	1	2525	2525
		PARACHOQUES DELANTERO PARA CABESTRANTE	1	900	900
		CABESTRANTE WARN ZEON8	1	1464	1464
		SOPORTE RUEDA PORTÓN TRASERO	1	857	857
		SNORKEL BRAVO	1	299	299
		AMORTIGUADORES DE AJUSTE RÁPIDO DELANTERO Y TRASERO	1	2284	2284
		SEPARADORES MERCEDES SPRINTER	4	41	164
		ALETINES	4	24	96
		NEUMÁTICOS BF GOODRICH ALL-TERRAIN 245/75SR16 120/116S	4	171	684
<b>TOTAL CAPÍTULO 5: MODIFICACIONES OVERLANDER</b>					<b>9273 EUROS</b>

<b>TOTAL PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>13849.85 EUROS</b>
-----------------------------------------	-----------------------





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**PLANOS**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO  
FURGONETA EN VIVIENDA**

**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Autor:** Luis Martínez de la Rosa

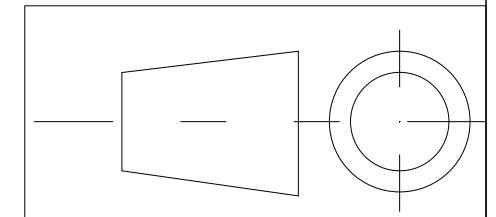
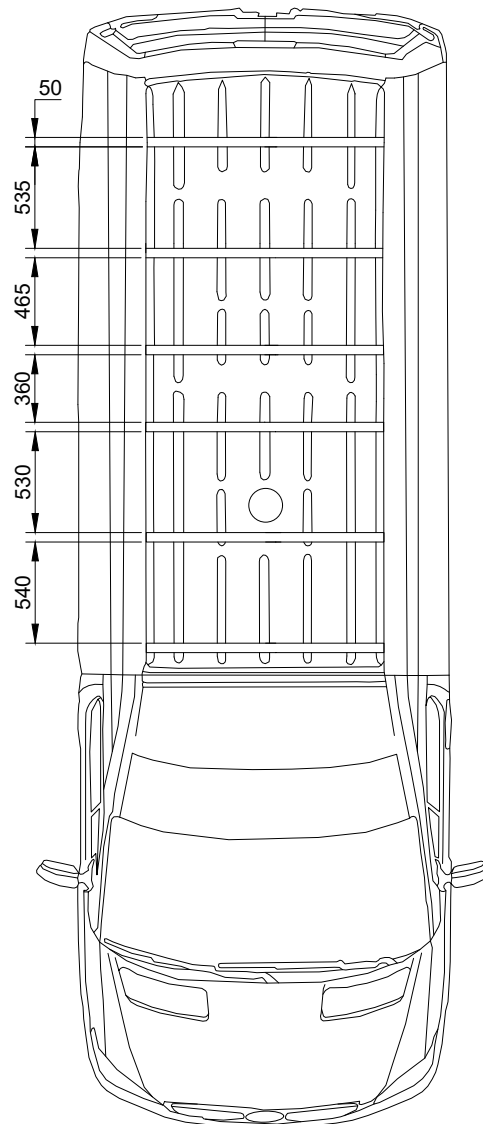
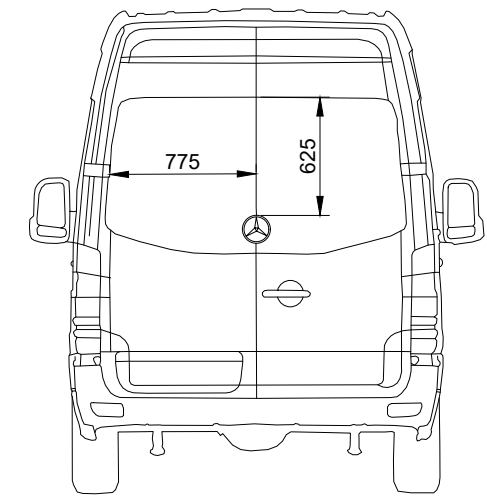
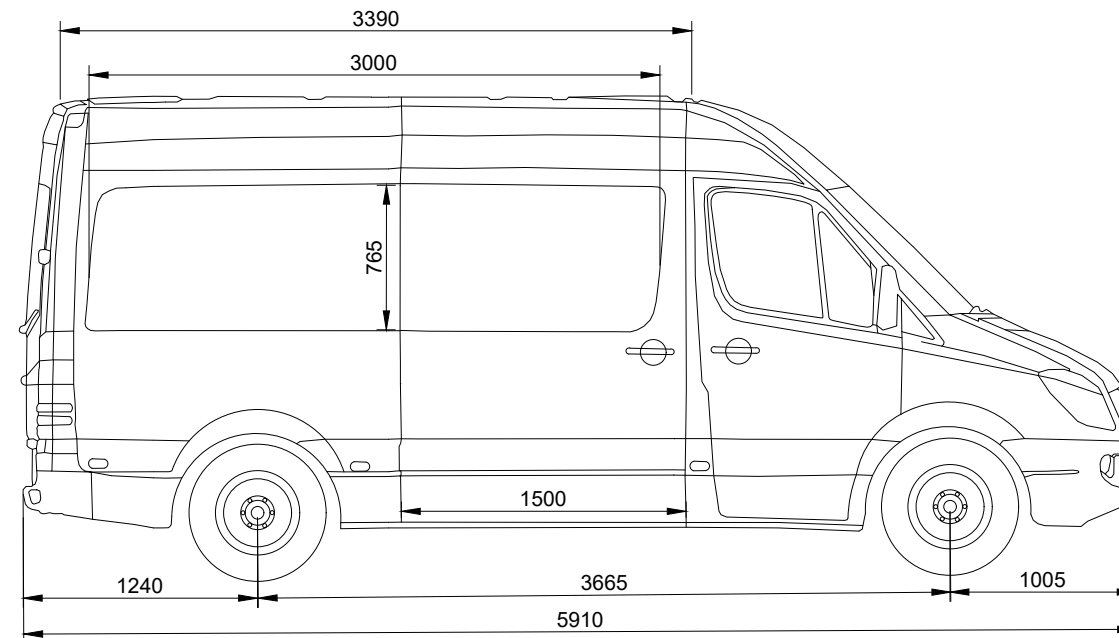
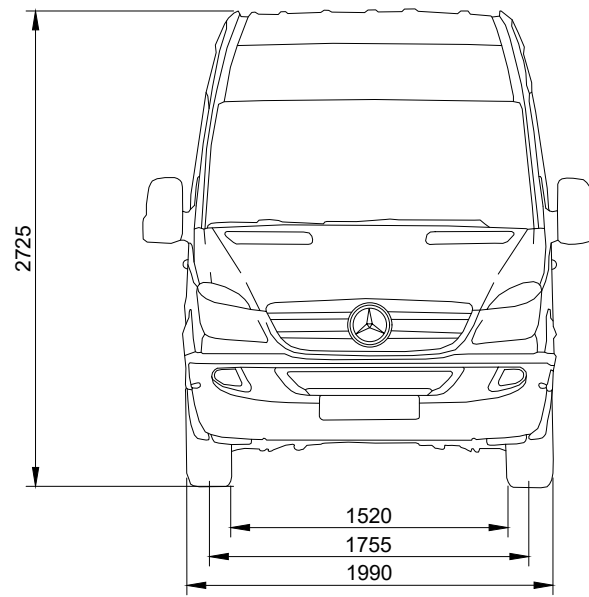
**SEPTIEMBRE 2021**

## **ÍNDICE PLANOS**

- 1. VISTAS VEHÍCULO ORIGINAL**
- 2. VENTANAS Y CLARABOYAS**
- 3. ESPACIO-VIVIENDA ACOTADO**
- 4. INTERIOR FURGONETA-DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**
- 5. BAÑO FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**
- 6. COCINA FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**
- 7. CAMA-GARAJE FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**
- 8. COMEDOR FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**
- 9. ALMACENAMIENTO FURGONETA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**
- 10. ESQUEMA BÁSICO ELECTRICIDAD**
- 11. ILUMINACIÓN 12V**
- 12. CIRCUITOS FUERZA 12V Y 230V**
- 13. ESQUEMA UNIFILAR INSTALCIÓN 230V**
- 14. ESQUEMA BÁSICO FONTANERÍA**
- 15. INSTALCIÓN FONTANERÍA**







PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

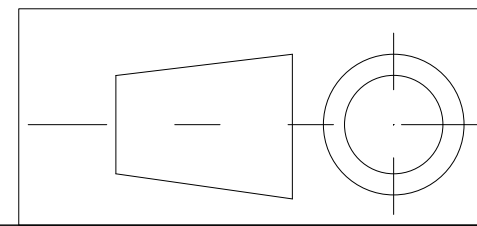
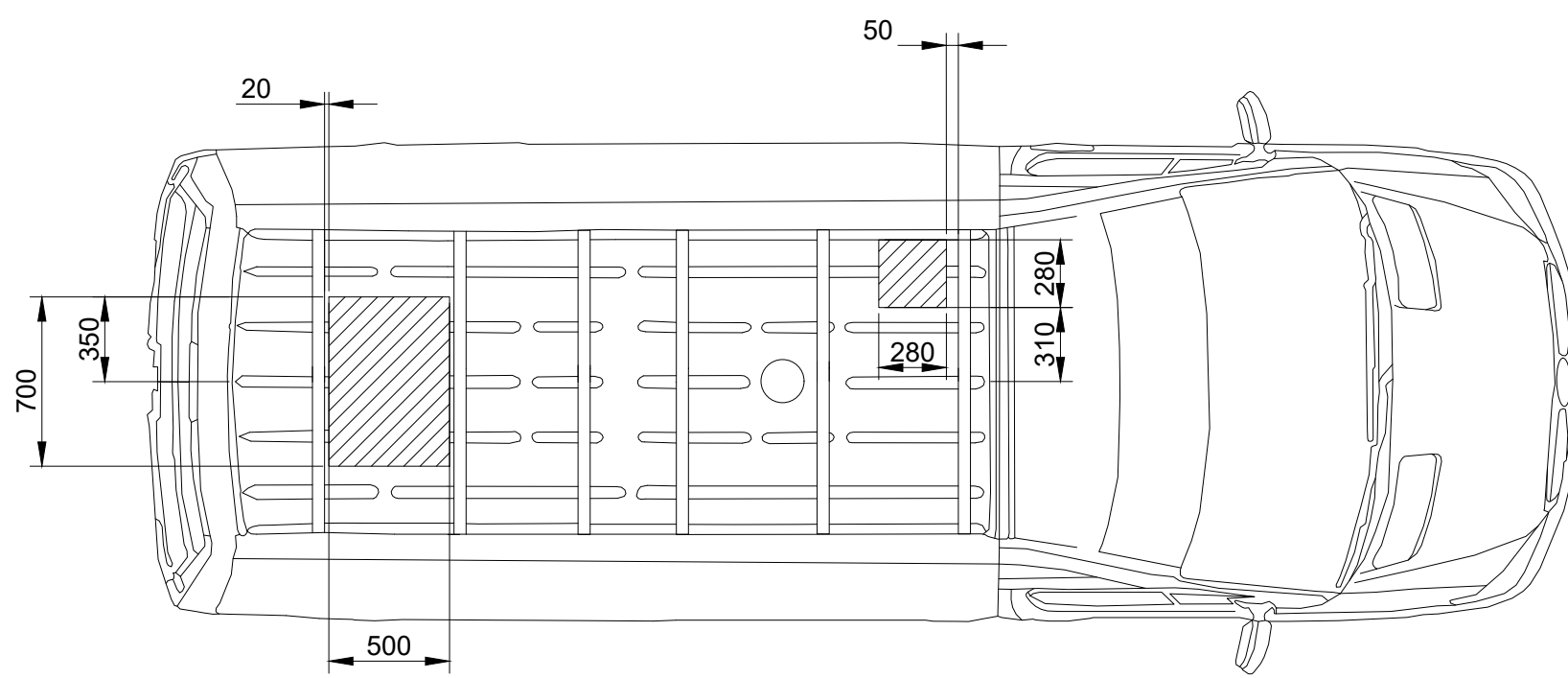
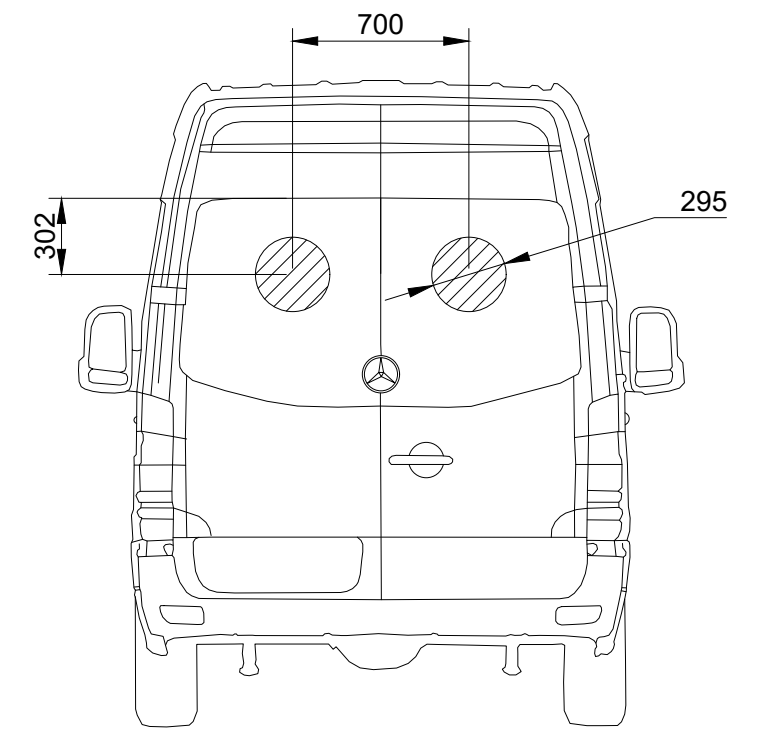
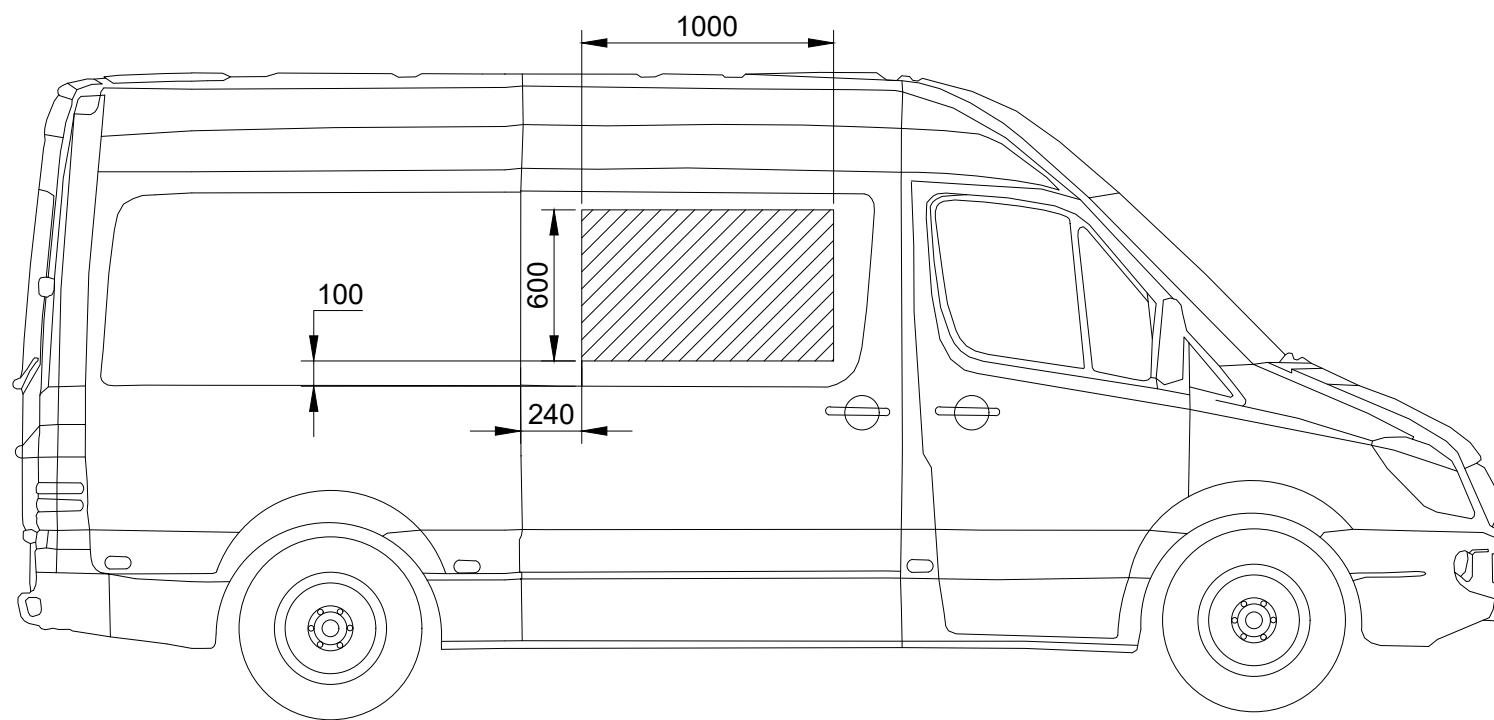
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

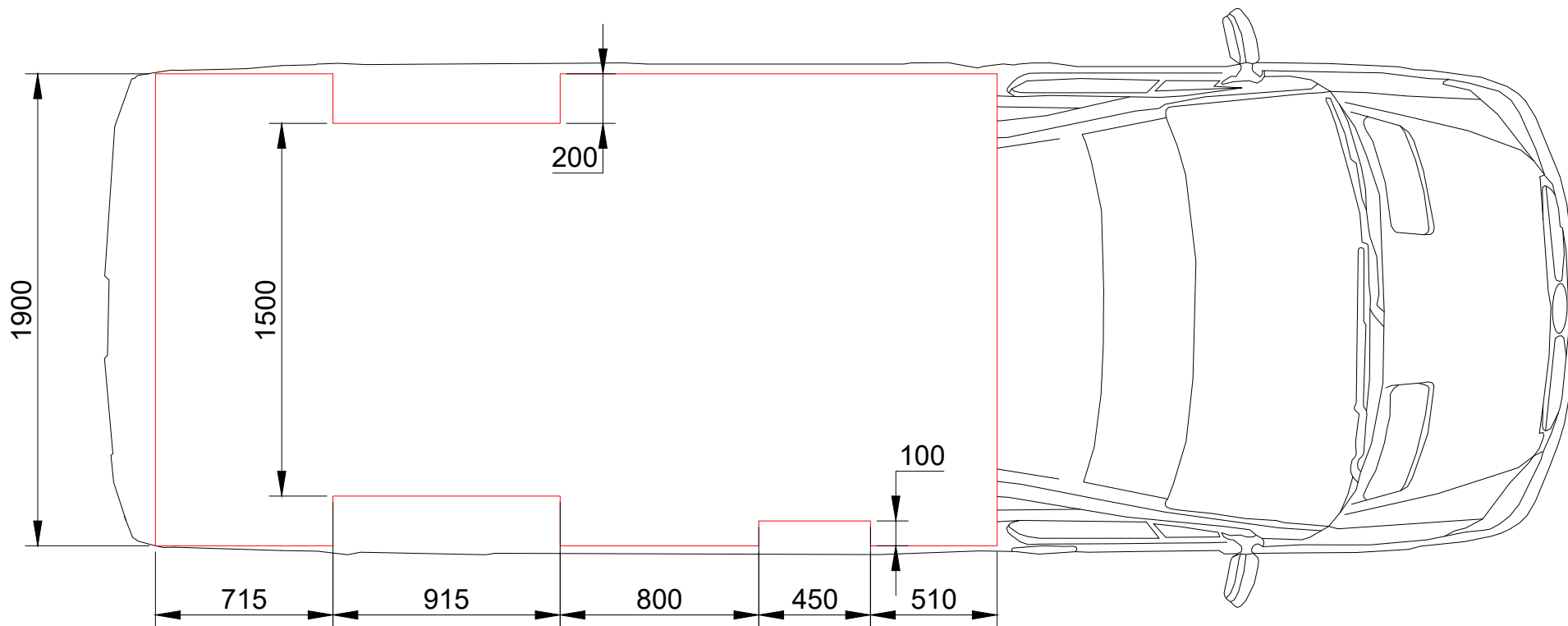
ESCALA:  
1:40

VISTAS VEHICULO ORIGINAL

Nº PLANO: 1



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA			
Autor: Luis Martínez de la Rosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Fecha: Septiembre 2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:30	<b>VENTANAS Y CLARABOYAS</b>		Nº PLANO: 2



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Grado Ingeniería Mecánica*

*Universidad de La Laguna*

Fecha: Septiembre 2021

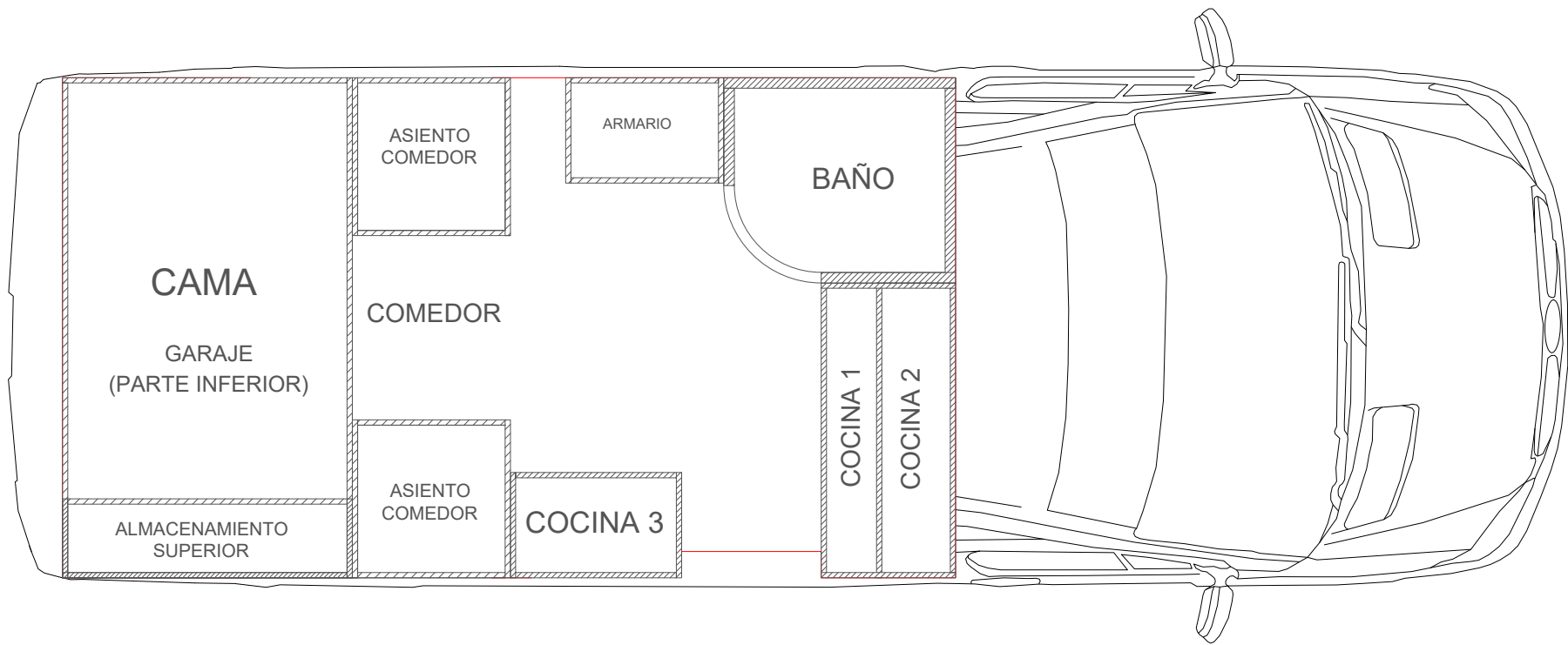
UNE-EN-DIN

Universidad  
de La Laguna

ESCALA:  
1:25

ESPACIO - VIVIENDA ACOTADO

Nº PLANO: 3



MÓDULO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
CAMA	2,09
GARAJE	2,09
COMEDOR	1,14
COCINA	0,83
BAÑO	0,69
ALMACENAMIENTO	0,54

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



Universidad  
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Grado Ingeniería Mecánica*

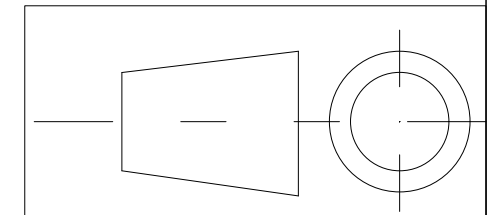
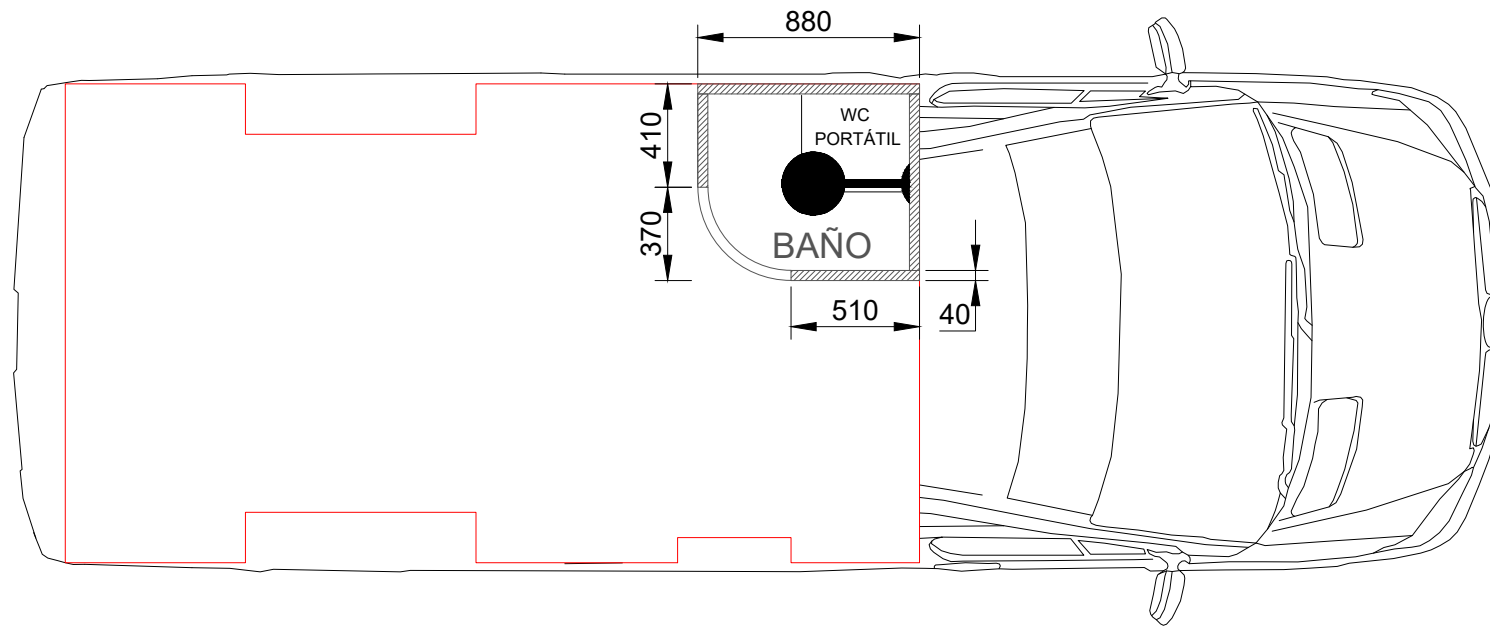
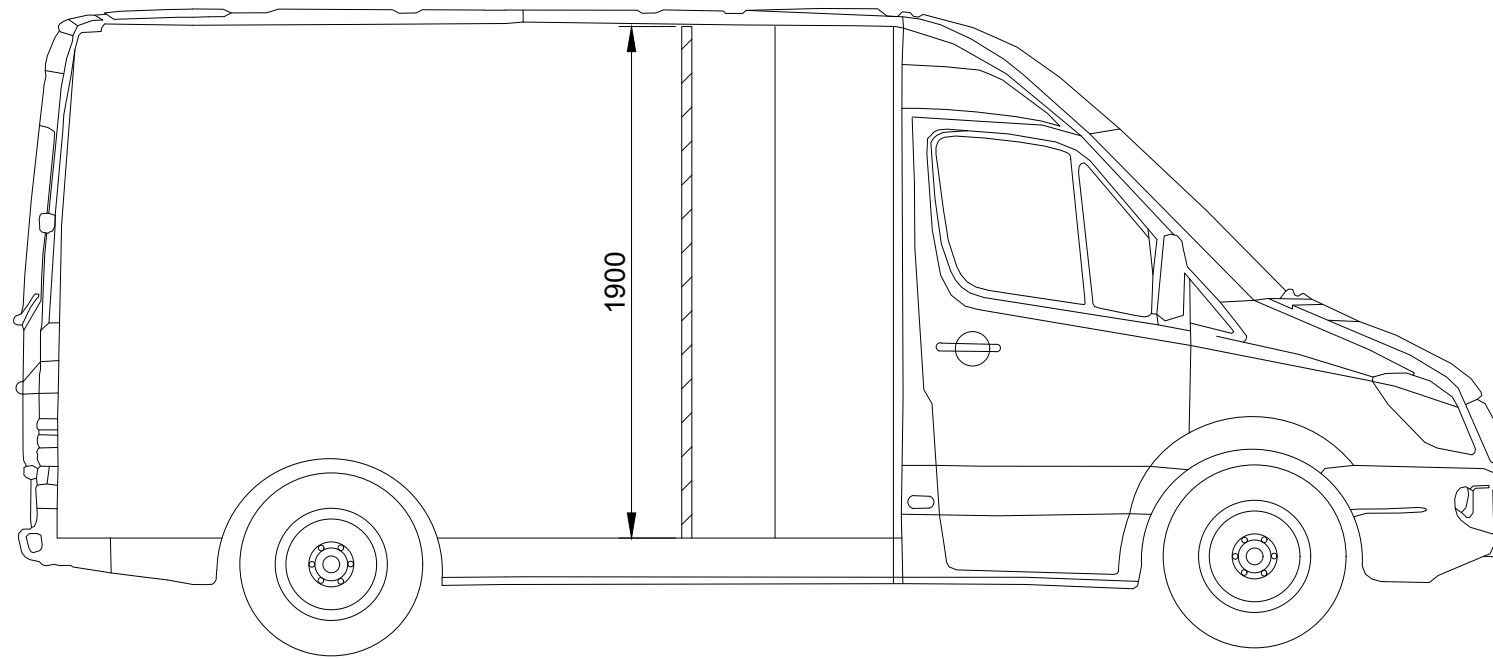
*Universidad de La Laguna*

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:25

INTERIOR FURGONETA -  
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Nº PLANO: 4



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

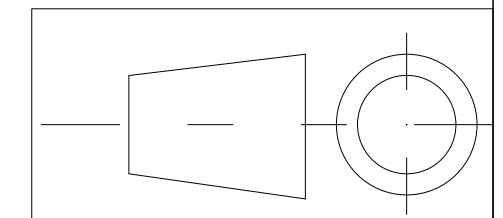
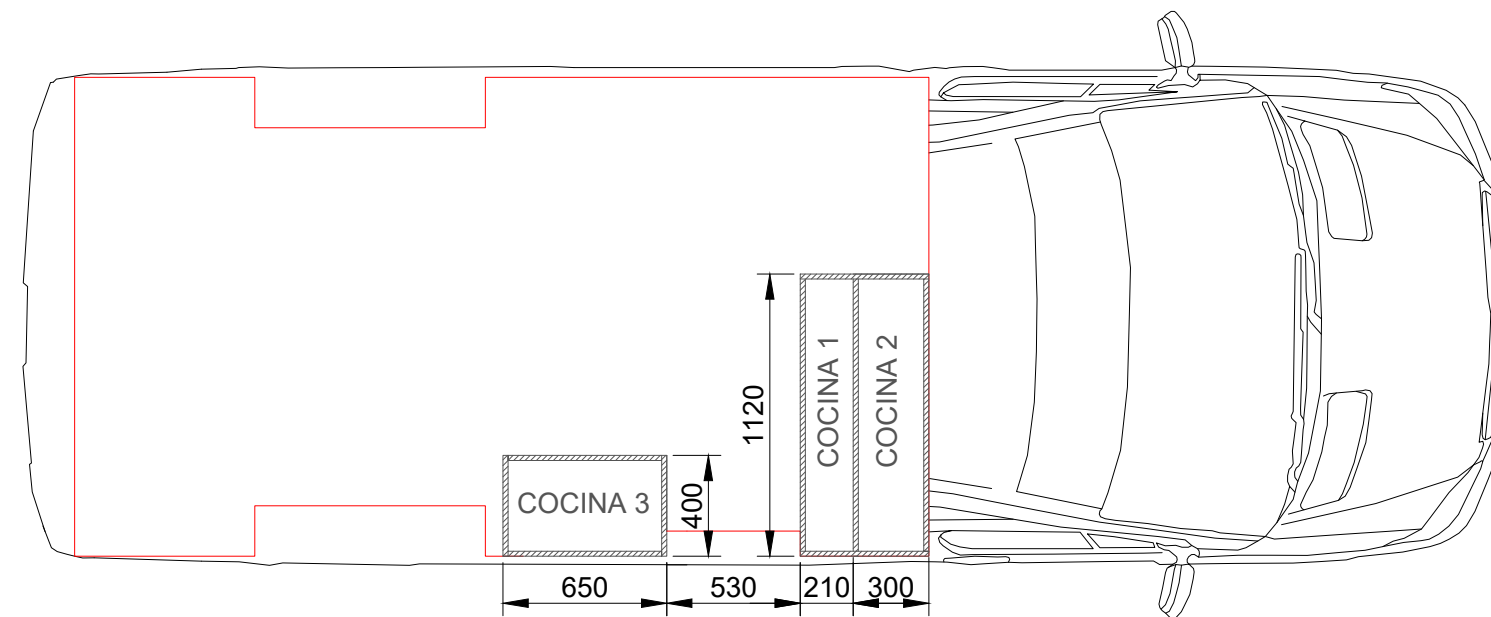
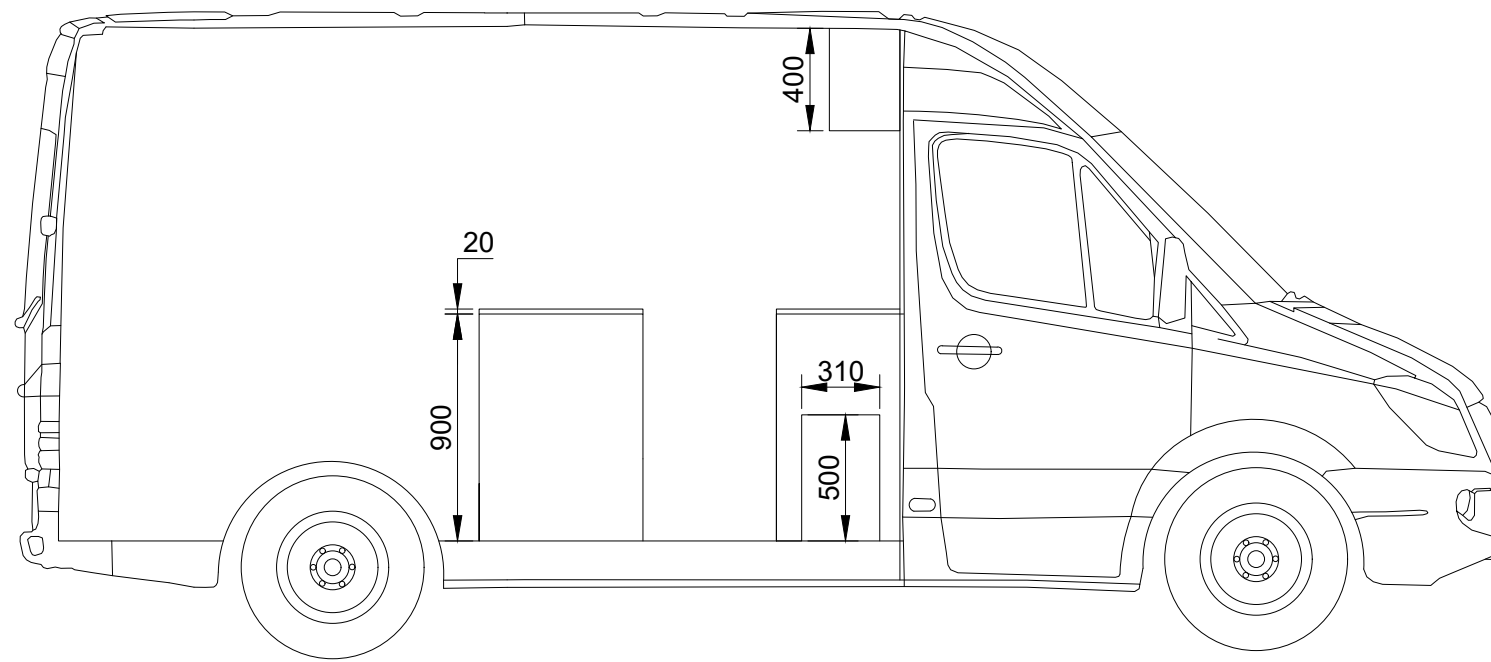
Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:30

**BAÑO FURGONETA  
DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**

Nº PLANO: 5





PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

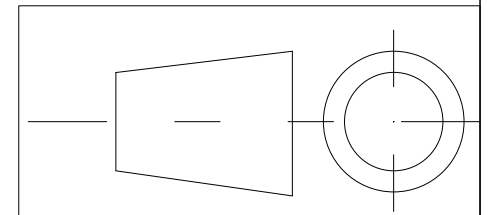
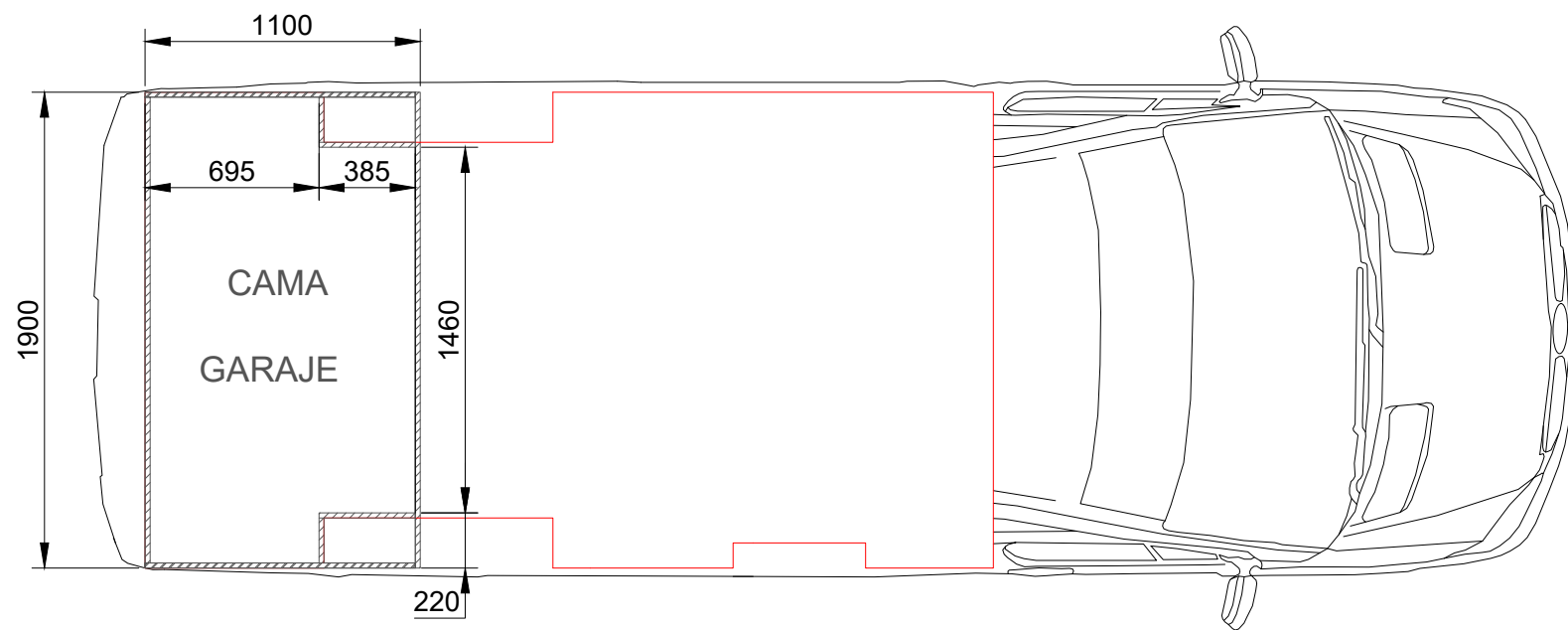
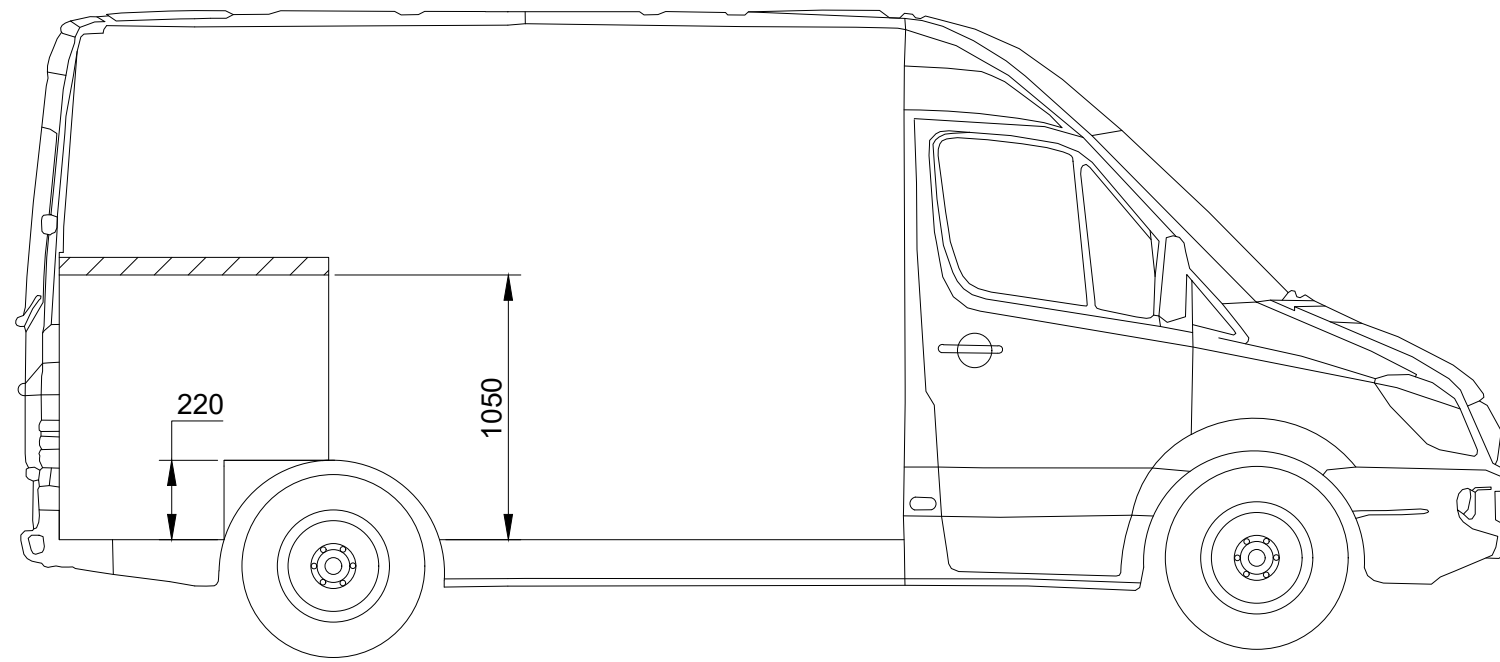
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:30

**COCINA FURGONETA  
DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**

Nº PLANO: 6



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

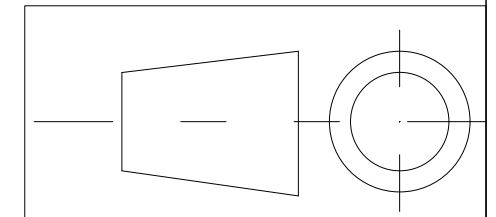
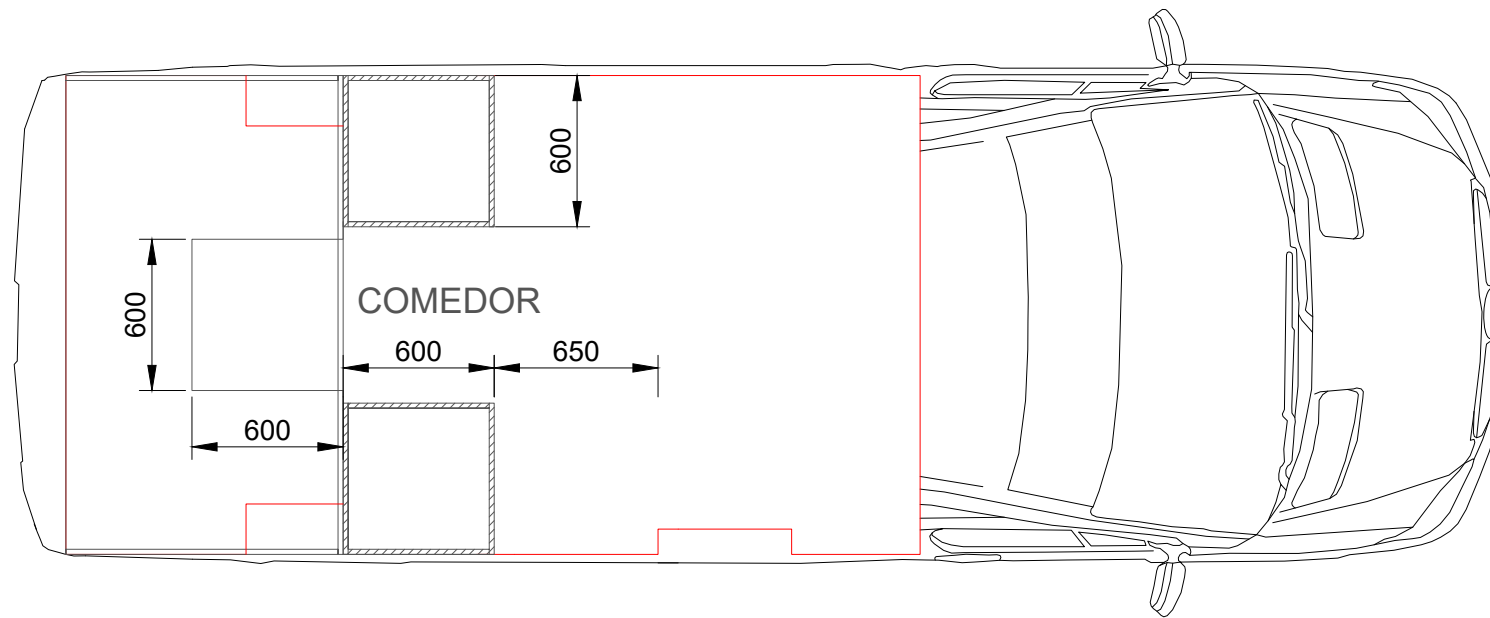
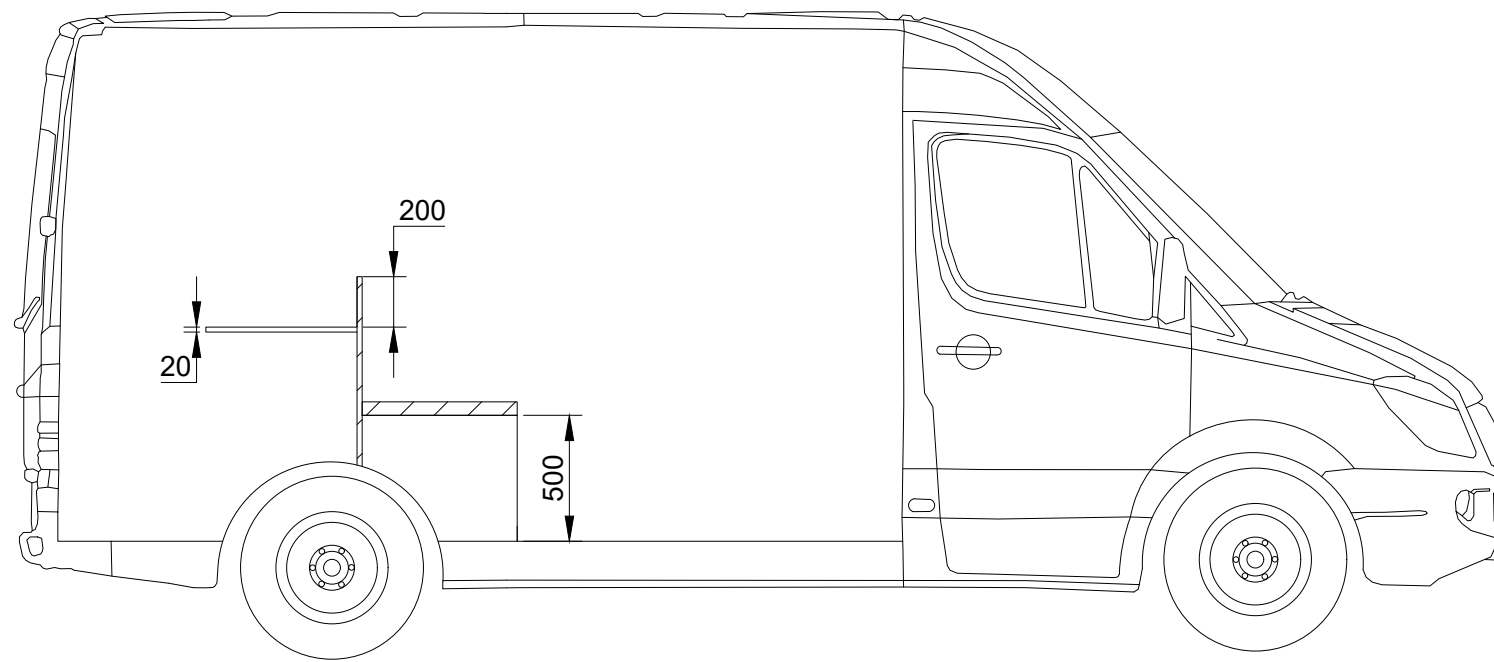
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:30

**CAMA- GARAJE FURGONETA  
DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**

Nº PLANO: 7



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

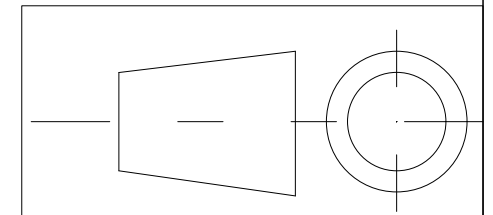
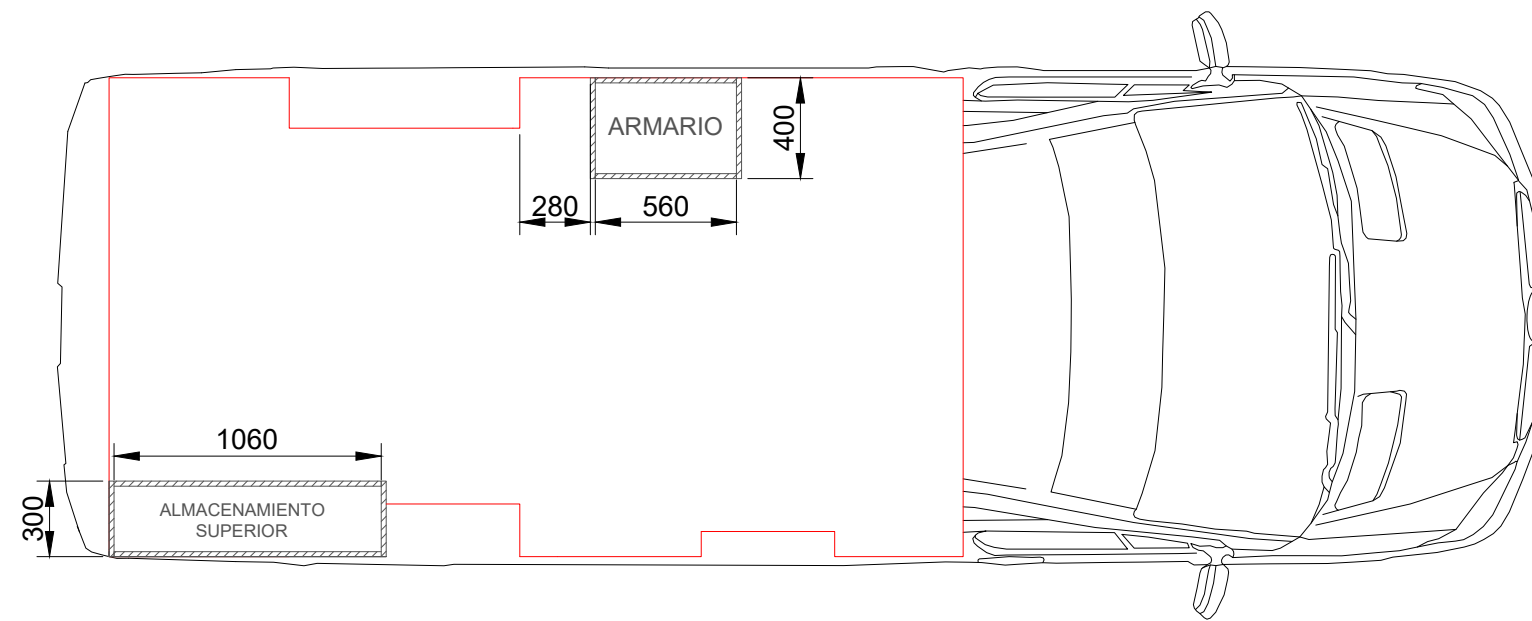
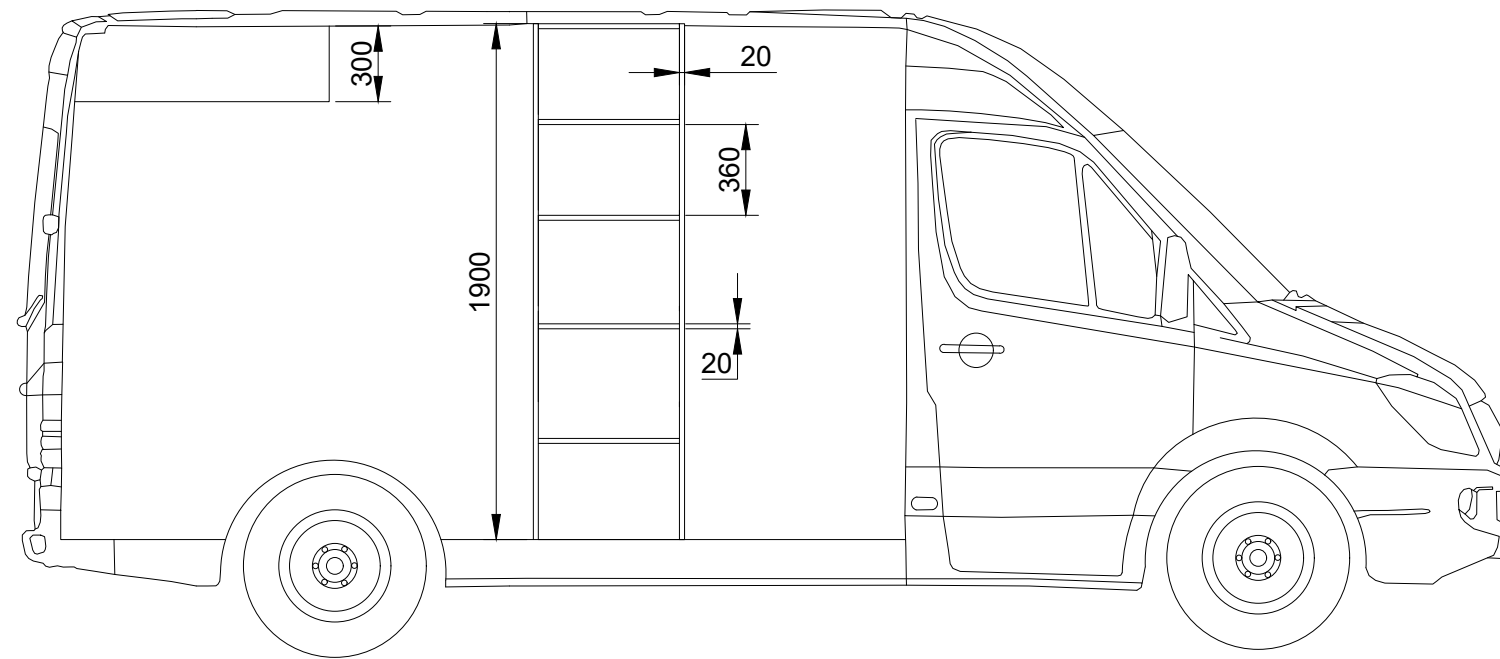
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:30

**COMEDOR FURGONETA  
DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**

Nº PLANO: 8



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

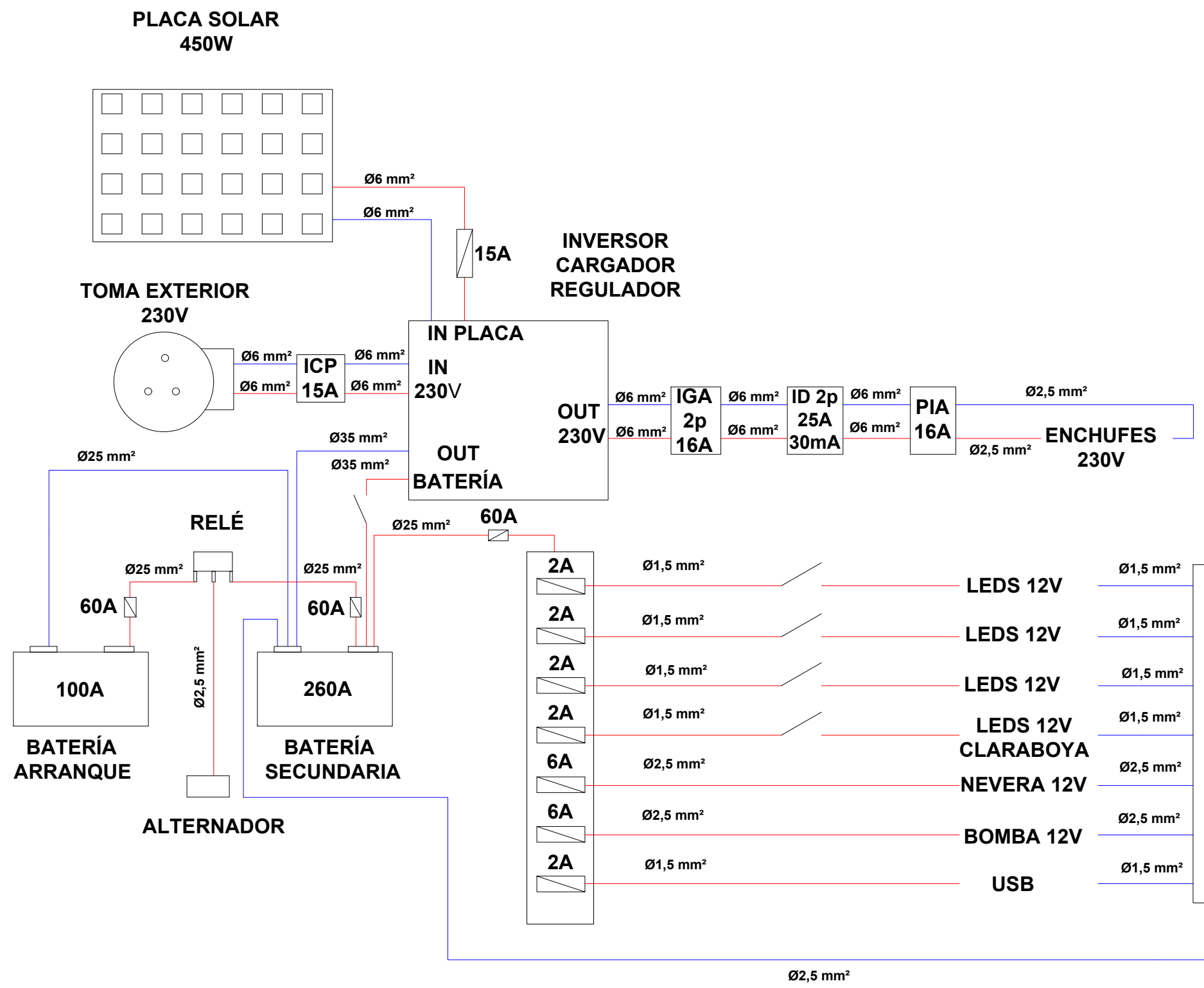
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

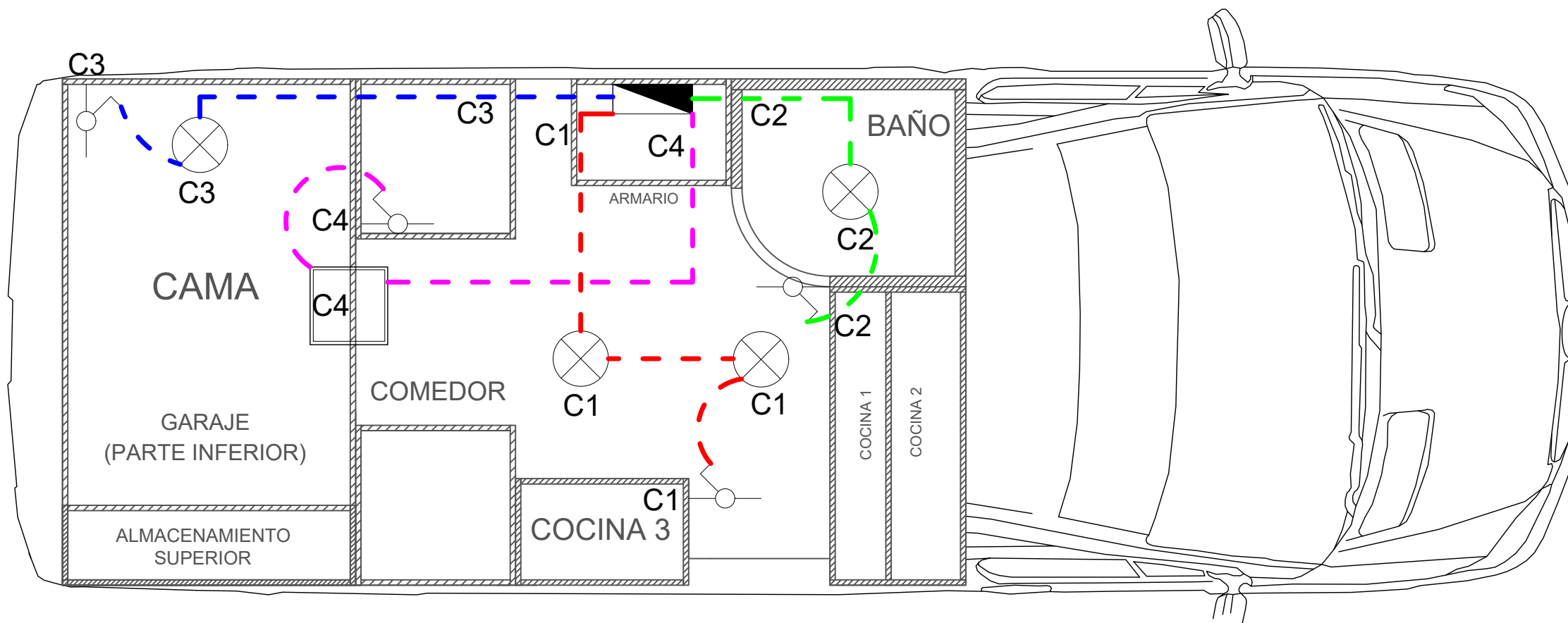
ESCALA:  
1:30

**ALMACENAMIENTO FURGONETA  
DISTRIBUCIÓN Y ACOTADO**

Nº PLANO: 9



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA			
Autor: Luis Martínez de la Rosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Fecha: Septiembre 2021			
ESCALA: S/E	<b>ESQUEMA BÁSICO ELECTRICIDAD</b>		Nº PLANO: 10



LEYENDA ILUMINACIÓN 12V

C1	ILUMINACIÓN 2	C1	CABLE H07Z1-K CPR 1X1,5 mm <sup>2</sup>
C2	ILUMINACIÓN 2	C2	CABLE H07Z1-K CPR 1X1,5 mm <sup>2</sup>
C3	ILUMINACIÓN 3	C3	CABLE H07Z1-K CPR 1X1,5 mm <sup>2</sup>
C4	ILUMINACIÓN 4	C4	CABLE H07Z1-K CPR 1X1,5 mm <sup>2</sup>
⊗	FOCO LED 12V	⏏	CONMUTADOR SIMPLE
□	LED CLARABOYA 12V	⚡	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

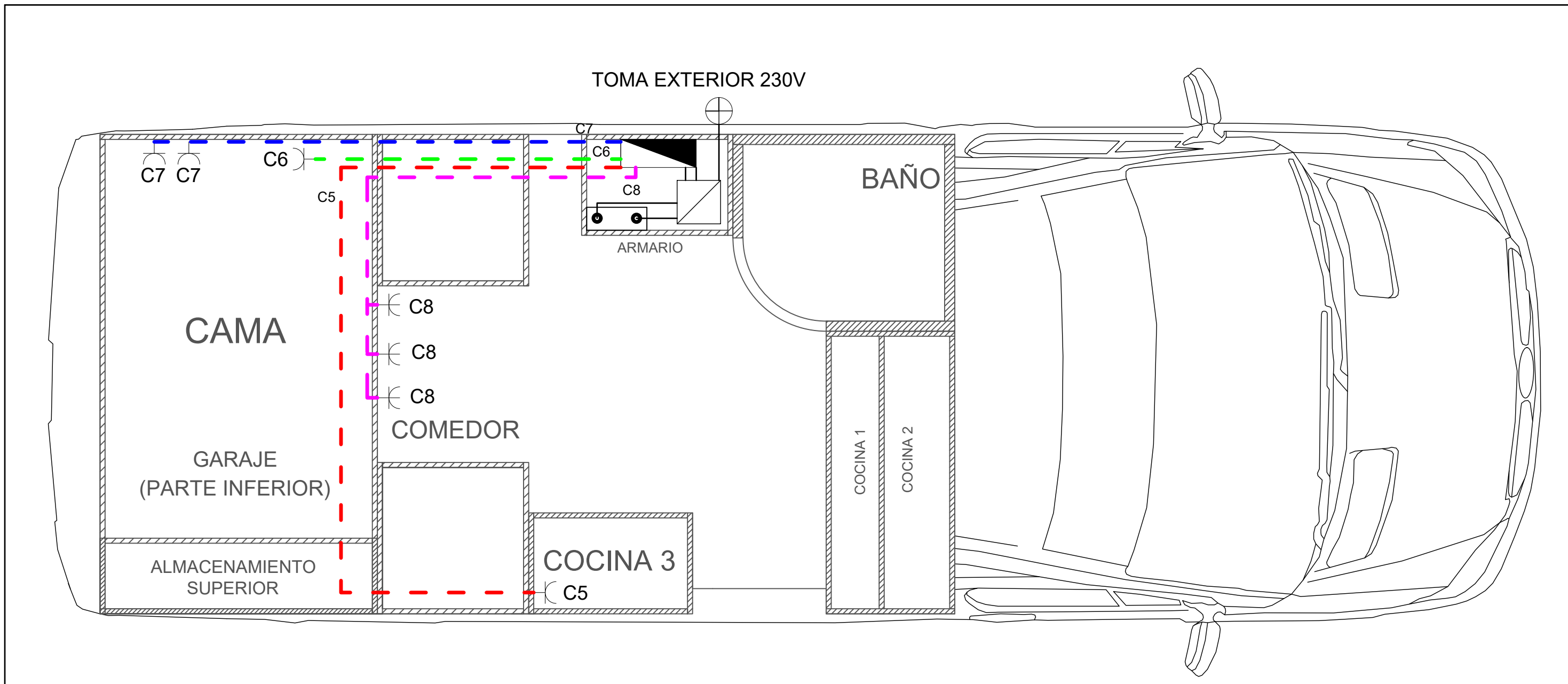
Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:20

ILUMINACIÓN 12V

Nº PLANO: 11





LEYENDA FUERZA 12V Y 230V

	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN	C5	NEVERA	CABLE H07Z1-K CPR 1X2,5 mm <sup>2</sup>
	ENCHUFE 12V	C6	BOMBA	CABLE H07Z1-K CPR 1X2,5 mm <sup>2</sup>
	TOMA DE CORRIENTE 230V	C7	USB	CABLE H07Z1-K CPR 1X1,5 mm <sup>2</sup>
	INVERSOR	C8	230V	CABLE H07Z1-K CPR 1X2,5 mm <sup>2</sup>
	TOMA EXTERIOR 230V		BATERÍA	

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

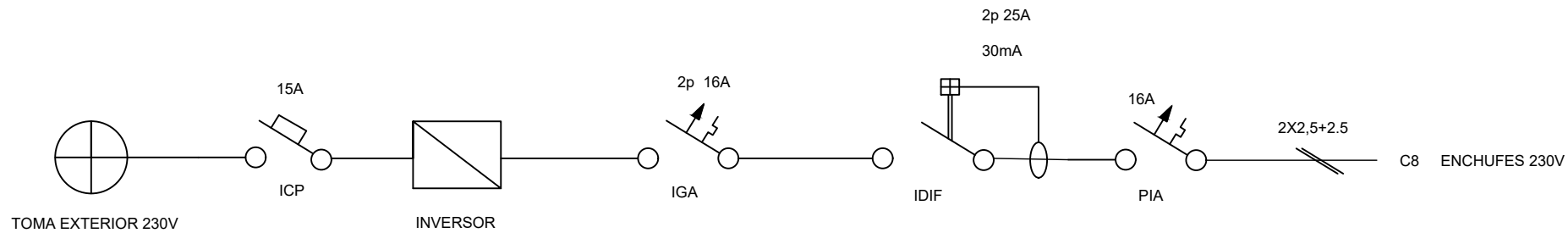
Universidad de La Laguna

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:16

CIRCUITOS FUERZA 12V Y 230V

Nº PLANO: 12



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Grado Ingeniería Mecánica*

*Universidad de La Laguna*

Fecha: Septiembre 2021

UNE-EN-DIN

Universidad  
de La Laguna

S/E

ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN 230V

Nº PLANO: 13

TOMA DE AGUA EXTERIOR

RESPIRADERO

DEPÓSITO DE LIMPIAS 150L

LLAVE DE PASO GENERAL

VÁLVULA ANTIRRETORNO

BOMBA AUTOASPIRANTE

VASO DE EXPANSIÓN

BOILER A GAS

LLAVE DE PASO CALENTADOR

SENTIDO FLUJO DEL AGUA

DUCHA

LLAVES DE PASO DE COMPONENTES

FREGADERO

RESPIRADERO

DEPÓSITO DE SUCIAS 100L

GRIFO DE VACIADO

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



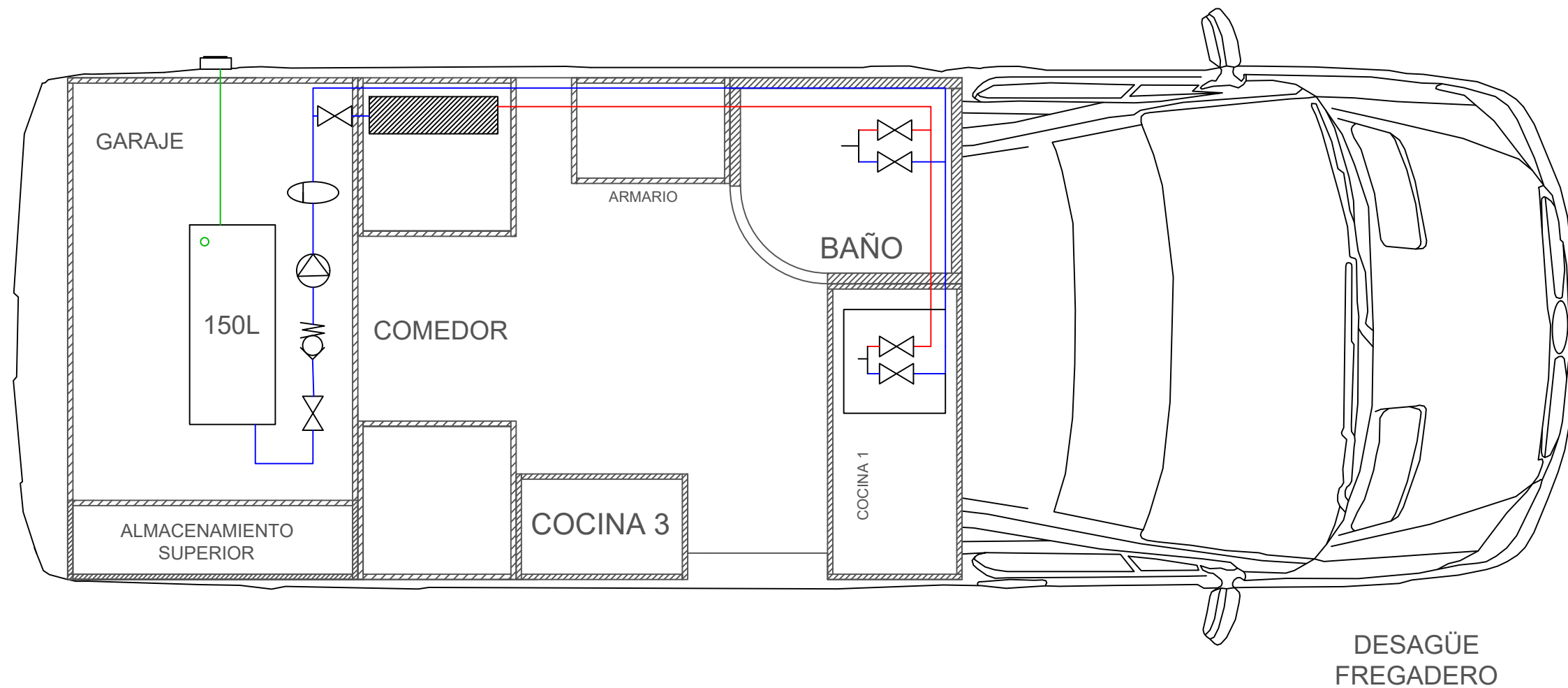
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
*Grado Ingeniería Mecánica*  
*Universidad de La Laguna*

Fecha: Septiembre 2021

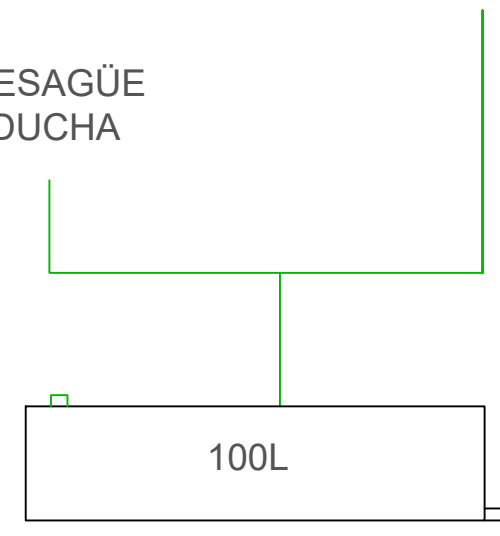
S/E

ESQUEMA BÁSICO FONTANERÍA

Nº PLANO: 14



DESAGÜE  
DUCHA



LEYENDA FONTANERÍA

	TUBERÍA SUMINISTRO Y DESAGÜE		VÁLVULA ANTIRRETORNO
	TUBERÍA AGUA FRÍA		BOMBA DE PRESIÓN
	TUBERÍA AGUA CALIENTE		VASO DE EXPANSIÓN
	LLAVE DE PASO		DEPÓSITOS
	BOCANA TOMA DE AGUA		RESPIRADEROS
	GRIFO VACIADO		BOILER A GAS
	GRIFO DUCHA Y FREGADERO		

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULO TIPO FURGONETA EN VIVIENDA

Autor: Luis Martínez de la Rosa

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
*Grado Ingeniería Mecánica*  
*Universidad de La Laguna*

Fecha: Septiembre 2021

ESCALA:  
1:20

INSTALACIÓN FONTANERÍA

Nº PLANO: 15