

Titulació:

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Albert Porta Forradelles

Enunciat TFG:

Estudi per camperitzar un element de transport amb capacitat per 2-4 persones

Directora del TFG:

Neus Fradera Tejedor

Convocatòria de lliurament del TFG:

Juny 2020



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de
Terrassa

Universitat Politècnica de Catalunya

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Estudi per camperitzar un element de transport amb capacitat per 2-4 persones

Memòria

Autor:

Albert Porta Forradelles

Tutora:

Neus Fradera Tejedor

Juny 2020



Jo declaro que,

La feina feta en aquest Treball de fi de Grau ha estat feta solament per mi,

Cap part d'aquest Treball de fi de Grau s'ha tret de la feina d'altres persones sense citar-les i dóna'ls-hi el crèdit corresponent,

Totes les referències han estat correctament citades.

Entenc que una infracció d'aquesta declaració serà sotmesa a les accions disciplinàries que *The Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTECH* trobi pertinents.

Albert Porta Forradelles

Nom de l'estudiant

Signatura

30/06/2020

Data

Títol del Treball : Estudi per camperitzar un element de transport amb capacitat per 2-4 persones.



Resum

Aquest estudi es centra en el disseny d'un habitacle per a una autocaravana i l'elecció del vehicle en el qual anirà muntat. L'estudi es dividirà en els diferents subsistemes que inclou un habitacle, el sistema estructural, les cobertes, els sistemes de subministrament d'electricitat i aigua, el mobiliari i els electrodomèstics en són els principals representants. Per a poder realitzar un disseny adequat per a cadascun d'aquests sistemes es fa primer una avaluació de les diferents necessitats les quals han de complir, i un cop enumerades es fa el disseny en conseqüència. En aquest disseny primer es tindran en compte els diferents avantatges i desavantatges de les solucions proposades, per a així poder elegir l'opció que més s'ajusti a les necessitats a cobrir. La temàtica de l'autocaravana dissenyada és una que es pugui utilitzar en terrenys apartats de les carreteres i càmpings, principalment encarada a tots aquells que practiquin esport d'aventura, per tant aquesta estarà equipada per a poder ser autònoma i emmagatzemar suficient equipament, el qual serà indispensable per als propietaris.

Per a cada subsistema s'elegiran els materials i aparells concrets per a donar una visió realista a l'estudi i que aquest és pogués realitzar, sempre i quan es fes la feina que és detallarà en l'apartat del post-estudi. Aquesta memòria estarà acompanyada dels plànols i d'un pressupost els quals complementaran els diferents apartats per a donar una visió clara del disseny dels sistemes necessaris per a obtenir una autocaravana. L'estudi també parlarà de l'impacte ambiental d'aquesta, detallant els diferents tipus d'impacte els quals produiran les diferents etapes de producció del vehicle. Un cop finalitzat el disseny és donarà una explicació de la producció de l'habitable, així com les diferents mesures de seguretat a tenir en compte en cadascun dels diferents passos a seguir.

Finalment es farà una avaluació econòmica, on és detallarà el preu, tant dels materials i objectes com de la ma d'obra requerida per a cadascuna de les parts de la fabricació. S'obtindrà el cost total de la fabricació d'aquest habitacle, explicant els diferents matisos d'aquest dependent de l'entitat que desitgi realitzar aquesta fabricació. Un cop finalitzat l'estudi, s'explicaran els passos a seguir per a poder realitzar el projecte derivat d'aquest estudi.



Índex

Introducció	1
Propòsit del Document	1
Objectiu	1
Abast	1
Justificació	1
Requeriments	2
Antecedents i estat de l'art	3
Origen de l'autocaravana	3
Tipus d'autocaravanes (segons el xassís utilitzat)	5
Classe A o Integral	5
Classe B o Perfilada	5
Classe C o "Capuchina"	6
Camper	6
Principals fabricants de la classe B	7
Coach House	7
Leisure Travel Vans	7
Road Trek	8
Titan Vans	8
Coachmen	9
EarthRoamer	9
Elecció del model	10
Elecció dels diferents materials de l'habitacle	12
Material del xassís de l'habitacle	12
Aïllant tèrmic	14
Materials de la Coberta Exterior	15
Materials de la Coberta Interior	16
Materials d'Unió entre la Cabina i l'Habitacle	18
Disseny del xassís de l'habitacle	19
Xassís Inferior	19
Xassís dels tancs d'aigua i l'entrada	21
Xassís Superior	22
Distribució de l'habitacle	24



Sistema elèctric	27
Electrodomèstics	27
Elecció de l'aire condicionat.....	28
Elecció de la il·luminació	29
Mecanismes d'extracció d'aire	29
Consums varis.....	30
Càlcul de la demanda d'energia	31
Elecció del sistema generador.....	31
Càlcul de la generació d'electricitat real	32
Elecció de la bateria	33
Càrrega auxiliar	34
Elements de protecció i distribució de la corrent	35
Mida dels cables.....	36
Longitud dels Cables.....	36
Subministrament d'aigua	37
Bomba d'aigua.....	37
Tanc d'expansió.....	38
Tancs de l'aigua	38
Escalfador de l'aigua	39
Tubs, bifurcacions i claus de pas per a l'aigua neta.	39
Entrada d'aigua	40
Vàter.....	40
Dutxa	41
Sistemes de drenatge.....	41
Clau d'evacuació d'aigües residuals.....	42
Aixetes de la dutxa i la pica	42
Longitud i nombre de canonades.....	43
Instal·lació de propà.....	44
Longitud i nombre de canonades.....	44
Coberta Exterior	45
Coberta Superior	45
Coberta Lateral.....	45
Coberta Posterior	46



Coberta inferior	47
Coberta Interior.....	48
Mobles.....	50
Càlculs i modificacions finals del xassís.....	55
Disseny del marc de les finestres, de l'estructura de l'aire condicionat i del muntatge dels panells	55
Dimensionat de les bigues principals.....	55
Metres d'alumini requerit.....	57
Execució del Muntatge.....	58
Estudi Mediambiental	59
Salut i Seguretat	60
Fabricació del xassís	60
Instal·lació elèctrica.....	60
Fabricació de la coberta exterior	60
Viabilitat Econòmica.....	61
Conclusions	62
Bibliografia	65
Estat de l'art	65
Origen autocaravanes	65
Classificació	65
Principals Fabricants.....	65
Elecció del model	65
Materials	65
Disseny del xassís	65
Instal·lació de subministrament d'electricitat	66
Instal·lació de subministrament d'aigua	66
Coberta Exterior	66
Coberta Interior.....	66
Càlcul de l'estructura	66
Estudi Mediambiental i de Seguretat.....	67
Avaluació Econòmica.....	67
Webs de subministrament de parts per a autocaravanes consultades.....	67



Índex de Il·lustracions

Il·lustració 1. Touring Landau de Pierce-Arrow.....	3
Il·lustració 2. Gypsy Van de Gas-Electric Motor Bus Company.....	3
Il·lustració 3. Autocaravana Winnebago.....	4
Il·lustració 4. Volkswagen T1 camperitzada.....	4
Il·lustració 5. Autocaravana Classe A.....	5
Il·lustració 6. Autocaravana Classe B.....	5
Il·lustració 7. Autocaravana Classe C.....	6
Il·lustració 8. Furgoneta Camperitzada.....	6
Il·lustració 9. Coach House Platinum III.....	7
Il·lustració 10. Leisure Travel Vans Unity.....	7
Il·lustració 11. Roadtrek CS Adventorous.....	8
Il·lustració 12. Titan Van Classic.....	8
Il·lustració 13. Coachmen Galleria.....	9
Il·lustració 14. EarthRoamer LTi.....	9
Il·lustració 15. VW Crafter Xassís Cabina.....	11
Il·lustració 16. Perfils d'Acer.....	12
Il·lustració 17. Llistó de Fusta.....	12
Il·lustració 18. Angle d'Alumini.....	12
Il·lustració 19. Planxes de Poliestirè Extruït.....	14
Il·lustració 20. Planxa de Contaxapat de Fusta.....	15
Il·lustració 21. Conjunt de Capes Exteriors.....	15
Il·lustració 22. Paret acabada amb Laminat de Fusta i una tira de Vinil.....	16
Il·lustració 24. Acabat amb Vinil.....	17
Il·lustració 23. Cinta de Vinil.....	17
Il·lustració 25. Panells de fusta de mitjana densitat.....	17
Il·lustració 26. Adhesiu "Sellador".....	18
Il·lustració 27. Dometic RC 10.4 90.....	27
Il·lustració 28. Dometic HGB 2335.....	28
Il·lustració 29. MaxxFan Deluxe.....	30
Il·lustració 30. Renogi 1200W solar kit.....	32
Il·lustració 31. Bateria Relion 200 Ah.....	34
Il·lustració 32. 12V Planet Carregador AC.....	34
Il·lustració 33. 12V Planet Disruptors de corrent.....	36
Il·lustració 34. 12V Planet Caixe de Fusibles.....	36
Il·lustració 35. REMCO PowerRV Aquajet.....	37
Il·lustració 36. Shurflo Accumulator Tanc.....	38
Il·lustració 37. Tanc d'aigua.....	38
Il·lustració 38. Escalfador d'aigua Excel.....	39
Il·lustració 39. Tapa d'entrada Valterra.....	40
Il·lustració 40. Vàter Aqua Magik V.....	40
Il·lustració 41. Paret de dutxa.....	41



Il·lustració 42. Clau d'evacuació doble.....	42
Il·lustració 44. Dura Aixeta de la dutxa	42
Il·lustració 43. Dura “Carxofa” de la dutxa.....	42
Il·lustració 45. Dura Aixeta de la pica.....	43
Il·lustració 46. Finestra RecPro per a autocaravanes.....	46
Il·lustració 47. Exemple de porta de ChallengerDoors.....	47
Il·lustració 48. Xapa del la coberta inferior	47
Il·lustració 49. Acabat del terra	49
Il·lustració 50. Acabat de les parets i el sostre.....	49
Il·lustració 51. IKEA armari EKET	51
Il·lustració 52. Pica LaSalle Bristol	51
Il·lustració 53. IKEA armari METHOD.....	51
Il·lustració 54. IKEA armari METHOD.....	51
Il·lustració 55. IKEA llitera SVARTA.....	51
Il·lustració 56. IKEA calaixos MALM	52
Il·lustració 57. RecPro Sofà-llit	52
Il·lustració 58. IKEA prestatge LACK	52
Il·lustració 59. IKEA penjador BROGRUND	53
Il·lustració 60. Frontissa	53
Il·lustració 61. IKEA cadira TERJE.....	53
Il·lustració 62. IKEA tapa TIMMERVIKEN.....	54
Il·lustració 63. LeroyMerlin pestell.....	54



Índex de Taules

Taula 1. Modèls d'aire condicionat	28
Taula 2. Il·luminació en cada zona	29
Taula 3. Consum dels aparells	31
Taula 4. Longitud del cablejat	36
Taula 5. Dimensions dels tancs d'aigua	38
Taula 6. Longitud de les canonades	43
Taula 7. Elements de la instal·lació de propà	44
Taula 8. Pes del xassís de l'habitacle	55
Taula 9. Pes de la coberta exterior	56
Taula 10. Pes de la coberta interior	56
Taula 11. Pes del mobiliari i electrònics	56
Taula 12. Longitud requerida dels diferents perfils d'alumini	57

Introducció

Propòsit del Document

El propòsit d'aquest document és mostrar les decisions que s'han pres, i els motius pels quals s'han elegit les diferents solucions, que en conjunt formen el disseny de l'habitacle de l'autocaravana. En conjunt amb els plànols i el pressupost aquest document ajudarà a acotar el producte final obtingut, complementant especialment els plànols per a que el lector pugui entendre més fàcilment aquests.

Objectiu

L'objectiu d'aquest estudi és dissenyar l'habitacle característic d'una autocaravana, introduint al mateix temps millores i innovacions respecte a les unitats de vehicles camperitzats que es fabriquen en l'actualitat. Aquest disseny es centrarà tant en la part estructural com en l'equipament que contindrà aquest habitacle, amb el propòsit de crear un producte atractiu i diferent. La base d'aquest estudi serà la furgoneta Volkswagen Crafter, ideal per a dur a terme aquest projecte.

Abast

Primerament es realitzarà un breu estudi sobre les autocaravanes, la seva història, com es fabriquen i quines són les marques més exitoses. Aquest estudi servirà per a rebre inspiració per a poder realitzar un disseny diferent i atractiu. Un cop realitzat aquest estudi, es començarà amb el disseny de l'habitacle. Es partirà dels plànols d'una Volkswagen Crafter, amb la cabina i únicament el xassís posterior, on anirà muntat l'habitacle a dissenyar. El primer pas de l'etapa de disseny serà crear el xassís de l'habitacle que anirà muntat en el xassís de la furgoneta, i fer les modificacions necessàries a aquesta per a que es pugui muntar correctament. A continuació es decidirà la distribució de l'habitacle de l'autocaravana. Un cop fet, es realitzaran els plànols dels diferents sistemes de subministrament, els quals seran l'aigua, la llum, l'aire condicionat, etc. Un cop acabat el disseny es donarà un pressupost, tant del cost del projecte com el cost de l'autocaravana.

Justificació

Aquest estudi pretén dissenyar una autocaravana que es distanciï del mercat actual. Els vehicles que es venen actualment en el sector van encarats sobretot cap a persones d'edat avançada, la majoria d'aquests son jubilats. Per a assolir aquesta diferenciació respecte a la resta del sector, es dissenyarà una autocaravana encarada a un perfil més jove, el qual s'haurà de seduir mitjançant un producte atractiu i de preu assequible, el qual complementi activitats, o esports, d'aventura a l'aire lliure.

Les autocaravanes sempre s'han utilitzat com a eina per a fer activitats de lleure i anar de viatge, però també un dels usos més importants és de fer de residència per a famílies. Normalment és així per motius de feina, ja que aquestes famílies necessiten anar canviant de localitat per a poder treballar. El disseny que s'aspira obtenir en aquest estudi haurà de suplir aquesta necessitat, i fer-ho de manera que l'autocaravana pugui realitzar aquesta funció en llocs on la resta de vehicles del mercat no.

Degut a que, com s'ha dit anteriorment, el vehicle pretén complementar l'experiència d'esports i activitats d'aventura, això farà que l'autocaravana hagi d'estar més ben preparada, ja que els llocs on es solen realitzar aquest tipus d'activitats no estan tan ben adaptats, com els punts de càmping normals que ens trobem arreu del món.

La utilitat d'aquest projecte vindrà donada per la millora en la comoditat i estància que proporcionarà, l'autocaravana dissenyada, a totes les persones que l'utilitzaran per a realitzar esports d'aventura. Reduirà les distàncies de viatge en cas de substituir hotels o apartaments, i millorarà les condicions d'higiene i comoditat en cas de substituir l'acampada tradicional. Degut a que estarà equipada per arribar a indrets on la resta d'autocaravanes no poden, emplenarà un buit, millorant substancialment les condicions dels usuaris que anteriorment utilitzaven mètodes d'allotjament menys còmodes.

El projecte intentarà fer front a les dificultats que tindrà el disseny ja que haurà d'existir un balanç entre les dimensions d'aquesta i la capacitat que tingui per a accedir als indrets als que ens referíem anteriorment. El fet de que l'autocaravana tingui la necessitat de ser autosuficient durant uns dies també afectarà al pes d'aquesta i conseqüentment disminuirà la capacitat que tingui per accedir per terrenys difícils. La principal dificultat serà fer un balanç de tots aquests factors per a crear un producte competent.

Requeriments

No es podran modificar els seients existents en la furgoneta per raons de seguretat. El nombre màxim de passatgers de l'autocaravana vindrà determinat pel nombre de seients originals que es mantinguin. Aquest requeriment és important ja que incloure nous seients en una distribució diferent faria més difícil el procés d'homologació.

El projecte només arribarà fins a complir amb els requeriments de producció, tot i que es seguiran les normes bàsiques per a que l'autocaravana sigui homologable, no es durà a terme un estudi per a homologar-la.

L'autocaravana haurà de ser autosuficient durant períodes reduïts de temps, però majors a 3 dies.

Antecedents i estat de l'art

Origen de l'autocaravana.

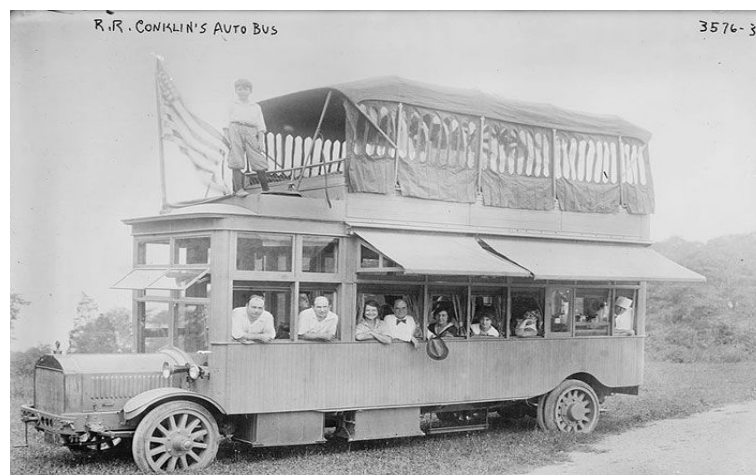
En el 1885 els estables Gordon, ubicats a Anglaterra, van crear manualment una autocaravana la qual es movia mitjançant 6 cavalls. Tenia simplement un sofà-lit, una taula i una cuina. Degut a que no disposava de lavabo i era un carruatge de cavalls no és considerada la primera autocaravana pels historiadors.

Segons Al Hesselbart, l'historiador del "RV Museum" (Museu de l'autocaravana), a Elkhart, Indiana, el primer vehicle considerat una Autocaravana s'anomena "Touring Landau", fabricat per l'empresa Pierce-Arrow. Es va presentar el 1910 al Madison Square Garden. El vehicle constava d'un llit el qual es muntava plegant els seients del darrera, una petita cambra amb un vàter i una aigüera que es desplegava al darrera del seient del xofer. Aquest es comunicava amb els passatgers mitjançant un telèfon. Degut a l'existència del xofer i l'exclusivitat dels vehicles amb motor queda clar que aquest vehicle anava dirigit a persones amb un nivell de vida molt alt. Seguint l'exemple de Pierce-Arrow, altres empreses com Los Angeles Trailer Works i Auto-Kamp Trailers també van desenvolupar les seves primeres autocaravanes durant l'any 1910.



Il·lustració 1. Touring Landau de Pierce-Arrow

L'any 1915 la família Conklin, propietària de Gas-Electric Motor Bus Company, va presentar una autocaravana personalitzada feta pel treballadors de la companyia. Aquesta autocaravana, anomenada "Gypsy Van", tenia una llargada 7,6 metres i pesava 8 tones. Va rebre aquest nom degut a que en aquella època els gitanos eren nòmades, i les primeres autocaravanes es van inspirar en ells. Tenia dos pisos, amb totes les comoditats d'una casa de la època. L'autocaravana tenia un generador elèctric, el qual feia possible que estès tot il·luminat, una cuina, una taula plegable i un escriptori, sofàs-lit i un jardí al sostre, entre d'altre coses. Va ser molt rellevant ja que va fer el trajecte des de Nova York fins a San Francisco en dos mesos.



Il·lustració 2. Gypsy Van de Gas-Electric Motor Bus Company

Estudi per camperitzar un element de transport amb capacitat per 2-4 persones

Al 1921 l'empresa Campingard va crear la primera autocaravana per ús turístic. La base d'aquesta era un Ford, i tenia 4 llits i una taula.

Degut a les crisis i les guerres, les autocaravanes no van tornar a ser populars fins al anys 50, però seguien sent vehicles cars i exclusius que només la gent amb alt poder adquisitiu es podia permetre. Amb l'arribada dels refrigeradors, i la millora de la indústria dels vehicles, el 1967 l'empresa Winnebago va començar a produir en massa diferents models d'autocaravanes. Degut a aquesta gran producció, els preus d'aquestes es va reduir, arribant a valer uns 5000\$, fent-les així assequibles per a la classe mitjana.



Il·lustració 3. Autocaravana Winnebago



Il·lustració 4. Volkswagen T1 camperitzada

Contemporàniament l'empresa alemanya Westfalia va començar a camperitzar la mítica furgoneta Volkswagen T1 o combi. Aquests models tenien 4 llits, sent una autocaravana més simple que la seva "competència" americana. Tot i ser més simple aquesta autocaravana va fer un boom als anys 70 i es va establir com l'autocaravana més venuda, i icònica, creant un gran moviment al seu darrere.

Tipus d'autocaravanes (segons el xassís utilitzat)

Classe A o Integral

Aquest tipus d'autocaravanes es caracteritzen per conservar únicament la mecànica i el xassís inferior del vehicle base. Solen ser estèticament similars a un autobús ja que l'habitacle i la cabina del conductor són un mateix conjunt. Són les més luxoses i còmodes dels 4 tipus, però també les més cares.



Il·lustració 5. Autocaravana Classe A

Classe B o Perfilada

Les autocaravanes de la classe B són aquelles que utilitzen la cabina del conductor i el xassís del cotxe original. Es caracteritzen per a ser les més versàtils a l'hora de conduir degut a que són més petites, i conseqüentment pesen menys. Consumeixen menys combustible ja que són més aerodinàmiques i són més barates respecte a les classes A i C.



Il·lustració 6. Autocaravana Classe B

Classe C o "Capuchina"

A l'igual que les autocaravanes de classe B, aquestes parteixen de la cabina del conductor i del xassís del vehicle base. Es caracteritzen per a tenir un habitacle gran per sobre de la cabina del conductor. Això fa que sigui molt més àmplia que la classe B, però sacrifica versatilitat a l'hora de conduir i eficiència amb el combustible. Aquest habitacle extra fa que l'altura augmenti significativament, però alhora fa que aquest tipus d'autocaravana s'apropi molt als nivells de luxe i confort de la classe A.



Il·lustració 7. Autocaravana Classe C

Camper

Adaptació d'un vehicle, en la majoria de casos una furgoneta, en una autocaravana. En aquesta classe es conserva el 100% del vehicle base en la majoria de casos, introduint electrodomèstics, generadors i fontaneria bàsics per a transformar-lo en una autocaravana. És el tipus més assequible i versàtil a l'hora de conduir, però el confort és molt baix en comparació a la resta de classes. Aquesta categoria també és podria incloure en la classe B, però degut a que avarca gran part del mercat es pot classificar com una sola.



Il·lustració 8. Furgoneta Camperitzada

Per a finalitzar l'apartat sobre l'estat de l'art d'aquest projecte estudiarem les diferents marques de autocaravanes que hi ha actualment en el mercat. Degut a que hi ha una gran varietat de fabricants, ens centrarem en els principals de la classe B. També interessa estudiar aquelles marques especialitzades en vendre autocaravanes preparades per a circular per camins i terrenys més complicats que les carreteres i autopistes.

Principals fabricants de la classe B

Coach House

És una marca nord-americana la qual fabrica autocaravanes a partir dels vehicles Mercedes Sprinter i Ford F-450. Parteix de la cabina del conductor i del xassís posterior dels vehicles base, incorporant un habitacle fet de fibra de vidre. Aquest habitacle està format únicament d'una carcassa la qual està reforçada per fibra de carboni, produint així una autocaravana més lleugera i eficient. Els preus de les unitats actuals oscil·len entre els 170.000 € i els 210.000 €. Aquesta marca és considerada un fabricant de luxe, el qual es veu reflectit en els preus.



Il·lustració 9. Coach House Platinum III

Leisure Travel Vans

Aquesta marca es centra en fabricar models més assequibles, utilitzant com a vehicles bàsics les furgonetes Ford Transit i Mercedes Sprinter. En aquest cas utilitzen la cabina i el xassís inferior dels vehicles base. A l'igual que Coach House, és una marca que dissenya autocaravanes per a l'ús típic de carreteres i autopistes, tot i que en aquest cas les unitats que fabriquen són significativament més barates, amb preus inicials de uns 120.000 €.



Il·lustració 10. Leisure Travel Vans Unity

Road Trek

Marca centrada en camperitzar la furgoneta Mercedes Sprinter, equipant-la amb totes les comoditats necessàries per a realitzar un viatge. En comparació amb les dues marques tractades anteriorment, les unitats són més petites i estretes. Degut a la mida reduïda que proporciona el xassís complet de la furgoneta, han de prescindir de la dutxa en els models més cars, i del lavabo en els models base. Els preus d'aquestes autocaravanes oscil·len entre els 100.00 € i 160.000 €.



Il·lustració 11. Roadtrek CS Adventorous

Titan Vans

Aquesta marca s'especialitza en camperitzar la furgoneta Mercedes Sprinter, però es diferencia de Road Trek preparant-la per a terrenys més difícils. Aquesta marca no té models exactament definits, simplement prepara la suspensió i camperitzen l'interior. Aquesta camperització és més bàsica que la que fa Road Trek, però el preu dels models és aproximadament igual.



Il·lustració 12. Titan Van Classic

Coachmen

Aquesta marca fabrica autocaravanes de les 3 classes, es podria dir que és la que més es diversifica en el mercat. Pel que fa a la classe B es centra en camperitzar les furgonetes Ford Transit i Mercedes Sprinter, models que com hem pogut veure en aquest estudi són molt comuns entre els diferents fabricants. Parteixen dels vehicles base complets. També té un model concret on és parteix de només la cabina i el xassís interior, i pel que fa al disseny és similar a les marques tractades anteriorment.



Il·lustració 13. Coachmen Galleria

EarthRoamer

Aquesta marca és molt rellevant tot i fabricar models de la classe C ja que fabrica autocaravanes per a circular per a terrenys extrems, com camins de muntanya i pistes de "rally". Partint de la camioneta Ford F-550, la més gran del mercat nord-americà, instal·len un habitacle on aniria el llit de la pick-up. La suspensió és preparada amb components d'altres prestacions per a fer front, tant als terrenys complicats com a l'augment de pes que representa el gran habitacle d'acer. Aquesta autocaravana es ven a partir dels 600.000 €.



Il·lustració 14. EarthRoamer LTI

Elecció del model

Per a poder elegir correctament el model, primer és necessari fer un anàlisi de les necessitats que volem cobrir amb el disseny de la nostra autocaravana, poden així discernir quines de les parts que s'ofereixen són necessàries i quines no. Com s'ha comentat en parts prèvies de l'estudi, la furgoneta que servirà com a vehicle base per a la nostra autocaravana és la Volkswagen Crafter. Per a seleccionar el model exacte utilitzarem la web de vehicles comercials que proporciona Volkswagen, per a poder configurar la versió de la Crafter que s'adaptarà millor a les nostres necessitats.

L'objectiu d'aquest estudi és dissenyar una autocaravana que cobreixi les necessitats dels diferents esportistes que practiquen esports en indrets on hi ha la necessitat d'acampar, normalment per la distància al domicili d'aquests i la durada del viatge. L'autocaravana ha de tenir un disseny simple que la faci assequible, no es vol crear un vehicle luxós ja que les funcions d'aquesta seran la d'allotjar els propietaris durant la nit, transportar-los als llocs desitjats, proporcionar un espai per a netejar-se i complir les necessitats bàsiques com menjar i utilitzar el lavabo. Totes aquestes funcions s'han de complir d'una forma simple, sense luxes innecessaris que inflin el preu.

El primer pas per a iniciar el disseny és elegir quin tipus d'autocaravana s'elegirà. Les principals qualitats han de ser que sigui versàtil, que tingui un bon consum de combustible i el suficient espai per a cobrir totes les necessitats bàsiques. Per a cobrir aquestes necessitats s'utilitzarà el disseny d'una autocaravana perfilada o de la classe B, ja que ofereixen el menor consum de combustible, conservant l'espai necessari per a cobrir al cent per cent les necessitats exposades anteriorment. L'altre avantatge que trobem en la elecció d'una autocaravana de la classe B és el seu reduït preu en comparació a les classes A i C.

El primer pas per a elegir el model és triar el tipus de cabina que utilitzarem i la longitud de la batalla necessària per a complir amb les nostres necessitats. El fet de tenir una cabina doble redueix considerablement la capacitat que tindria el nostre habitacle, fent aquesta opció inviable. El fet d'afegir dues portes més també reduiria la capacitat per a mobiliari, per tant la elecció final és l'ús d'una cabina simple amb tres seients. Per tant el nombre màxim de ocupants del vehicle final serà d'un màxim de 3.

Un cop decidit el tipus de cabina s'ha d'elegir quina de les dues opcions de batalles és la idònia per al nostre cas. Tenim dues opcions, una batalla mitja de 3,64 metres i una batalla llarga de 4,45. Com es obvi, la batalla més llarga ens oferirà un espai més ampli per a dissenyar un habitacle més gran i còmode, però la maniobrabilitat de l'autocaravana es veurà reduïda ja que el radi de gir s'ampliarà. Degut a que es vol cobrir les necessitats derivades de la pràctica d'esports d'aventura, una gran capacitat d'emmagatzematge serà necessària, ja sigui per a transportar bicicletes com per a equips d'escalada o altres objectes voluminosos. L'autocaravana dissenyada en aquest estudi hauria de poder permetre als propietaris practicar varis esports en un mateix viatge, per tant la major capacitat d'emmagatzematge fa que s'elegeixi el model de batalla llarga.

El següent pas és elegir el motor i la transmissió que s'utilitzarà. Pel que fa a la varietat de motors es donen dues opcions, un motor dièsel de 140 CV i un de 177 CV. Pel que fa el consum, el de menor potència té un consum més alt, de 9,4 litres als 100 vers els 9,3 que ofereix la versió de 177 cavalls. La diferència entre aquests dos és el preu, essent més reduït el de la versió menys potent. Degut a que la diferència entre preus és reduïda pel que fa a la diferència de motors vers la diferència entre transmissions, la millor opció és el motor de 177 CV.

Pel que fa el tipus de transmissió de la furgoneta, ens trobem dues opcions, una versió manual de 6 velocitats i una versió automàtica de 8 velocitats. Per a facilitar la maniobrabilitat de l'autocaravana a tots els propietaris d'aquesta, s'utilitzarà la transmissió automàtica tot i comportar un cost addicional. Finalment s'ha de decidir com es transmetrà la potència a les rodes, tenint tres opcions, transmissió davantera, total i posterior, ordenades per preu de menor a major. Aquest ordre és degut a la incorporació de dues rodes el la versió de transmissió posterior per a transformar la furgoneta en un camió de repartiment. Degut a que l'objectiu d'aquest estudi és que l'autocaravana dissenyada pugui circular per terrenys fora de carreteres i autopistes, la opció lògica és la tracció total, la qual diferenciarà el producte dissenyat de la resta, ja que molt poques ofereixen aquest tipus de tracció.

Pel que fa el color s'utilitzarà el blanc, sent el més barat i alhora eficient a l'hora d'absorbir menys calor. Pel que fa a les llantes s'elegiran les negres de 16 polzades, les quals es dotarà de neumàtics preparats per varis terrenys. El neumàtic però és tractarà més endavant. Pel que fa la tapissaria és mantindrà la bàsica. Finalment cal seleccionar l'equipament opcional, del qual simplement es seleccionarà els airbags per als passatgers i la suspensió reforçada. La resta d'equipament opcional condicionaria la resta de l'estudi, per tant es preferible partir de la versió més bàsica per a poder facilitar el disseny de l'autocaravana.



Il·lustració 15. VW Crafter Xassis Cabina

Pel que fa a modificacions extres sobre el vehicle base, degut a que aquest ja està ben preparat de fàbrica per el que fa frens i suspensió, només farà falta canviar el tipus de neumàtics els quals utilitza. Aquests seran substituïts per uns neumàtics Toyo Open Country, ideals per ús per fora de carreteres convencionals. S'ha elegit aquest neumàtic perquè també ofereix bones prestacions, especialment de comoditat, en l'asfalt.

Elecció dels diferents materials de l'habitacle

Per a fer un correcte disseny del que serà l'estructura de l'autocaravana a dissenyar caldrà fer inicialment una descripció de les diferents alternatives que tenim per a assolir els objectius de l'estudi, plantejant diferents opcions i detallant a cadascuna els avantatges i desavantatges que comporten. Caldrà detallar primer els materials que es planteja utilitzar per a la construcció de l'habitacle, realitzant el procés explicat anteriorment, ja que el disseny d'aquest es veu condicionat per el tipus de materials que és plantegin utilitzar.

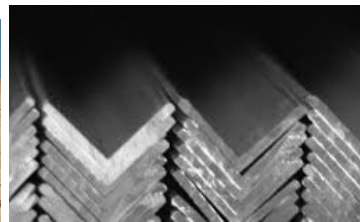
A l'hora de dissenyar l'estructura hi haurà una varietat de materials els quals tindran una funció concreta. Aquests els podem dividir entre el materials que s'utilitzaran per als elements estructurals de l'habitacle com seria el xassís, el material aïllant i les cobertes interiors i exteriors. Finalment caldrà elegir els materials encarregats de fer de juntes, els quals podrien variar, o no, dependent de l'aplicació que es necessiti.

Material del xassís de l'habitacle

Amb una recerca bàsica en el mon de les autocaravanes queda car que els principals materials utilitzats per a aquesta funció són la fusta, l'acer i l'alumini. Caldrà però, abans de exposar els avantatges i desavantatges que representa cadascun d'aquests materials, buscar una varietat d'aquests que sigui aplicable en l'àmbit estructural. Serà necessari per a reduir les grans varietats de diferents materials que inclouen els noms generals, fent més fàcil així l'elecció.



Il·lustració 17. Llistó de Fusta



Il·lustració 16. Angle d'Alumini



Il·lustració 18. Perfils d'Acer

Pel que fa a fusta s'utilitzarà la variant serrada per a ús estructural, ideal per a usos portants. Aquesta és sotmesa a un procés de transformació mínim que consisteix en l'obtenció de les peces de fusta a partir del serrat longitudinal del tronc per a obtindrè un perfil rectangular. Aquesta varietat de fusta té diferents versions dependent del tipus d'arbre d'origen i l'aspecte dels llistons / taulons. Són classificades segons les normes UNE 56544 i UNE 56546, sobretot pel que fa la part visual d'aquestes.

El principal avantatges de la fusta serrada és que actua com un bon aïllant tèrmic, cosa que amb combinació amb l'aïllant a elegir facilitaria la feina al sistema de climatització. La fusta és una opció més ecològica i sostenible ja que el seu origen és natural i també és renovable i reciclable. La seva elaboració és més sostenible que la de les altres dos opcions ja que el procés de fabricació genera menys residus i consumeix menys recursos energètics. És un material versàtil i fàcil de manipular a l'hora de treballar amb ell, baixant els costos de muntatge.

Pel que fa als desavantatges de la fusta el principal és el tractament que requereix, ja que a la llarga es podrien produir deformacions degut a que la fusta es susceptible a la humitat. Un altre factor negatiu respecte a l'ús de la fusta, en comparació als altres materials a estudiar, és la resistència al foc, sent aquesta inflamable. També s'ha de tenir en compte que la resistència de cada peça de fusta serrada és variable degut als nusos i diferències entre llistons ja que cada arbre d'on provenen és únic.

El següent material a estudiar és l'alumini, concretament els aliatges de la sèrie 6000. També s'anomenen "Anticorodal", i són aliatges principalment de magnesi i silici. Aquesta sèrie te una bona resistència mecànica i una bona resistència a la corrosió. S'ha elegit aquesta sèrie en concret ja que els distribuïdors d'alumini per a carrosseries subministren aliatges que estan dins d'aquesta.

Els principals avantatges de l'alumini és la seva resistència a la corrosió i la seva baixa densitat, tot oferint una resistència mecànica adequada per a suportar esforços. El principal desavantatge de l'alumini és el seu preu, aquest és més elevat que el del acer. Tot i això, l'ús de l'alumini en aplicacions automobilístiques pot reduir fins al 30% el pes de vehicle, per tant el principal avantatge d'aquest és el seu baix pes. Pel que fa la part ecològica, l'alumini és pot reciclar fàcilment sense que les seves qualitats es vegin modificades gaire. La reducció de pes contribueix a baixar el consum de combustible, un altre punt que el fa més sostenible amb el medi ambient.

Finalment tenim l'acer, el material més utilitzat en el mon de l'automobilisme. Pel que fa les empreses que distribueixen perfils per a fabricar carrosseries per a vehicles industrials, una aplicació similar al nostre cas, solen utilitzar perfils d'alumini, tot i que també hi ha casos d'acer al carboni i d'acer galvanitzat. El principal avantatge de l'acer és la relació entre la resistència i el preu. Tot i que hi ha aliatges d'alumini amb millors resistències mecàniques que alguns aliatges d'acer, en general l'acer sol tenir resistències mecàniques superiors. Pel que fa la comparació de preus, l'acer és més barat que l'alumini, principal raó per la qual és més utilitzat en el sector.

Tot i els avantatges que té l'acer vers l'alumini, el fet de tenir un xassís més lleuger ajudarà a millorar la capacitat de càrrega de l'autocaravana i disminuirà el consum d'aquesta. Una altra raó de l'elecció de l'alumini vers l'acer és la disponibilitat, online almenys, de subministradors especialitzats en perfils per a carrosseries del sector industrial. Tot i que l'objectiu és minimitzar el preu de l'autocaravana a dissenyar, el fet de tenir un habitacle el més lleuger possible és molt important per a que el vehicle assoleixi un consum el mes baix possible i tingui un millor rendiment en l'acceleració i la desacceleració.

Finalment cal fer la elecció entre l'alumini i la fusta serrada, dos materials utilitzats en les estructures del xassís dels habitacles que és fabriquen en l'actualitat. Poques autocaravanes consten d'un xassís complet d'alumini ja que solen partir de parets de xapa o d'algun plàstic, fins i tot arribant a fer habitacles complets de fibra de vidre. Degut a que l'objectiu del disseny és que els propietaris puguin circular per terreny fora pista, el disseny d'un xassís simple és necessari per a evitar danys excessius en l'habitacle en cas de petits accidents. Degut a que l'alumini té una millor resistència als elements, i que un xassís complet fet amb fusta serrada seria molt més pesat que un fet amb un perfil d'alumini, l'elecció òptima és realitzar el disseny mitjançant alumini.

En concret s'utilitzaran perfils d'alumini prefabricats, subministrats per empreses especialitzades en l'àmbit de carrosseries per a vehicles industrials. Cada perfil té un tipus d'alumini concret, de la sèrie 6000, per tant en la fase de disseny ja es concretarà en cada cas el tipus del que es tracta.

Aïllant tèrmic

Pel que fa l'aïllant tèrmic que hem d'utilitzar en el disseny, s'ha d'elegir un material amb bones qualitats d'aïllant, però també és molt important que sigui lleuger. El preu d'aquest ha de ser assequible, i finalment és important que és pugui donar fàcilment la forma desitjada. Degut a que el disseny serà bastant recte, un material que es pugui tallar fàcilment seria ideal. El material que compleix totes aquestes característiques, i que ja s'utilitza per a aquestes aplicacions, sobretot en l'àmbit de la construcció, és el poliestirè extruït. S'han descartat les llanes de roca degut al seu pes, en comparació.

Alguns fabricants d'autocaravanes també l'utilitzen, però d'altres opten per no fer-ho ja que afegeix més gruix a el que son els tancaments de l'habitacle. Degut a que en aquest cas s'utilitzarà un xassís d'alumini, entre els perfils hi haurà prou espai per a introduir aquest aïllant. L'inconvenient es dona quan el fabricant prefereix utilitzar, com hem dit anteriorment, habitacles amb parets de poc gruix, sense xassís.



Il·lustració 19. Planxes de Poliestirè Extruït

Materials de la Coberta Exterior

Pel que fa la coberta exterior tenim tres opcions, utilitzar únicament fibra de vidre, un compòsit de polipropilè amb una última capa de fibra de vidre o utilitzar fusta amb fibra de vidre. Aquestes tres opcions són les més utilitzades en el mercat actual d'autocaravanes, sent la utilització de fusta la més popular. El problema que te la fusta és que amb el pas del temps acaba deformant-se, separant la capa de fibra de vidre de l'estructura i creant una obertura per a que entri humitat en la coberta, i aquesta es vagi deteriorant exponencialment. Aquest fenomen s'inicia sobretot per la creació d'obertures en la coberta, degudes normalment a cops o talls produïts principalment pel conductor de l'autocaravana. Ja siguin petits cops o talls, el fet de que la fusta quedi desprotegida crea una reacció en cadena que deteriora la coberta.



Il·lustració 20. Planxa de Contaxapat de Fusta

Degut a que l'objectiu del disseny és que els propietaris de l'autocaravana puguin circular per terrenys fora pista, la probabilitat de que és donin aquests talls o cops que exposin la capa de fusta és molt més alta que en l'ús convencional. Per tan l'ús de fusta en aquesta aplicació concreta queda descartat. Per la mateixa raó l'ús d'únicament fibra de vidre tampoc s'utilitzarà. Els avantatges del compòsit de polipropilè són varis, aquest pesa la meitat que la fusta, no és podreix al estar en un ambient humit, tolera molt millor els canvis de temperatura, és un bon aïllant acústic i és resistent a impactes.

La coberta exterior estarà formada per una capa d'un compòsit de polipropilè i una capa de fibra de vidre. El polipropilè anirà col·locat entre l'estructura d'alumini amb el polièster extruït i la capa de fibra de vidre. Aquesta capa de compòsit serà comprada al fabricant nord-americà AZDEL, propietari de la patent. És el proveïdor d'algunes de les marques d'autocaravanes més grans d'Estats Units i conseqüentment del món.



Il·lustració 21. Conjunt de Capes Exteriors

Materials de la Coberta Interior

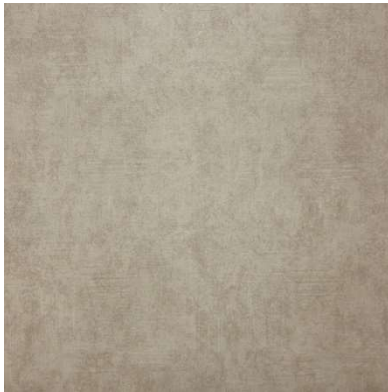
Finalment, pel que fa a materials a utilitzar, cal decidir el tipus de material que s'utilitzarà per a la coberta interior. Per aquesta coberta tenim dues opcions, utilitzar fusta o una xapa metàl·lica. Tot i que la xapa metàl·lica seria més lleugera, el tacte d'aquesta és fred, per tant no seria l'adequat i és requeriria d'una capa addicional. En aquest cas, degut a que l'autocaravana ja està protegida pels elements, l'ús del contraxapat de fusta seria la opció més barata i fàcil d'instal·lar. Ara ja només cal decidir quin serà l'acabament de les parets, i depenent de la paret que és vol cobrir s'elegirà un dels diferents tipus d'acabats que s'exposaran a continuació.

En primer lloc tenim contraxapats compostos els quals consten de fusta més barata a la cara exterior i de fusta amb acabats en la part interior. Si s'utilitzés aquesta opció, només caldria una capa de contraxapat de fusta, reduint així el preu ja que ens estalviariem una segona capa. El contraxapat és un material fort en el sentit de que és difícil de que es trenqui o s'esquerdi en ambients interiors. També té bona resistència a ser foradat. El fet de tenir fusta en els tancaments interiors crea un ambient càlid i natural. Els principals inconvenients de l'ús de la fusta són la seva tendència a danyar-se amb l'aigua ja que si s'exposa a aquesta les diferents capes que formen el contraxapat es deformaran i acabaran separant-se.



Il·lustració 22. Paret acabada amb Laminat de Fusta i una tira de Vinil

En segon lloc tenim el Vinil, un material que s'ha tornat bastant popular degut al baix cost que comporta instal·lar-lo. Un altre avantatge del vinil és que existeix una gran varietat de colors i formes disponibles d'aquest material. Degut a les seves característiques, el vinil és un material molt fàcil d'instal·lar ja que es pot donar la forma desitjada amb poc esforç, en comparació al contraxapat, que la superfície només és plana. La facilitat d'instal·lació és deguda a que no és necessiten estris concrets per a tallar-lo, i en molts casos ja porta un adhesiu incorporat, el qual s'exposa retirant la capa protectora. Pel que fa als desavantatges, per a utilitzar vinil necessitarien primer una capa de contraxapat per a crear una coberta uniforme, tot i això el cost seria la meitat que el del contraxapat compost. La pitjor facultat del vinil és que té poca resistència al pas del temps, es a dir, en períodes llargs la capa s'aniria esquerdant, fent necessària l'extracció d'aquest i la reinstal·lació d'una nova capa. S'estima que les esquerdes començaries a aparèixer a partir dels dos anys, cosa que el fa inviable, tot i ser estèticament superior al contraxapat compost.



Il·lustració 23. Acabat amb Vinil



Il·lustració 24. Cinta de Vinil

L'última opció que tenim per a realitzar la coberta és l'ús de plaques de fibra de mitjana densitat. Aquest material s'instal·laria igual que el contraxapat compost de fusta, ja que consisteix en la unió de dos capes de fusta mitjançant serrin i un adhesiu. L'objectiu d'aquest material és substituir al contraxapat compost, ja que és un material més barat de fabricar. Un altre avantatge que té aquest material és la seva lleugeresa, ja que gràcies a la utilització del serrin és redueix molt el pes de les plaques. El principal desavantatge que té és, a l'igual que el vinil, que és deteriora amb més facilitat que el contraxapat de fusta, però no amb la mateixa rapidesa que el vinil. En cas d'estar en un lloc ben conservat, podria durar molt temps.



Il·lustració 25. Panells de fusta de mitjana densitat

Degut a la poca durada del vinil aquest queda automàticament descartat. Entre els dos tipus de fusta, s'elegeix la fibra de mitjana densitat. Al ser per a les cobertes interiors i estant ben protegit dels elements, degut a l'eficàcia del tipus de coberta exterior elegida, la fibra de mitjana densitat és una opció correcta per a aquesta aplicació. També ajudarà a aïllar encara més l'habitable acústicament, un altre punt a favor per a l'ús de fusta en la coberta interior. Pel que fa al tipus de color o acabat, és decidirà en el punt de l'estudi on s'estudiï el tipus de mobles que s'hauran d'instal·lar en l'habitable.

Materials d'Unió entre la Cabina i l'Habitacle

Finalment pel que fa la unió entre l'habitacle i la cabina s'utilitzarà un sellador de juntes per a formar una simple unió entre ells, però sobretot per a evitar que la humitat o l'aigua entrin per a aquestes obertures. Hi ha una gran varietat d'opcions per a elegir, però ens hem de centrar en aquelles que proporcionin un bon sellat entre la capa de fibra de vidre i el xassís de acer pintat de la cabina. Aquest és un punt crític pel que fa a l'aïllament i per això és necessària una opció que protegeixi aquestes juntes durant un llarg període de temps. La majoria d'opcions consten d'un sellador aplicat amb una típica pistola, de la mateixa forma que aplicaríem silicona. És requeriria varis tubs per a una sola unitat, per tant és millor la utilització d'un sellador en forma de cinta. Això facilitaria la instal·lació d'aquest i milloraria el sellat ja que la superfície que avarca és més ampla que en el cas del sellant de tub.



Il·lustració 26. Adhesiu "Sellador"

Disseny del xassís de l'habitacle

Per a que el cost de la construcció del xassís no sigui molt elevat, cal utilitzar perfils normalitzats que es puguin trobar fàcilment en distribuïdors d'alumini. Utilitzar perfils especials per a aquesta aplicació faria difícil l'obtenció d'aquests a partir de venedors convencionals, havent de encarregar-los a una indústria especialitzada en el conformat de perfils d'alumini. Per tant per a la producció de l'autocaravana s'elegiran perfils ja definits, els qual s'utilitzen per a la construcció de carrosseries.

Xassís Inferior

El xassís inferior serà l'encarregat tant de transmetre el pes de l'habitacle al vehicle base, com oferir una plataforma sòlida per a tots els elements que s'instal·lin. Observant la distribució dels punts de recolzament, els quals formen 4 línies paral·leles, podem decidir el primer punt per a fer el disseny. Aquest primer punt seria definir l'element portant que suportaria el pes de l'habitacle i el transmetria al xassís de la furgoneta. Degut a l'existència d'aquesta distribució dels punts de recolzament, apareixen dues possibilitats. La primera opció és passar les bigues transversalment, col·locades en distàncies diferents entre elles, ja que els punts de recolzament no són equidistants. L'altra opció és col·locar 4 bigues longitudinals, i bigues transversals sobre d'aquestes. Degut a la complexitat del xassís de la furgoneta, seria impossible utilitzar l'espai inferior per a passar tubs i d'altres elements en cas d'elegir la primera opció, per tant aquests s'haurien de passar entre el terra de l'habitacle i el punt inferior de les bigues. Aquest punt és important ja que la reducció d'alçada que estariem guanyant estalviant-nos les 4 bigues probablement s'hauria de recuperar amb alçada de sostre posteriorment, per a habilitar espai per a canonades i d'altres objectes. Un altre punt a favor de la segona opció és augmentar la distància entre l'habitacle i el tub d'escapament, els quals estarien quasi tocant-se en cas de no utilitzar les 4 bigues. Per tant s'elegeix la segona opció, utilitzar 4 bigues portants amb un xassís de bigues transversals a sobre.

El xassís inferior de l'autocaravana constarà biguetes d'alumini, les quals estaran equidistants entre elles. Aquestes biguetes estaran unides en els extrems d'un perfil en forma de U el qual estarà soldat a totes elles per a donar rigidesa al conjunt. Tenim dues opcions per a transportar el pes al qual es veuen sotmeses les bigues transversals, utilitzar bigues amb perfil IPN o utilitzar bigues amb un perfil rectangular/quadrat. És important que aquest perfil sigui el més baix possible ja que l'habitacle té un límit d'altura mínima el qual no pot sobrepassar, per tant l'altura d'aquest perfil acabarà condicionant l'altura de l'autocaravana.

El principal avantatge del perfil IPN és que aquest és més lleuger i alhora presenta una molt bona resistència, la qual depèn sobretot de la part central del perfil, l'ànima. El perfil rectangular/quadrat presenta una major resistència per una mateixa altura i gruix ja que conté el doble de parts centrals o ànimes. El fet de tenir una part central més també fa que òbviament augmenti el pes. Degut a que l'altura de l'habitacle dependrà de les bigues que s'elegeixin, i ens interessa que aquesta altura sigui el més baixa possible, elegirem el perfil rectangular, el qual farà la mateixa funció amb aproximadament la meitat d'alçada. Observant la distribució dels forats en la furgoneta s'utilitzaran 4 bigues, una per a cada fila de forats, minimitzant així el nombre de bigues a utilitzar.

Degut a que en aquesta altura de l'estudi no hi ha forma de saber el pes que haurà de suportar l'habitable utilitzant una bona aproximació, aquest càlcul es deixarà per el final de l'estudi, un cop ja estigui feta l'elecció dels diferents mobles i electrodomèstics, podent així fer una bona aproximació del pes que hauran de suportar aquestes bigues.

La unió de les 4 bigues principals i el xassís de la furgoneta és farà mitjançant cargols i femelles M20. S'ha elegit aquest tipus de cargol ja que és el més gran que pot entrar en els forats existents en el xassís de la furgoneta. En l'espai de les rodes és substituirà les bigues per xapa de 4 mm d'espessor per a formar l'arc de les rodes. S'ha elegit aquesta modificació ja que en una situació de compressió màxima de la suspensió la roda entraria en contacte amb una biga transversal. Al voltant d'aquest arc el conjunt del perfil en U unint les bigues continuarà, soldant-se i reforçant aquest arc, completant així una superfície sòlida la qual ocuparà tot el xassís inferior de la zona habitable.

El següent pas del disseny és decidir la mida d'aquesta zona habitable. En aquest punt s'ha de resoldre el conflicte entre comoditat i espai d'emmagatzematge. Observant l'espai lliure, hi ha dues solucions possibles a aquest problema. La primera és que la zona habitacle ocupi tots els punts de recolzament, fent que el maleter és creï a partir d'una extensió del xassís del vehicle base. L'altra opció és que aquesta extensió agafi una part del xassís de la furgoneta. Els avantatges de la segona opció són que el xassís inferior d'aquesta part no caldrà que estigui tant reforçat, degut a que podrà utilitzar part del xassís de la furgoneta. L'altre avantatge és que, per un mateix volum d'emmagatzematge l'autocaravana serà més curta, i pesarà menys, resultant en una millora de la maniobrabilitat i el preu. El principal desavantatge és que es perd espai habitable.

Un cop comparats, s'arriba a la decisió de que el xassís inferior del maleter és recolzarà en el xassís de la furgoneta, per a millorar tant la maniobrabilitat com el preu total del vehicle. La superfície habitable tindrà una longitud exacta de 4 metres, el qual deixa espai suficient per la incorporació d'aquest xassís secundari. Degut a que ja sabem la llargada de la zona habitable, els següent pas és decidir l'amplada d'aquesta. Per a fer aquesta elecció, tindrem en compte l'amplada dels retrovisors, per a no modificar l'amplada total del vehicle i entrar en conflictes d'homologació. L'amplada total elegida és de 2,4 metres.

Les bigues transversals d'aquesta part del xassís haurien de poder ser utilitzades per a passar tubs i canonades, per tant hauran de ser lo suficientment grans. Tot i que s'augmenti el cost, és important elegir un perfil que sigui capaç de complir la condició anterior. Pel que fa a perfils buits, hi ha el rectangular i el tubular. Aquesta elecció és simple ja que el perfil tubular seria més difícil de recolzar adequadament, per tant la solució més òptima són els perfils rectangulars / quadrats. Pel que fa les dimensions, s'ha de tenir en compte la mida màxima d'una canonada que podríem necessitar. Una canonada d'aigua residual típica te un diàmetre d'uns 50 mm. Per a deixar suficient espai per al muntatge un perfil ideal per aquesta aplicació seria el de 80mm d'alçada per 60 mm d'amplada. Pel que fa al nombre d'aquestes, aquest vindrà donat pel nombre de pilars que és desitgi incloure, ja que aquests no haurien d'anar soldats sobre el perfil en U en les parts on està buit. Per a tenir un nombre adequat de pilars en els laterals, el nombre de bigues transversals elegides és de 11, el qual assegurarà un xassís superior adequat.

El xassís de la furgoneta inclou en la part posterior dels rails uns forats ideals per a muntar extensions d'aquests. Per a finalitzar el xassís inferior podrem aprofitar els 4 punts de recolzament que han quedat sense utilitzar degut a que la superfície només arriba a 4 metres de longitud. S'utilitzaran, tant els 4 forats en la part superior, en els punts de recolzament, com els que és troben en la part inferior, en els rails, dissenyant una extensió de la superfície anterior la qual anirà muntada de manera independent. Aquesta extensió ha de deixar el més espai possible ja que en la part posterior, com va en tots els vehicles en general, anirà la part del emmagatzematge del maleter. S'ha d'elegir una alçada la qual doni suficient altura al xassís sobre el terra però que al mateix temps maximitzi l'espai d'emmagatzematge.

La solució més òptima és fer que la part superior del xassís quedi a la mateixa altura que el rail inferior del xassís de la furgoneta, el qual simplificaria molt la fabricació del xassís secundari i el cost d'aquesta. S'ha de dissenyar un perfil que és pugui muntar mitjançant cargols en el xassís, degut a que l'alumini no es pot soldar amb l'acer. Caldrà utilitzar un perfil que estigui obert al qual un operari pugui accedir per a introduir els cargols. L'opció de utilitzar un perfil tancat, fent servir cargols que creuin tot el rail queda descartada ja que és necessari que a una banda dels metalls en contacte hi hagi el cap del cargol i a l'altra la femella. Tot i que aquest mètode utilitzaria la meitat de cargols podria donar lloc a moviments o fins i tot al trencament del rail.

Aquest perfil en U tindrà unes dimensions de 100 mm d'amplada, la màxima per a entrar dins el rail del xassís de la furgoneta, per 50 d'alçada, la qual ve condicionada pels perfils normalitzats que venen els distribuïdors. El següent pas és acabar de dissenyar el marc que farà de base per al maleter. Primerament cal decidir com s'uniran els perfils en U amb els forats superiors del xassís de la furgoneta. La millor solució per a aquest problema és utilitzar un tipus de perfil que porti soldat els cargols pels forats. Un perfil de 50x50 mm serà suficient. Es soldaran sobre la biga en forma de U dos perfils de 45 mm d'alçada, un de 100mm d'amplada i l'altre de 140. La funció d'aquests perfils serà donar suport al terra del maleter i, en el cas del perfil de 100mm, fer la unió entre el perfil de 50x50 amb els cargols i la biga en forma de U. Per unir aquesta part amb la resta del xassís inferior es soldarà una cantonada de 40x40 entre l'última biga i els perfils de 50x50, assegurant així al finalitzar la fabricació del xassís inferior una base sòlida per a la resta de l'habitacle.

Xassís dels tancs d'aigua i l'entrada

Tota autocaravana necessita tancs d'aigua, un per la neta i un altre per la residual, aquest últim ha d'estar dividit en dos, una part per l'aigua residual sòlida (vàter) i l'altra per la líquida (dutxa i pica). Aquests tancs poden arribar a ser elements bastant pesats, i és necessari que estiguin localitzats en un lloc amagat. Tot i que podien col·locar-se darrera d'algun moble, la solució més òptima és localitzar-los fora de l'habitacle i en la posició més baixa possible, ja que són uns dels elements més pesants. Això ajudaria a reduir l'altura del centre de gravetat, millorant la seva resistència a bolcar. Cal decidir però les dimensions d'aquests ja que l'espai que tenim per a treballar és limitat. Aquest espai ve limitat per la ubicació de l'escala i la suspensió posterior de la furgoneta. Per tant per a poder decidir les mides cal primer decidir la ubicació i el disseny de l'escala d'entrada.

Per a poder maximitzar l'espai interior, cal elegir una amplada idònia per a que l'entrada sigui còmoda però que alhora no es redueixi molt l'espai de paret per a altres aplicacions. Una amplada ideal per a aquesta aplicació són 600 mm, una reducció de la mida normal de les portes, però suficient per a passar còmodament. Pel que fa als esglaons, el mes baix de tots, incloent el gruix del perfil que el suporti, no ha de ser més baix que la part inferior de la cabina del conductor, per a donar continuïtat estètica entre la cabina i l'habitacle, per tant l'escala ha de començar en aquesta altura. Pel que fa la dimensió dels esglaons, han de ser còmodes de pujar, per tant una dimensió que satisfaria això, i que alhora no ocuparia molt espai, és 250 mm d'alçada per 300mm d'amplada. El marc d'aquests estarà fet amb perfils de 50x50mm soldats entre ells. S'han elegit aquests ja que s'han utilitzat en altres punts de l'estudi i seria ideal no utilitzar una gran varietat de perfils, cosa que impactaria negativament en el preu. Finalment ja només cal decidir la ubicació de l'escala, la qual ha de estar el més endavant possible de l'habitacle per a no obstruir espai entre mig de mobiliari. Pel que fa a en quin costat ha d'estar, és indiferent. S'ha elegit el costat dret i una distància de la cabina de 500 mm.

Un cop decidides les dimensions i la ubicació de l'escala, cal veure l'espai del que és disposa per a incloure l'estructura que farà de suport als tancs d'aigua. Fent una mesura l'espai del que disposem, d'uns 950mm de longitud per 430mm d'alçada per 600mm d'amplada. A l'hora de elegir les dimensions dels tancs, cal tenir en compte el perfil que s'utilitzarà per a construir l'estructura de suport. El perfil a utilitzar és el de 50x50mm, ja utilitzat en àrees anteriors del disseny. Un cop decidit tot, cal anar al catàleg del fabricant, on el tanc que més s'apropa a les nostres necessitats és un que fa 813x406x556 mm, amb una capacitat d'uns 180 litres. Pel que fa als altres dos tancs s'elegiran posteriorment, aquest primer tanc és per a donar una idea de la capacitat d'aigua de la qual disposem.

Xassís Superior

Finalment cal decidir com es formarà la resta de l'habitacle. El distribuïdor de perfils d'alumini ofereix pilars per a carrosseries, els quals serien ideals per a aquesta aplicació, però també hi ha l'opció d'elegir perfils rectangulars o quadrats, els quals podrien també satisfer les necessitats estructurals. L'avantatge que ens proporcionen els perfils en forma de pilars és que tenen unes aletes a banda i banda que són ideals per a fer de suport per a l'aïllament, les finestres i les frontisses de la porta. Per aquesta raó, i degut a la similitud de preus, s'han elegit els pilars prefabricats. Aquests pilars s'utilitzaran per fer tant les cobertes laterals com la superior. Com s'ha comentat abans, aquests aniran soldats en els extrems de les bigues transversals, concretament sobre el perfil en U que uneix aquestes, i en algun cas en altres punts d'aquestes per a donar una millor rigidesa. És soldaran en la base, per tot el perfil mitjançant soldadures intermitents. Per a unir els pilars de les cobertes laterals amb els de la coberta superior, es tallaran en els extrems que s'hagin d'unir amb un angle de 45 graus i s'uniran mitjançant la soldadura d'un perfil en forma de cantonada. En els extrems de l'estructura s'utilitzaran els perfils de pilars especials per a la cantonada, que es diferencien als normals en que només tenen una aleta enlloc de dues.

A continuació caldrà decidir la ubicació dels forats per a les finestres, la porta d'entrada i la del maleter. Per a mantenir ben ventilat l'habitacle cal un bon nombre de finestres, col·locades en punts estratègics. S'ha decidit habilitar 3 obertures per a instal·lar finestres, de les quals es decidirà les mides un cop s'hagi elegit les finestres que es desitja instal·lar. Aquestes obertures estaran localitzades en 3 punts importants: dues en la zona posterior, aprofitant que hi ha una obertura existent deguda a l'impossibilitat de instal·lar pilars degut a l'arc de la roda, i l'altra aproximadament al davant de la porta d'entrada. Per a completar els marcs per les finestres i la porta s'utilitzarà el perfil cantonada de 40x40 mm del que ja s'ha parlat anteriorment. Pel que fa al maleter, es dividirà en quatre seccions, la superior estarà reservada per a la instal·lació de varis equipaments de la instal·lació elèctrica, les dues següents per a equipatge i la última, la qual ocuparà l'espai que queda per sota de l'altura del terra de l'habitacle, per a eines.

L'últim pas pel que fa a disseny estructura és dimensionar el tall que és farà a la cabina de la furgoneta. És important no fer perdre molta rigidesa estructural a aquesta, per tant el tall delimitarà els pilars posteriors de la cabina. Aquest tall es cobrirà mitjançant una estructura feta amb el perfil de 50x50 mm, la qual anirà soldada a la estructura de l'habitacle. Aquest increment en altura farà més còmode el passar des de la cabina del conductor fins a l'habitacle i millorarà considerablement l'aerodinàmica del vehicle, evitant que aquest porti una caixa completament quadrada al darrere.

Un cop dissenyat tot el xassís, les llums posteriors de l'autocaravana, les quals seran les mateixes que les del vehicle base, seran reubicades al final d'aquesta, on es muntaran en els extrems del perfil en U. El cablejat d'aquestes s'allargarà per a poder fer les diferents connexions. Per a que les llums tinguin la mateixa amplada que el xassís, és tallarà el suport, fet d'acer, i se'ls hi incorporarà una xapa d'acer al centre per a aconseguir els centímetres que falta, concretament 0,4 metres.

Distribució de l'habitacle

Un cop finalitzat el disseny del xassís que formarà l'habitacle de l'autocaravana cal dissenyar una distribució en la qual es satisfacin totes les necessitats que els propietaris puguin tenir. Per a complir amb aquest requisit, cal enumerar totes les zones que hauran d'estar incloses dins la zona habitable:

- Dormitori. Caldrà habilitar una zona on els propietaris puguin dormir còmodament. En aquest cas s'haurà d'habilitar espai per a 3 persones, però degut a l'espai reduït que hi ha és podrà utilitzar diferents mètodes per a transformar zones en espai per a dormir. Això es pot fer mitjançant sofàs llit i d'altres mecanismes es quals ajuden a reduir l'espai necessari per a la zona de dormitori.
- Cuina. És molt important que l'habitacle contingui una zona on els propietaris puguin cuinar el menjà, refrigerar els aliments i rentar i emmagatzemar els plats i coberts que utilitzin. Aquesta cuina també haurà d'estar ventilada per a que els gasos i les olors siguin expulsades a l'exterior.
- Lavabo. Per a complir amb les necessitats bàsiques dels propietaris cal que l'habitacle contingui un espai dedicat al lavabo. És important que aquest lavabo pugui contenir tant un vàter com una dutxa per a incrementar el nivell de confort dels usuaris. Aquest punt és dels mes importants ja que el fet de tenir un lavabo equipat pot atraure a molts possibles compradors. A l'igual que la cuina també haurà de tenir un dispositiu que ventili correctament.
- Menjador. Cal que en l'habitacle hi hagi una zona on els propietaris puguin menjar còmodament. A l'igual que en una de les parts del dormitori, aquesta zona també pot estar compartida degut a la facilitat de implementar una taula que és plegui i deixi l'espai per a altres aplicacions.
- Sala d'estar. Cal habilitar una zona on els propietaris puguin relaxar-se i utilitzar els aparells electrònics que desitgin, ja sigui el mòbil, la tablet o l'ordinador portàtil. A aquesta zona se l'hi pot aplicar el mateix principi que a la zona menjador i part de la zona dormitori.
- Maleter. En el disseny del xassís ja s'ha habilitat una zona especial per a emmagatzemar l'equipatge i l'equipament dels propietaris. Aquesta zona en la seva part superior inclou un compartiment on aniran muntats els diferents aparells de la instal·lació elèctrica, ja sigui la bateria, l'inversor, etc.
- Conjunt dels fusibles. Caldrà habilitar una petita zona per a introduir tots els elements de protecció per a que siguin de fàcil accés als propietaris en cas d'emergència.

Per a fer la distribució correctament, caldrà primer enumerar diverses restriccions per a poder fer el repartiment de les diferents zones, donant molta importància en facilitar el disseny de les instal·lacions dels diversos subministraments.

- Degut al posicionament dels espais reservats als tancs d'aigua, concretament als de les aigües residuals, facilitaria molt el disseny del sistema de subministrament d'aigua i de recollida d'aigües residuals que tots els elements que fessin ús d'aquest sistema estiguin ubicats en el mateix costat que els tancs d'aigües grises i negres. Aquesta restricció és deguda a que els tubs utilitzats per a evacuar l'aigua són considerablement més grans que els utilitzats per a distribuir l'aigua neta.
- En l'habitacle és disposa de tres obertures per a finestres. Aquestes haurien d'estar dedicades principalment a la sala d'estar i als dormitoris. Degut a que la cuina i el lavabo ja tindran mètodes d'extracció de l'aire no és tant important que disposin d'una finestra. Això no vol dir que no acabin disposant-ne d'una, simplement cal remarcar que el dormitori i la sala d'estar tenen prioritat.
- Les zones on es passarà més temps són la sala d'estar, la cuina i el dormitori, per tant és important que totes aquestes estiguin comunicades i tinguin accés a l'aire condicionat. Degut a l'espai del que es disposa no es possible separar el dormitori de les altres sales.
- La zona que constitueix el lavabo ha d'estar separada de la resta de zones de l'habitacle per raons obvies. Aquesta zona estarà envoltada per una paret la qual tingui una porta d'accés.

Un cop detallades les diferents zones de l'habitacle i les restriccions per a la distribució d'aquestes ja es pot passar a fer el disseny. La primera restricció que ens trobem és la posició dels varis elements que utilitzin el sistema de subministrament d'aigua. Tant la cuina com el lavabo han d'anar en el mateixa costat de l'autocaravana. Degut a que aquestes zones no han de ser tant àmplies com el dormitori i la sala d'estar, el costat més òptim és aquell on hi ha la intrusió de les escales d'entrada ja que és el que disposa de menys espai. Degut a que el lavabo ha d'anar tancat amb parets, és important que aquest estigui dedicat al fons per a aprofitar la cantonada, reduint així el nombre de parets necessàries. La cuina ocuparà la resta d'espai d'aquest costat, utilitzant tant l'espai entre les escales i la cabina del conductor, per a posicionar algun electrodomèstic o moble, i l'espai entre les escales i la paret del lavabo. Degut a les restriccions d'espai, la porta del lavabo haurà d'obrir-se cap endins per a maximitzar l'espai habitable en l'exterior d'aquest.

El costat esquerre de l'habitacle estarà dedicat al menjador, la sala d'estar i el dormitori. És important que el menjador estigui en la mateixa zona que la cuina per a facilitar el transport dels aliments ja cuinats, per tant el menjador estarà ubicat al davant de l'habitacle, compartint un espai obert amb la cuina. Degut al poc espai que queda un cop inclosos la cuina i el lavabo, la millor opció serà que el menjador, la sala d'estar i l'extensió del dormitori comparteixin l'espai del davant de l'habitacle, mentre que el del darrera es dediqui a un dormitori utilitzant lliteres, deixant un passadís entre el lavabo i aquest. Per a fer possible la combinació d'aquestes tres zones caldrà que s'utilitzi una taula plegable, u sofà llit individual i cadires plegables per a fer possible que els propietaris estiguin còmodes en qualsevol de les tres versions d'aquesta zona.

El mecanisme exacte que farà possible la convivència d'aquestes tres zones es detallarà en una part posterior de l'estudi, aquella on es detalli els diferents tipus de mobiliari que inclourà l'habitacle. Per que fa la zona dels fusibles aquesta estarà ubicada al fons del passadís, en una zona apartada però de fàcil accés.

El maletzer de l'habitacle és dividirà en quatre parts:

- La part superior estarà dedicada als diferents aparells electrònics, els quals s'encarregaran d'emmagatzemar i distribuir l'electricitat. Tot i que pot ser una zona difícil de treballar-hi, tots els element de seguretat estaran dins de l'habitacle, per tant aquesta zona difícilment es farà servir, únicament si un dels elements és defectuós i falla, però aquests casos és donaran normalment durant el muntatge de l'habitacle.
- El segon compartiment s'utilitzarà per a l'equipatge convencionals dels usuaris ja que és ideal per a guardar-hi maletes i bosses, degut a que no estarà molt elevat.
- El tercer compartiment anirà dedicat a guardar l'equipament necessari per a que els propietaris puguin fer l'esport que desitgin, ja que aquest es suficientment ampli per a emmagatzemar varis objectes voluminosos.
- Finalment tindrem un petit compartiment, el qual ocuparà l'espai en el que el xassís forma una rampa. Aquest s'utilitzarà per a guardar eines i d'altres objectes. A ser un espai reduït és ideal per a aquesta aplicació.

Sistema elèctric

Per a assegurar que els diferents subministraments i comoditats de l'autocaravana funcionin correctament cal dissenyar un sistema de generació i distribució elèctrica que cobreixi les necessitats de potència dels diferents aparells i electrodomèstics que estiguin instal·lats en l'habitacle. Per tal de fer correctament el càlcul, cal primer enumerar els diferents aparells que es pretén utilitzar en aquest disseny, seleccionant el model concret de cadascun per a saber el consum exacte que requereixen per a poder funcionar correctament.

Els diferents elements que requeriran estar connectats al subministrament elèctric són les diferents bombes de l'aigua, les llums, l'aire condicionat, els endolls per a carregar bateries d'aparells electrònics, la nevera i el sistema d'àudio, entre d'altre.

Per a fer front a tota la demanda de potència, és necessari elegir adequadament un generador capaç de suportar la demanda dels diferents aparells electrònics. Per a fer aquesta elecció, s'ha de calcular una demanda total conjunta. Aquesta demanda haurà de ser una aproximació de l'energia que consumirà el conjunt de l'habitacle durant un dia, per a poder dissenyar un sistema de generació elèctrica que pugui suportar-la.

Per a poder utilitzar l'aire condicionat / bomba de calor és necessària una instal·lació de corrent alterna, ja que aquest tipus de aparells només funcionen amb aquest tipus de corrent, no hi ha opcions acceptables al mercat per a una autocaravana comercial que funcionin amb DC. Per tant, cal resoldre primer el tipus de corrent que s'haurà de generar. El principal argument per a descartar la generació de corrent alterna és que aquesta no es pot emmagatzemar, i el poder generar energia i emmagatzemar-la alleugeriria la càrrega que suportaria el generador de la instal·lació. Com que no generarem corrent alterna, però la necessitem per a utilitzar l'aire condicionat, l'única opció que tenim és utilitzar un inversor que passi l'energia emmagatzemada i o generada en DC a AC. Per tant caldrà elegir un inversor idoni per a poder fer front a les necessitats de corrent alterna de la nostra instal·lació.

Electrodomèstics

Per a complir les necessitats bàsiques dels propietaris de l'autocaravana seran necessaris una nevera amb congelador per a mantenir correctament els aliments i un microones o un fogó per a poder preparar-los. Degut a l'elevat consum elèctric que tindrà el sistema, s'optarà per la utilització d'un petit fogó de gas. Pel que fa el frigorífic, degut a que es proposa una durada del viatge d'uns 5 dies, cal que aquest sigui ampli per a poder emmagatzemar el menjar i la beguda per a tres persones durant 5 dies. El frigorífic elegit en aquest cas és una de les versions de neveres més completa de l'empresa Dometic, un gran fabricant d'electrodomèstics i components per a autocaravanes. El model concret és el Dometic RC 10.4 90.



Il·lustració 27. Dometic RC 10.4 90

Per a cuinar és necessari la utilització d'algun electrodomèstic per a escalfar el menjà. Hi ha una gran varietat d'aparells per a fer-ho: uns fogons, un microones, un forn, graelles elèctriques, etc. És molt important que el nostre habitacle estigui equipat amb algun d'aquests aparells per a que els propietaris puguin cuinar adequadament. El problema d'aquests elements és que si són alimentats únicament per electricitat consumeixen una potència molt elevada, degut a que funcionen amb resistències i d'altres components que consumeixen molta energia. Per tant, l'opció idònia per a escalfar el menjà en l'autocaravana és l'ús del propà i els fogons. Pel que fa als diferents tipus d'electrodomèstics, el més complert i al que se l'hi pot donar més usos és als fogons, per tant la millor elecció és instal·lar uns fogons alimentats per propà. Els elegits també són fabricats per l'empresa Dometic, i són el model HGB 2335.



Il·lustració 28. Dometic HGB 2335

Elecció de l'aire condicionat

Un sistema de climatització és indispensable pel habitacle de l'autocaravana. Aquest ha de poder mantenir una temperatura adequada en l'interior per a que el propietaris estiguin còmodes. Per a assolir-ho cal que l'habitacle estigui correctament aïllat i un bon sistema de climatització. Una de les condicions indispensables és que el sistema funcioni tant com a bomba de calor com d'aire condicionat. S'han elegit dos fabricants per a seleccionar l'aparell adequat per a la nostra aplicació, l'empresa Dometic i Airxcel. Aquests fabricants ofereixen aparells que alhora funcionen d'aire condicionat i de bomba de calor especialment dissenyats per a autocaravanes. Ambdós tenen 2 models de bomba de calor amb consum i capacitats de escalfar i refredar quasi idèntiques i pel que fa el preu els dos són similars. L'única diferència entre aquests és la seva forma.

Model	Alçada	Amplada	Llargada
Dometic Brisk II	200 mm	700 mm	1000 mm
Airxcel Mach 8	350 mm	700 mm	700 mm

Taula 1. Modèls d'aire condicionat

Com podem veure, el model de Dometic és més compacte pel que fa a la seva llargada. Tot i que la seva alçada més elevada produirà un drag més elevat, seria una opció millor si s'utilitzés com a generador d'electricitat plaques solars. Si s'opta per un generador dièsel, el model d'Airxcel serà l'adequat. Com que és vol tenir una estimació del consum dels diferents aparells elèctrics per a elegir quin tipus de generació s'utilitzarà, s'agafarà un consum de l'aparell, en corrent alterna, de 1700 W.

Elecció de la il·luminació

El següent consum a determinar és el de la il·luminació de l'habitable. Caldrà il·luminar la sala central de l'habitable, el lavabo, la dutxa, el petit passadís i el dormitori principal. Per a minimitzar el consum caldrà utilitzar il·luminació LED ja que interessa que el sistema de generació sigui el més petit possible. Degut a que hi ha una gran varietat d'opcions per al que fa la il·luminació, el primer pas serà elegir els lúmens que aproximadament necessitem per a que cada habitació estigui correctament il·luminada. En la taula següent es donaran valors aproximats del nombre de lúmens idoni per a cada habitació.

Habitació	Il·luminació correcta (lx)	Superfície (m ²)	Lumens requerits (lumen)
Sala central	300	4,72	1416
Lavabo	200	2,00	400
Passadís + Dormitori	150	2,38	357

Taula 2. Il·luminació en cada zona

Per a que el consum de la il·luminació de l'autocaravana sigui mínima s'utilitzaran llums LED. Aquest tipus d'il·luminació dona l'opció de triar el tipus de llum que es produirà, a qual pot ser freda, natural o calenta. Degut a que la sala central i el dormitori estan comunicats, s'utilitzarà una llum freda per a les dues zones. S'ha elegit aquest tipus perquè és el més brillant, i degut a que en la sala central hi ha la cuina es requereix una llum el més clara possible. Pel que fa al lavabo s'aplica el mateix, per tant també s'utilitzarà aquest tipus de llum. Les bombetes utilitzades s'instal·len encastades en el sostre, ajudant així a fer un bon acabat de la coberta superior. Aquestes produeixen 255 lumens i consumeixen 3 W. Per a produir els lúmens necessàries, faran falta 2 d'aquestes llums en el lavabo, 2 més en el passadís i 4 en la sala central. En la sala central se n'instal·larà una menys de les requerides degut a que el passadís i el dormitori estan directament connectats amb aquesta. Per tant el consum total de potència és de 24 W.

Mecanismes d'extracció d'aire

Per a expulsar els gasos de la combustió dels fogons, l'olor degut a la cuina i altres olors no desitjats dins el lavabo caldrà fer la instal·lació d'un sistema extractor que expulsi l'aire no desitjat de l'habitable. Aquest sistema extractor es centrarà en les dues zones de l'habitable on és produeixen la majoria d'aquests olors, la cuina i el lavabo. Per a la cuina es solucionarà el problema mitjançant un extractor semblant als que ens trobem a les cuines de les residències, però aquest tindrà una mida més reduïda i funcionarà amb corrent DC i un voltatge de 12V. El model elegit és el Greystone Rv Range Hood.

Per a solucionar l'extracció d'aire del lavabo s'utilitzarà un extractor d'aire el qual funciona amb corrent DC i 12V. La peculiaritat d'aquest extractor és que es desplega quan s'utilitza i és torna a plegar un cop ha deixat de funcionar, deixant així un perfil pla mentre no s'utilitza. El model concret d'aquest extractor és el MaxxFan Deluxe Remote Control RV Ventilator System.



Il·lustració 29. MaxxFan Deluxe

Consums varis

Per a que els propietaris puguin carregar els diferents aparells electrònics cal habilitar un carregador. Per a evitar més pèrdues degudes a l'inversor, s'utilitzarà un carregador DC amb varis ports USB per a carregar els aparells electrònics més petits, com mòbils o tablets. Aquest carregador seria insuficient per a un ordinador portàtil, per tant si que serà necessari un endoll AC. La unitat seleccionada, subministrada per la mateixa empresa que la resta de la instal·lació, té un potència de 60W, suficient per a carregar en condicions varis aparells electrònics. A aquesta potència se l'hi ha de sumar 48 W per la càrrega AC d'un aparell petit com seria un portàtil.

Encara no s'ha tractar el model exacte de bomba d'aigua, per aquestes en general consumeixen una potència màxima de 120W.

Pel que fa al sistema de so, s'utilitzarà un amplificador d'estèreo, que consumeix uns 140 W en funcionament, i 4 altaveus que tenen un consum normal de 40 W. Aquests seran subministrats per la marca Pioneer i aniran muntats tots en un mateix punt, degut a la reduïda mida de l'habitacle no és necessari un sistema de música envoltant.

Els consum del frigorífic és d'aproximadament 45 W i el de la combinació dels dos extractors és d'aproximadament 80 W.

Càlcul de la demanda d'energia

Per tant ja és pot fer un càlcul aproximat de la demanda d'electricitat, per a així poder decidir quin sistema de generació és l'idoni per a aquest cas, i un cop fet finalment és seleccionaran les dimensions d'aquest. Per a fer-ho es donarà l'aproximació dels temps d'ús que es dona en un dia a cada aparell, i amb aquest temps i el consum és calcularà el consum diari en W·h.

Aparell	Consum (W)	Temps d'utilització (h)	Consum en W·h
Aire Condicionat	1700	2	3400
Llums	24	4	96
Bomba de l'aigua	120	3	360
Sistema de so	300	3	900
Frigorífic	45	8	360
Extractors	80	1	80
Carregadors	108	3	324

Taula 3. Consum dels aparells

Per tant és requereix un sistema de generació capaç de sostenir un consum màxim de 5520 W·h en un dia.

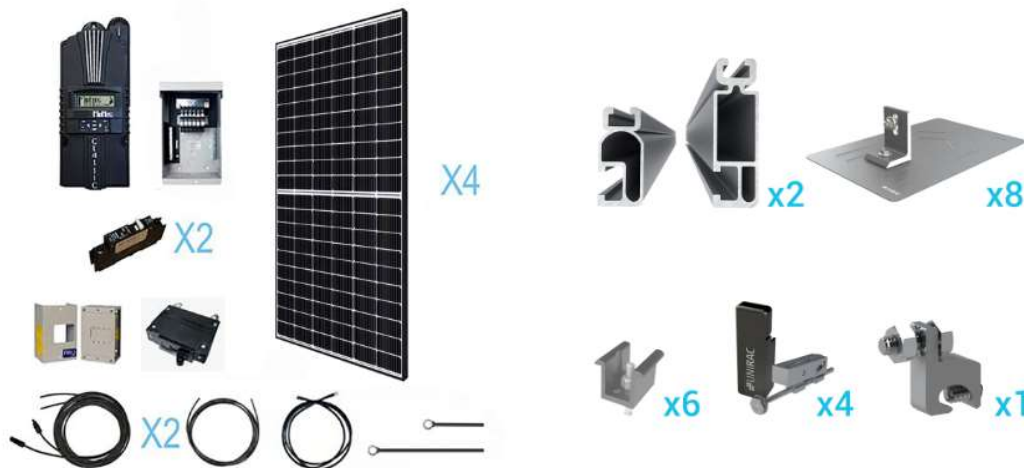
Elecció del sistema generador

Els dos sistemes plantejats són la generació mitjançant panells solars o mitjançant un generador dièsel. Pel que fa la instal·lació dels panells solars, aquesta serà més voluminosa que la del generador dièsel, però el sostre de l'habitable és ideal per a ubicar-la allí, mentre que el generador hauria d'estar en la zona inferior del habitacle, preferiblement prop de l'entrada del dièsel de la furgoneta. S'hauria d'habilitar un compartiment especial per al generador mentre que els panells tenen ja el sostre habilitat per a la seva instal·lació. Un altre punt a favor dels panells solar és que aquests són considerablement més sostenibles amb el medi ambient. Pel que fa la generació d'electricitat, el generador dièsel és superior ja que és capaç de produir més kW amb unes dimensions menors. Un problema que té la generació d'electricitat amb els panells solars és que la seva capacitat de generar electricitat depèn del temps i de l'hora del dia, però això és pot solucionar amb la instal·lació d'unes bateries. L'objectiu d'aquest estudi és dissenyar una autocaravana per a esportistes, els quals solen ser de les persones més conscienciades amb el medi ambient, per tant és important fer l'esforç de fer una instal·lació solar enlloc d'una que utilitza un combustible fòssil.

La instal·lació dels panells solars constarà dels següents components: els panells, un controlador que subministri el voltatge variable generat a uns uniformes 13 V, la bateria, el display de la capacitat d'aquesta, i un inversor per a la instal·lació AC.

Per a finalitzar l'elecció del sistema de generació d'electricitat de l'autocaravana cal triar les dimensions i el model de panells i components. Pel que fa els panells, cal elegir-ne uns que estiguin preparats per a una instal·lació de 12 V. Hi han dues opcions per a fer aquesta elecció, la primera seria elegir per separat els diferents elements, o elegir un "kit" de panells solars que inclogui tots els elements necessaris.

La utilització del “kit” facilitaria el disseny del sistema, és més senzilla l’elecció d’una instal·lació completa feta per un fabricant especialitzat en l’àmbit de les autocaravanes. Pocs d’ells poden generar l’energia necessària per a sostenir la demanda de l’habitacle, ja que el voltatge d’aquests és de 12 V i la seva mida és més reduïda que la dels panells solars residencials. Un altre desavantatge dels kits de panells solars per a autocaravanes és la qualitat de les bateries, les quals solen estar pensades per a viatges curts, i per a un sistema el qual te poca demanda. Per l’altra banda, els panells solars residencials produeixen un voltatge de fins a 66 V, cosa que fa més difícil la instal·lació ja que faria falta incloure un element extra, un transformador DC/DC buck o reductor. Per a simplificar el sistema i fer més fàcil el seu disseny s’optarà per als kits especialitzats per a autocaravanes ja que el sostre és prou ampli per a allotjar una instal·lació suficientment potent, i en el cas dels elements dels quals es prefereixi canviar, com seria la bateria, sempre es poden comprar els elements per separat en el mateix subministrador. El kit solar per a autocaravanes elegit és un de 1200 W subministrat per l’empresa Renogi, el qual inclou 4 panells, un caixa amb un combinador per a unir el cablejat de tots els panells, un controlador de càrrega, 2 fusibles, un interruptor i el cablejat i l’estructura necessaris per a fer la instal·lació fins a la bateria. Els panells inclouen un optimitzador de potència. La funció bàsica d’aquest component és igualar els diferents voltatges dels panells, els quals venen donats per petites variacions en la fabricació d’aquests, i maximitzar la potencia.



Il·lustració 30. Renogi 1200W solar kit

Càlcul de la generació d’electricitat real

Pel que fa a l’espai disponible que tenim en el sostre, disposem de 2,4 m d’amplada per 4.84 m de llargada. Degut a que s’haurà de compartir espai amb l’aire condicionat i l’extractor , hi haurà espai per a la instal·lació de 4 panells solars, els quals tots fan aproximadament 1 m d’amplada. Aquests subministraran una potència real de 1260 W. L’energia subministrada per dia d’aquesta instal·lació seria de 6300 Wh ideals, però degut a les pèrdues l’energia disponible serà menor. Aquesta energia comparada amb la demanda es quedaria igual si fos per les pèrdues, però aquesta energia perduda podrà ser subministrada per les bateries, les quals a l’inici del viatge normalment estaran carregades. Si tenim en compte les pèrdues, la energia generada total pot arribar a ser menor depenent de l’ús de la bomba d’aire, per tant la bateria haurà de subministrar més energia al sistema:

Pèrdues en el sistema:

- La diferència entre les característiques dels diferents mòduls solars pot suposar unes pèrdues del 2%. Aquestes pèrdues es poden mitigar mitjançant un optimitzador DC que uniformitzi les petites variacions de voltatge i intensitat.
- Les diferents connexions representen un 0.5% de pèrdues.
- El cablejat representa un 2% de pèrdues degut a la resistència interna d'aquest.
- Pel que fa la instal·lació de corrent alterna l'inversor té una eficiència superior al 90%. Degut a que es consumiran aproximadament 1700 W durant 2 hores, l'energia consumida per l'inversor serà de 1888 W, per tant en 2 hores l'energia dissipada serà de 376 Wh.

Si s'instal·la un regulador per a uniformitzar el voltatge, les pèrdues són d'un 2,5 %, que representaria uns 158 Wh cada dia, sumant els 376 Wh de l'inversor queden unes pèrdues de 534 Wh. Per tant, l'energia que s'aportarà a la bateria cada dia són uns 190 Wh enlloc dels 724 Wh ideals.

En aquest càlcul s'ha estimat que l'aire condicionat funcionarà durant dues hores. Tot i que aquestes dues hores en és tradueixen en més hores de funcionament ja que aquest inclou un termòstat. Aquest seria un us responsable i suficient per a mantenir la temperatura de l'habitacle a un nivell acceptable, però si s'utilitza més temps esgotaria ràpidament l'energia de les bateries degut a l'alta potència que consumeix.

Elecció de la bateria

Tenint els consums del sistema, i tenint en compte el possible elevat consum de l'aire condicionat, s'ha de decidir de quin tipus serà la bateria i el model exacte d'aquesta. Els dos principals tipus de bateries comercials que es podrien utilitzar en el disseny del sistema elèctric són les de plom àcid AGM i les de liti LiFePO4.

El principal avantatge de la bateria de plom àcid és el seu preu, aquestes són considerablement més barates que les de liti. El problema és que al llarg del temps acabes gastant més diners per la mateixa capacitat en una bateria de plom àcid. Degut a que en aquesta aplicació és necessari l'ús d'una bateria de gran capacitat, la mida de la bateria és un factor important el qual hem de tenir en compte. Les bateries de plom àcid solen tenir el doble de mida que les de liti per una mateixa capacitat. Pel que fa a l'eficiència i la capacitat de càrrega, les bateries de liti són superiors. Les bateries d'àcid es poden sobreescalfar si és carreguen ràpid, però en aquest cas no suposaria un problema. El factor crític per a fer aquesta decisió és l'ús concret que es farà de les bateries. En el cas de que s'utilitzi l'autocaravana en dies puntuals durant un any, les bateries d'àcid seran millors ja que tindran un preu més baix, i degut a que no és descarregaran sovint duraran un llarg període de temps abans de necessitar ser canviades. En cas de que l'autocaravana s'utilitzi sovint, serà recomanable la bateria de liti. En l'inici de l'estudi és va detallar el perfil dels clients als quals aniria enfocat el disseny d'aquesta autocaravana.

Aquest perfil consistia en gent la qual els fes esport a la natura, especialment aquells que el seu estil de vida anés al voltant de fer esport d'aventura. Per a aquest tipus de perfil l'ús de l'autocaravana seria bastant sovint, per tant el tipus de bateria elegit seria el de liti.

Ara cal decidir la capacitat, i aquesta vindrà donada pels dies màxims que planegem que els propietaris passin de viatge. Hem fet un càlcul prèviament en el qual s'ha obtingut que quasi no s'aportarà energia per dia, només 146 Wh, en el cas de que es faci un ús responsable de l'aire condicionat, per tant la capacitat vindrà donada pels dies màxims que planegem que els clients passin en el seu viatge i l'aproximació de les hores addicionals que utilitzin l'aire condicionat. Un nombre màxim realista serien 5 dies, i en cas de que durant algun d'aquests dies s'utilitzi durant hores addicionals l'aire condicionat quedaria uns 750 Wh positius, menys la utilització de dues hores extra, el qual és raonable, quedaria que la bateria hagués d'aportar uns 2500 Wh. La bateria de liti elegida és la següent, la qual té una capacitat d'uns 2560 Wh o 200 Ah, superior al necessari. Això donarà més marge als usuaris per a poder utilitzar amb més flexibilitat l'aire condicionat. La bateria la subministrarà l'empresa Relion, especialitzada en la fabricació de bateries de liti. La demanda de potència es veu molt condicionada per l'ús de l'aire condicionat i la bomba de calor, per tant un ús conservador per part dels propietaris faria que aquest aparell no s'utilitzés al màxim i per tant reduiria considerablement el consum total d'energia.



Il·lustració 31. Bateria Relion 200 Ah

Càrrega auxiliar

Degut a que hi ha la possibilitat de que durant un viatge les condicions meteorològiques no siguin les adequades per a poder carregar les bateries, serà necessari habilitar un sistema de càrrega auxiliar per a que els usuaris de l'autocaravana puguin seguir utilitzant els diferents aparells electrònics. Per a solucionar aquest problema s'habilitarà un carregador de bateries que transformi l'energia AC de la ret elèctrica en corrent DC amb un voltatge de 12 V.



Il·lustració 32. 12V Planet Carregador AC

En cas de condicions meteorològiques no idònies, o en cas de que sigui necessari fer una parada per a carregar les bateries, simplement caldrà connectar-se a la ret en qualsevol punt habilitat per a fer-ho. Per a poder habilitar aquest sistema de càrrega auxiliar caldrà un carregador de bateries, un endoll per al carregador, un element de seguretat, cablejat i l'endoll exterior.

Elements de protecció i distribució de la corrent

Tot i que el kit dels panells solars ja inclouen fusibles per a protegir la instal·lació elèctrica, caldrà afegir nous elements de protecció, un entre la bateria i l'element de distribució de la corrent DC, el qual també inclourà petits fusibles per a cadascuna de les rames en les quals es distribuirà el corrent. L'altre element de protecció anirà entre la bateria i l'inversor, per a protegir en aquest cas la instal·lació de corrent AC. L'element de distribució en aquest cas serà una caixa de fusibles, semblant a les que hi ha en els automòbils, però en aquest cas serà una d'universal. Pel que fa als elements de protecció que van entre la bateria i les dues instal·lacions, AC i DC, seran disruptors de corrent, anomenats també ploms. El següent pas és calcular la intensitat màxima de tots els fusibles i els disruptors elèctrics. Per a fer aquest càlcul la intensitat màxima elegida serà un 25 % més gran que el valor de la intensitat que circularà en la instal·lació. El càlcul de la intensitat serà simplement dividir el voltatge entre els 12.8 V de la instal·lació en el cas de la banda en DC.

- Caixa de fusibles / Llums
 $I = 35 / V = 2.7 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 2.7 * 1.25 = 3.4 \text{ A}$; El fusible elegit és de 4A (Rosa).
- Caixa de fusibles / Bomba de l'aigua
 $I = 120 / V = 9.375 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 9.375 * 1.25 = 11.72 \text{ A}$; El fusible elegit és de 10A (Vermell).
- Caixa de fusibles / Escalfador de l'aigua
 $I = 200 / V = 15.625 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 9.375 * 1.25 = 19.53 \text{ A}$; El fusible elegit és de 20A (Groc).
- Caixa de fusibles / Nevera
 $I = 120 / V = 9.375 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 9.375 * 1.25 = 11.72 \text{ A}$; El fusible elegit és de 10A (Vermell).
- Caixa de fusibles / Carregador
 $I = 60 / V = 4.688 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 4.688 * 1.25 = 5.9 \text{ A}$; El fusible elegit és de 10A (Vermell).
- Caixa de fusibles / Sistema de so
 $I = 300 / V = 23.44 \text{ A}$; $I_{\text{max}} = 23.44 * 1.25 = 29.29 \text{ A}$; El fusible elegit és de 30A (Verd)
- Bateria / Caixa de fusibles
 La intensitat total subministrada: $I = 65.2$; $I_{\text{max}} = 65.2 * 1.25 = 81.5 \text{ A}$; El disruptor elegit és de 80 A.
- Bateria / Inversor
 $I = 1888 \text{ W} / V = 147.5$; $I_{\text{max}} = 147.5 * 1.25 \text{ A} = 184.375$; El disruptor elegit serà de 200 A
- Connector exterior / Endoll carregador auxiliar

Tot l'equipament necessari per a dur a terme la instal·lació, com els cables i els elements de protecció, serà obtingut del distribuïdor anglès 12 Volt Planet.



Il·lustració 34. 12V Planet Caixa de Fusibles



Il·lustració 33. 12V Planet Disruptors de corrent

Mida dels cables

Per a simplificar la instal·lació de la rama DC del subministrament elèctric tots els cables des de la caixa de fusibles fins a la resta de la instal·lació tindran la mateixa mida, 1.5 mm² amb un màxim de corrent de 21 A, exceptuant el que va al sistema de so, el qual tindrà una mida de 3mm² i un màxim de corrent de 33 A. El cable de la bateria a la caixa de fusibles serà de 16 mm² amb un màxim corrent de 110 A. El cable que anirà de la bateria a l'inversor serà de 35 mm², amb una corrent màxima de 245 A. Els que s'utilitzaran en la instal·lació de panells solars seran els proporcionats en el kit. Finalment, l'utilitzat en la connexió del sistema de generació auxiliar serà un de 3 nuclis per a connectar-se amb la corrent AC. Aquest cable també s'utilitzarà per a fer la connexió AC de l'habitacle.

Longitud dels Cables

Tipus de Cablejat	Longitud (m)
DC Positiu 1.5 mm ²	26,90
DC Negatiu 1.5 mm ²	26,90
DC Positiu 3 mm ²	6,58
DC Negatiu 3 mm ²	6,58
DC Positiu 16 mm ²	0,38
DC Negatiu 16 mm ²	0,54
DC Positiu 35 mm ²	0,74
DC Negatiu 35 mm ²	0,65
AC 3 nuclis	10,52

Taula 4. Longitud del cablejat

Subministrament d'aigua

Com s'ha explicat en l'apartat del disseny del xassís, una autocaravana necessita tres tancs d'aigua, un per l'aigua neta i els altres per l'aigua bruta, per a poder abastir correctament les necessitats dels propietaris. L'autocaravana a dissenyar ha de constar d'una pica, un vàter i una dutxa per a poder ser correctament habitable. Una segona pica per al lavabo seria ideal, però degut als problemes d'espai s'haurà d'utilitzar la pica de la cuina per a aquesta funció. Degut a que aquesta pica s'utilitzaria bàsicament per a rentar les dents o la cara i a que hi haurà una dutxa es pot justificar el no incloure-la. En aquest apartat cal elegir els diferents models de bomba d'aigua, d'aixetes, de vàter, dutxa i altres elements que satisfaran les necessitats requerides a un sistema de subministrament d'aigua en una autocaravana.

Bomba d'aigua

Cal elegir una bomba d'aigua que adapti el cabal que proporciona amb la demanda que hi ha per part dels usuaris. Per tant, necessitem una bomba que detecti si hi ha demanda d'aigua o no i que reguli la seva velocitat per a cada cas. Per a facilitar el disseny del sistema de subministrament d'aigua la regulació del cabal ha d'estar incorporada en la mateixa bomba. Una altra qualitat de la bomba ha de ser que aquesta operi d'una forma mes o menys silenciosa, estarà ubicada sota del habitacle, per tant hi ha una mica de marge en aquest aspecte. La qualitat més important de la bomba és que sigui suficientment potent per a fer front a la demanda, es a dir, que les sortides no perdin pressió quan se n'utilitzen varies a la vegada. Per a seleccionar el model exacte, haurem de fer primer un simple càlcul per a saber les litres per minut que necessitem que la bomba proporcioni. Els càlculs es faran a partir d'aproximacions.

Dutxa : 7 L / min

Vàter: Cada cop que estirem la cadena consumim uns 6 litres, i la cisterna tarda a emplenar-se uns 3 min, per tant la capacitat és de 2 L / min.

Pica: 2 L / min

Necessitem una bomba capaç de subministrar un 11 L / min.

Cal designar també el tipus d'alimentació que rebrà la bomba. Aquesta serà corrent DC de 12 V.

La bomba elegida, tot i superar àmpliament el mínim requeriment sobre el cabal, és una de les poques que autoregula la seva velocitat depenent de la demanda. El model concret és el següent: REMCO PowerRV Series Aquajet 5.3 GPM. Consumeix 120 W en DC i te un cabal màxim de uns 20 L / min.



Il·lustració 35. REMCO PowerRV Aquajet

Tanc d'expansió.

Degut a l'elevada pressió a la que es veurà sotmès el sistema de subministrament d'aigua poden aparèixer increments de pressió que podrien arribar a produir fuites d'aigua en algunes de les unions. Per a evitar que es produeixi, és necessari la incorporació d'un tanc d'expansió que absorbeixi aquestes diferències de pressions, i aquest haurà d'estar preferiblement instal·lat després de la bomba d'aigua. L'elegit és el següent: Shurflo Accumulator Tank. Funciona amb pressions de fins a 8.6 bar.



Il·lustració 36. Shurflo Accumulator Tanc

Tancs de l'aigua

Els tancs elegits durant el disseny del xassís inferior de l'habitacle tenien unes dimensions màximes de 813x406x556 mm, amb una capacitat d'uns 180 litres. Per al tanc de l'aigua neta són ideals aquestes mesures, però és necessari que els dos tancs de l'aigua residual tinguin conjuntament la mateixa capacitat. La principal restricció per a fer cabre dos tancs diferents en l'espai donat per el xassís és l'amplada disponible, 600mm. Combinant les varies mides, les quals ofereix el fabricant de tancs, la màxima capacitat per a poder incorporar 2 tancs en l'espai designat en el xassís és d'aproximadament 140 litres, per tant s'haurà d'elegir un tanc d'aigua neta d'aquesta capacitat. Les mides dels tancs elegides són les següents:

Tanc	Dimensions (LonxAmpxAlç)	Capacitat
Aigua neta	775x546x350 mm	137 l
Aigua residual "sòlida"	762x280x406 mm	76 l
Aigua residual "líquida"	610x305x254 mm	53 l

Taula 5. Dimensions dels tancs d'aigua



Il·lustració 37. Tanc d'aigua

Escalfador de l'aigua

És necessari que l'habitable disposi d'aigua calenta en la pica de la cuina i en la dutxa, per això cal instal·lar un escalfador. Aquest ha d'estar alimentat amb una corrent de 12 V, i no cal que sigui molt potent, una unitat amb una capacitat reduïda que sigui capaç d'escalfar l'aigua del tanc intern per sobre de 50 °C es suficient. Per a elegir el tipus de escalfador de l'aigua ens trobem amb dues opcions, utilitzar-ne un de elèctric o fer-ne servir un que funcioni amb gas propà. Els principals avantatges de la caldera que funciona en gas propà és que aquesta no té un tanc d'aigua inclòs, cosa que fa que el seu volum sigui molt més reduït. Pel que fa a les seves prestacions, aquest tipus de caldera és capaç d'escalfar més l'aigua, i molt més ràpid ja que el fet de no tenir tanc propi fa que l'aigua s'escalfi immediatament. El principal desavantatge que té respecte de la caldera d'aigua és que en la majoria de casos aquesta necessita una ventilació per a expulsar els gasos de la combustió del propà. Per a alleugerir la càrrega del sistema elèctric s'optarà per a la caldera de gas. Degut a que també serà necessària la utilització del propà en els fogons de la cuina s'aprofitarà aquesta instal·lació per a utilitzar també el propà per a escalfar l'aigua calenta de la pica i la dutxa. El model elegit és el següent, la caldera Excel VentFree Water Heater, la qual funciona amb dos piles mida D. L'avantatge d'aquest aparell és que no cal habilitar una xemeneia.



Il·lustració 38. Escalfador d'aigua Excel

Tubs, bifurcacions i claus de pas per a l'aigua neta.

Per a realitzar la instal·lació d'aigua neta hi han dues opcions, utilitzar tubs rígids o flexibles. Per a facilitar la instal·lació, i fer-la amb un cost reduït s'utilitzaran tubs flexibles de plàstic per a l'aigua neta. Gràcies a la distribució que s'ha fet, tots els desaigües són molt propers als tancs d'aigües residuals, per tan serà millor utilitzar tubs sòlids per a el drenatge de les aigües residuals. Tant la bomba com el tanc d'expansió i la caldera utilitzen tubs de 13mm de diàmetre, per tant s'utilitzaran tubs d'aquesta mida per l'aigua neta. Les bifurcacions i les claus de pas també seran d'aquesta mida. Les unions entre els tubs i els diferents components és faran correctament amb la utilització de tefló.

Entrada d'aigua

Per a l'entrada d'aigua s'utilitzarà una petita porta amb clau, la qual inclou dins un tub amb el tap inclòs. A aquesta entrada se l'hi incorporarà un tub flexible que vagi des de l'entrada fins al tanc de l'aigua neta. Aquest tub anirà subjectat ja que hi ha una gran probabilitat de que els propietaris emplenin el tanc fins al màxim, incloent el tub.



Il·lustració 39. Tapa d'entrada Valterra

Vàter

El vàter és un component essencial per a que els propietaris puguin fer viatges llargs còmodament. Degut a les restriccions d'espai que comporta intentar incloure el màxim de comoditats i serveis essencials en l'habitacle cal que les dimensions d'aquest siguin el més reduïdes possible. Un vàter amb cisterna i un gran sifó, com els que hi ha en les residències, no seria vàlid en aquesta aplicació, per tant és necessària una opció compacta però alhora funcional. La tecnologia per a cobrir les necessitats essencials en les autocaravanes ha evolucionat considerablement durant els anys, fent possible la creació de vàters compactes. Degut a la similitud que hi ha entre tots els diferents models, s'ha elegit aquell el qual tenia més bon feedback per part dels compradors, el Aqua Magik V.



Il·lustració 40. Vàter Aqua Magik V

Dutxa

La dutxa és un altre element essencial per a un viatge còmode a l'aire lliure, especialment on no hi hagin dutxes habilitades per als que estan fent càmping. Hi ha dues opcions possibles per a cobrir aquesta necessitat, una dutxa exterior o una d'interior. Una dutxa a l'exterior maximitzaria l'espai lliure dins l'autocaravana, però s'hauria de muntar i desmuntar cada cop que és vulgues moure el vehicle o simplement tancar-lo. El problema més important que els propietaris es trobarien a l'utilitzar una dutxa a l'exterior és la temperatura, ja que aquesta vindria condicionada per el dia i la hora. El "targuet" principal d'aquest disseny són gent que practica esport d'aventura, i aquest tipus d'esports molts cops es practica en zones o èpoques de l'any on la temperatura és baixa. Per tan, la millor opció és habilitar una dutxa en l'interior de l'habitacle, el qual està equipat amb un climatitzador per a que la temperatura interior sigui idònia. Degut a la distribució elegida hi ha capacitat per a instal·lar un plat de dutxa de 920x610 mm amb les parets i la cortina corresponents.



Il·lustració 41. Paret de dutxa

Sistemes de drenatge

Per a fer un drenatge correcte de les aigües residuals caldrà utilitzar sifons per a que no arribin les males olors del sistema a l'habitacle. Aquests seran de dos mides, una per a la dutxa i la pica i l'altra per al vàter. Degut a que la sortida del vàter és major que l'entrada del sifó elegit s'utilitzarà una adaptador que redueixi la mida de la canonada. El conjunt de canonades anirà per sota de l'habitacle fins als respectius tancs. Les canonades de la dutxa i la pica s'uniran sota la pica per a reduir així al mínim el nombre de canonades necessàries per a realitzar la instal·lació. Els tancs d'aigua tenen obertures de la mateixa mida que les canonades, per tan no caldrà un adaptador per a l'entrada d'aquests. Tant els sifons com les canonades seran subministrats per l'empresa LaSalle Bristol.

Clau d'evacuació d'aigües residuals

Els tancs d'aigües residuals hauran d'incorporar alguna forma per a poder evacuar els residus que contenen. Existeixen un tipus de claus especials fetes per a aquesta aplicació concreta, les quals consisteixen en una vàlvula que al ser estirada obre el desaigüe que buida els tancs. Aquest tipus vàlvules tenen dues variants. En la primera la vàlvula s'obre mitjançant un cable el qual s'estira amb una maneta la qual està muntada remotament en un altre punt. La segona variant té el mateix mecanisme d'obertura, però la maneta està directament muntada en la vàlvula. Degut a que els tancs de l'aigua són propers al lateral de l'autocaravana la solució més òptima serà instal·lar dues vàlvules amb la maneta incorporada.



Il·lustració 42. Clau d'evacuació doble

Aixetes de la dutxa i la pica

Per a decidir el tipus d'aixetes caldrà basar-nos tant en la funcionalitat d'aquestes com en l'estètica. S'han elegit les següents:



Il·lustració 44. Dura "Carxofa" de la dutxa



Il·lustració 43. Dura Aixeta de la dutxa



Il·lustració 45. Dura Aixeta de la pica

Longitud i nombre de canonades

Tipus	Longitud / Nº unitats
Tub aigua neta freda	9,00 m
Tub aigua neta calenta	6,70 m
Bifurcacions aigua neta	4 u
Canonada aigua gris (R=0.038m)	4,17 m
Canonada aigua negra(R=0.05m)	1,05 m
Bifurcació aigua gris	1 u
Sifó (R=0.038m)	2 u
Sifó (R=0.05m)	1 u
Canonada reductora de diàmetre	1 u
Tub d'entrada d'aigua	0,64 m

Taula 6. Longitud de les canonades

Instal·lació de propà

Degut a que en aquest estudi s'utilitzarà un sistema elèctric el que estarà, durant la majoria del temps, desconnectat de la ret elèctrica s'ha optat per a substituir aparells que podrien funcionar mitjançant electricitat per aparells que funcionen mitjançant propà. Aquests aparells seran els fogons de la cuina i l'escalfador de l'aigua, el qual estarà ubicat al lavabo. Per a fer el correcte disseny d'aquest sistema caldrà enumerar les necessitats que cal que compleixi.

La primera és òbviament transportar de forma segura el propà des del tanc fins als fogons i l'escalfador. Aquest transport que s'ha de fer de forma segura, ha d'estar fora del abast dels usuaris de l'habitable per a evitar accidents que donin lloc a fugites. Caldrà reservar una ubicació segura per a emmagatzemar el tanc, fàcil d'accedir-hi ja que el tanc s'haurà de renovar sovint. Finalment s'haurà d'habilitar un sistema per a poder tallar el pas del gas en cas de voler fer reparacions a un dels dos aparells. Tot i que hi haurà una clau de pas incorporada en el tanc en si, la qual s'haurà de desactivar cada cop que l'autocaravana estigui en moviment per raons de seguretat en cas d'accident, és important que existeixin claus de pas abans dels aparells per a evitar que en cas de reparació, o substitució, no s'escapi el gas emmagatzemat dins la canonada.

El lloc òptim per a la ubicació del tanc de propà serà sota els fogons, en la cuina. És un lloc idoni que és normalment utilitzat en cuines de gas, en el qual serà fàcil d'accedir tant per a canviar el tanc com per a tallar el subministrament. Aprofitant que l'entrada de les canonades estarà dins un moble, aquestes seran distribuïdes per la resta de mobles fins a arribar a l'escalfador d'aigua. Degut a que l'escalfador està elevat i instal·lat a la paret adjacent a la cuina per raons d'espai, les canonades es faran passar per dins de la paret, tant les de propà com les de l'aigua, ja que aquesta serà portant i conseqüentment lo suficientment gruixuda per a camuflar aquests tubs. D'aquesta manera les canonades que van a l'escalfador quedaran amagades. Pel que fa les canonades que van als fogons, aquestes aniran per dintre del moble que aquests comparteixen amb el tanc. Finalment caldrà instal·lar dues claus de pas, una just abans de cadascuna de les dues entrades del gas als aparells.

Per a realitzar el transport s'utilitzaran canonades flexibles les quals tenen entrades i sortides les quals es connecten fàcilment en tots els aparells. La incorporació de la bifurcació en forma de T també serà compatible amb aquestes connexions, fent molt fàcil i ràpida la instal·lació del sistema complert. Un cop el transport i el tall d'aquest han estat solucionats, cal finalment decidir el tipus de muntatge que el tanc tindrà dins d'aquest moble. El principal requeriment a l'hora de decidir el tipus de muntatge és que aquest no requereixi d'una clau, fent referència a una eina, per a muntar i desmuntar els tancs. Degut a aquest requeriment, el muntatge elegit és el següent:

Longitud i nombre de canonades

Tipus	Longitud / Unitats
Tub	1,8 m
Bifurcacions	1 u
Connexió amb el tanc	1 u

Taula 7. Elements de la instal·lació de propà

Coberta Exterior

La coberta exterior estarà formada per una capa d'un compost de polipropilè, la qual s'unirà a l'estructura d'alumini mitjançant cargols plans. Aquesta capa ajudarà a aïllar acústicament a l'autocaravana i alhora farà de suport a la capa de fibra de vidre, la qual anirà unida a aquesta mitjançant una cola especial. Els cargols utilitzats estan preparats per a poder ser utilitzats en alumini, unint així de forma ràpida i senzilla les plaques del compost de polipropilè amb els pilars de l'estructura. Aquestes cobriran tota la superfície de les cobertes laterals i superior, exceptuant les forats dedicats a les finestres, la porta i als subministraments.

Per sobre aquesta capa de compost de polipropilè anirà la fibra de vidre, la qual es venuda en forma de rotllos. Aquests rotllos seran tallats prèviament, i s'instal·laran mitjançant una cola la qual s'aplicarà amb una pistola d'aire sobre les dues superfícies, tant en el compost de polipropilè com en la fibra de vidre ja tallada. Aquesta fibra de vidre és plegarà en les cantonades per a assegurar un bon segellat de l'habitacle pel que fa a l'exposició als elements. També salpicarà una petita part de la fibra de vidre en la cabina per a formar una transició uniforme entre aquesta i l'habitacle.

Coberta Superior

En la part superior hi aniran dues obertures, una per a l'aire condicionat i una altra per al sistema extractor del lavabo. L'aire condicionat anirà muntat en la part central de la coberta superior de l'habitacle, un lloc ideal per a maximitzar l'eficiència d'aquest. La ubicació de l'extractor estarà per sobre del lavabo, concretament a la paret pròxima a l'exterior de l'habitacle per a no interferir amb els panells solars. Aquests dos sistemes s'instal·laran formant una unió entre la coberta interior i la exterior per a prevenir que l'aigua entri dins l'habitacle fent que aquest quedi ben aïllat. Finalment s'habilitarà una petita obertura per a introduir els cables dels panells solars dins l'habitacle. En aquesta obertura es col·locaran dos entrades especials per a aïllar l'interior de l'exterior i alhora passar els cables de la instal·lació solar. Se'n col·locaran dues degut a que cadascuna té dues entrades per un cable, com la instal·lació té dues branques en paral·lel és requerirà fer passar 4 cables.

Coberta Lateral

S'habilitarà una obertura en la coberta lateral esquerra per a l'entrada d'aigua neta al tanc. Aquesta entrada estarà constituïda per una petita tapa la qual estarà instal·lada sobre la coberta, fent de protecció del tap del tub per a emplenar el tanc. En el lateral contrari de la coberta s'inclourà l'entrada de l'endoll del carregador de la ret AC, utilitzant una tapa com en el cas anterior. Com ja s'ha tractat en la part del disseny del xassís, hi ha habilitats 3 marcs per a finestres i 1 per a una porta en les cobertes laterals. Per al que fa les finestres, en aquest disseny se n'utilitzaran d'especials per a autocaravanes. N'hi ha de dos tipus, una allargada per a la sala central i l'altra, més quadrada, per a tant el lavabo com per a l'habitació.



Il·lustració 46. Finestra RecPro per a autocaravanes

Degut a que les obertures fetes pels marcs del xassís són més grans caldrà redissenyar-los per a muntar correctament les finestres. Degut a que el pes dels models de finestra elegits és baix, una simple estructura serà suficient per a suportar el pes de la finestra. Per a fer aquesta estructura hi ha varies opcions de perfils d'alumini que és poden utilitzar, però els dos més idonis per aquesta aplicació són el perfil en forma de cantonada i el perfil rectangular/quadrat. La millor opció en aquest cas és crear un marc amb perfils en forma de cantonada on la finestra s'hi pugui col·locar, evitant que l'amplada de la instal·lació completa, del marc mes la finestra, sigui massa gran. Finalment s'habilitarà una obertura al lateral, pròxima a la porta d'entrada, per a muntar la sortida de l'extractor de la cuina.

Coberta Posterior

Un dels principals objectius del disseny d'aquesta autocaravana és seduir al grup d'esportistes que practiquen esport a la natura, i en molts casos ho fan amb equipaments voluminosos, per tant requereixen d'un maleter gran per a poder emmagatzemar tot aquest equipament sense la necessitat d'un carro per a transportar tot el necessari. Degut a que aquest equipament pot ser complicat de transportar, i sobretot de carregar, es necessari habilitar una forma per a que es pugui carregar al maleter de forma fàcil. Degut a l'alçada de l'autocaravana, la part inferior d'aquest maleter queda elevada del terra, i ordenar-lo a aquesta alçada pot ser complicat si es fa amb els peus a terra, per tant la primera condició que hauria de complir la solució és que els usuaris puguin carregar l'equipatge des de la mateixa altura on comença la porta del maleter. La segona condició, i no menys important, és que el mecanisme que ho faci possible sigui senill d'utilitzar. Per a fer front a aquest problema hi ha dues opcions, utilitzar una porta muntacàrregues, com les que és troben normalment en camions de transport de mercaderies, o utilitzar una porta que formi una rampa amb el terra, comú en remolcs de transport de vehicles. El principal avantatge de la porta muntacàrregues és la comoditat que oferiria als usuaris a l'hora de obrir, tancar i carregar l'equipatge degut a que no haurien de superar una rampa al fer-ho. El problema d'aquesta opció és que no serà realista connectar un motor suficientment potent per a realitzar aquesta funció al nostre sistema elèctric. Un altre inconvenient d'aquesta solució seria l'elevat pes que tindria el conjunt, per tant aquesta opció queda descartada.

La solució òptima es la instal·lació d'aquesta porta que forma una rampa, la qual facilitaria la càrrega i descàrrega de l'equipatge i no seria molt complicada de muntar degut al seu baix pes. Aquesta estaria formada per una estructura d'alumini la qual fos suficientment resistent per a que es pogués realitzar les funcions detallades anteriorment però que no comportés un problema el tancar-la. Aquesta porta s'encomanaria a una tercera empresa la qual està especialitzada en realitzar la instal·lació d'aquestes portes d'alumini. Tenen un model concret el qual s'adapta a les mesures especialitzades del client. Aquesta empresa s'anomena Challenger Doors, i fabrica una gran varietat de portes per a autocaravanes, remolcs i altres aplicacions.



Il·lustració 47. Exemple de porta de ChallengerDoors

Coberta inferior

La coberta inferior es realitzarà amb xapa d'alumini, la qual es muntarà mitjançant soldadures puntuals en els extrems i la cinta d'adhesiu aïllant elegida durant l'estudi dels materials. L'objectiu d'aquesta capa d'alumini és aïllar la part inferior de l'habitacle amb un material resistent a possibles cops o altres factors als quals es vegi exposada la part inferior de l'autocaravana.



Il·lustració 48. Xapa de la coberta inferior

Coberta Interior

Els objectius principals de la coberta interior seran aïllar acústicament l'interior i donar-li un acabat estètic. Com s'ha tractat en apartats anteriors, el material a utilitzar serà fusta feta amb fibra de mitjana densitat amb un laminat que faci l'acabat estètic. A l'hora de dissenyar aquesta coberta caldrà tenir en compte les següents consideracions:

- S'haurà d'habilitar un espai per a el pas tant del cablejat com de les canonades d'aigua i gas. La ruta que seguiran aquests elements ja s'ha decidit anteriorment. Pel que fa el cablejat, aquest es distribuirà per sostre i baixarà per les parets laterals. Les canonades de l'aigua és distribuïran per sota del terra i les del gas per l'interior del moble de la cuina i la paret del lavabo.
- El muntatge dels panells de la coberta s'ha de fer de manera que el sistema d'unió d'aquests amb el xassís quedi fora de la vista ja que si no fos així aquest factor impactaria negativament en l'estètica de l'habitable.
- Degut a que s'instal·larà una varietat de mobles i electrodomèstics en l'habitable, la coberta interior també haurà de encarregar-se de la subjecció segura d'aquests ja que durant els trajectes l'autocaravana està en moviment i no és viable que algun d'aquests mobles es mogui.

El mètode que s'utilitzarà per a fer el muntatge constarà de dues etapes. Primer els panells de fibra de mitjana densitat és muntaran als pilars del xassís mitjançant cargols especials per a alumini, fent possible així la unió entre la fusta i l'alumini. Un cop s'hagin cargolat tots els punts dels diferents panells per a recobrir tota l'autocaravana, mitjançant un adhesiu s'enganxarà la capa de laminat la qual tancarà els caps dels cargols, deixant així un acabat estètic. Pel que fa a l'espai necessari per a passar els cables i les canonades es faran petites passadissos en l'aïllament tèrmic i les bigues per a passar els diferents tubs. En el cas de la coberta superior, per on es passaran els cables, és faran petits orificis en les bigues per a passar aquests cables, els quals és podran baixar per dins els pilars, fent un orifici en la sortida. D'aquesta manera s'ha de modificar el mínim possible l'aïllament i s'aprofita el fet que els pilars son buits. Això no és podrà aplicar als cables passats pel sostre degut a la orientació de les bigues. Per al que fa les canonades d'aigua neta s'aplicarà el mateix des de el tanc d'expansió fins a la pica, per tant no farà falta modificar l'aïllament per a aquesta part. Els tubs d'aigua calenta és mouran pel moble i per una petita cantonada la qual s'incorporarà al lavabo, i pujaran, a l'igual que els cables, per dins del pilar en el cas de la dutxa.

Pel que fa al muntatge dels mobles, és farà amb petites fixacions en forma de cantonades de 90º, les quals evitaran perfectament el moviment d'aquests. Aquestes s'instal·laran en zones on és vegin el mínim possible per dintre o darrere dels mobles preferiblement. Aquest mètode s'utilitzarà tant pels mobles del terra com per els suspesos en la cuina.

Per a decidir el gruix dels panells de fibra de mitjana densitat caldrà diferenciar-los depenent de la seva aplicació. En trobem de dos tipus, aquella que és purament estètica, per a amagar cables i canonades, i aquella que ha de suportar una càrrega. Depenent del tipus de càrrega s'elegirà el gruix dels panells.

- Estètica: Cobertes laterals i sostre. 6mm
- Estructural: terra, parets del lavabo i paret de la cuina. 30 mm

Per a realitzar la coberta del maleter, aquesta es farà igual que la de la zona habitable, cobertes laterals i sostre amb la fusta que em denominat estètica i les particions d'aquest és realitzaran amb la fusta la qual em designat com a estructural, sent ideal per a muntar els aparells electrònics, utilitzant el mateix mètode que per als electrodomèstics i mobles.

Pel que fa al color del laminat, s'ha elegit el següent:

- Terra



Il·lustració 49. Acabat del terra

- Parets i Sostre



Il·lustració 50. Acabat de les parets i el sostre

Mobles

Els mobles de l'autocaravana hauran de complir amb les necessitats bàsiques dels propietaris, per tant abans d'elegir-los s'haurà d'enumerar aquestes per a fer la distribució de mobiliari més òptima possible:

- En l'habitacle faran falta tres llits degut a que el màxim de persones que podrà transportar l'autocaravana són tres, per a poder així prosseguir amb el disseny sense tenir problemes d'homologació.
- És necessari que en l'habitacle hi hagin diversos espais reservats a l'emmagatzematge de diferents tipus d'objectes o menjar. Aquests espais es divideixen en:
 - o Menjar
 - o Equipatge
 - o Tancs de Propà
 - o Estris de cuina
 - o Material del lavabo
 - o Objectes Varis
- En l'habitacle serà necessari que hi hagi un espai on els propietaris puguin menjar, per tant una taula i tres cadires seran necessàries.
- Caldren elements per a penjar jaquetes en l'entrada i tovalloles en el lavabo.
- En la cuina caldrà un espai suficientment gran per a poder cuinar.
- Un espai on els propietaris es puguin relaxar també és necessari.
- Cal elegir una pica. amb una mida no molt gran per a que no envaeixi molt espai en la cuina.

Un cop enumerades les diferents necessitats que la distribució del mobiliari ha de satisfer ja es pot passa la fase d'elecció dels diferents mobles concrets que la faran possible. Els més senzills d'elegir són aquells que s'encarregaran de l'emmagatzematge dels diferents objectes o menjar necessaris per a viatjar. Aquests mobles seran òbviament diferents tipus d'armaris, els quals es distribuiran per les diferents zones de l'habitacle i les seves mides dependran dels objectes que hagin de contenir.

Pel que fa els llits, la solució tractada amb anterioritat ha esta la d'utilitzar una llitera per a dos d'aquests i un sofà-llit per a habilitar el tercer. En la distribució es va decidir que aquest tercer llit compartiria espai amb el menjador i la sala d'estar, per tant s'ha d'elegir un moble que pugui utilitzar-se per a aquestes tres funcions. El moble adequat per a aquesta aplicació és un sofà individual, el qual és una espècie de cadira al estar plegat, que es desplega formant una superfície plana la qual es transforma en un llit, i amb els suports adequats i la incorporació de coixins pot arribar a ser un sofà. Els suports adequats serien uns punts de recolzament en els extrems per a evitar que es tombi quan algú s'hi recolzi. Aquesta cadira romandria desplegada sempre, i es plegaria a l'hora d'utilitzar l'espai com a menjador. Seguint amb l'idea de que el menjador es plegarà i desplegarà cada cop que se'n faci ús, la taula i les dos cadires restants faran el mateix. Aquestes es guardaran darrera el sofà / llit estirat, per una banda la taula estarà muntada a la paret i s'obrirà cap enfora, i per l'altra les cadires seran plegables i es desplegaran manualment. D'aquesta manera és complirien les necessitats de dormitori, i un espai per menjar i dormir.

Pel que fa als elements per a penjar jaquetes i tovalloles s'utilitzaran penjadors individuals, els quals estaran caragolats a la paret.

Els mobles concrets elegits per a l'habitacle són els següents:

- Cuina. Pel que fa al mobiliari de la cuina s'utilitzaran dos armaris amb obertura superior per a la pica i els fogons. Per a emmagatzemar coberts i aliments s'ha elegit un prestatge, del qual se n'instal·laran tres. El lavabo també inclourà dos més unitats més d'aquest prestatge.



Il·lustració 54. IKEA armari METOD



Il·lustració 53. IKEA armari METOD



Il·lustració 51. IKEA armari EKET



Il·lustració 52. Pica LaSalle Bristol

- Llitera. La llitera elegida està feta d'alumini, cosa que ajudarà a reduir el pes total de l'autocaravana



Il·lustració 55. IKEA llitera SVARTA

- Calaixos Inferiors amb passadors. Per a poder emmagatzemar la roba s'incorporarà dos calaixos, els quals ocuparan tota la part inferior de la llitera.



Il·lustració 56. IKEA calaixos MALM

- Sofà llit. La unitat elegida fa alhora tant de cadira com de sofà llit. És una solució poc convencional que ens dona l'opció de utilitzar-lo com a cadira, llit, i amb la incorporació de coixins lo suficientment grans també és podria utilitzar de sofà per a dos o tres persones. Per a que pugui desenvolupar aquesta funció de sofà caldrà muntar en la part on es recolzarà la part superior, al desplegar-se, un suport de fusta per a que no és decanti. El suport tindrà unes dimensions de 140 mm d'alçada per 100m d'amplada per 280mm de llargada.



Il·lustració 57. RecPro Sofà-llit

- Prestatge. El prestatge elegit és lo suficientment gran per a incorporar únicament el carregador i el sistema de so.



Il·lustració 58. IKEA prestatge LACK

- Penjadors. S'han elegit penjadors individuals, els quals son discrets i ideals per a complir amb la necessitat de penjar roba. N'hi haurà 6, 3 a l'entrada i 3 al lavabo.



Il·lustració 59. IKEA penjador BROGRUND

- Taula. La taula haurà de ser fabricada, ja que no s'ofereixen models exactes al mercat. Aquesta constarà d'un rectangle de fusta, fet amb fibra de mitjana densitat, el qual tindrà unes dimensions de 0,8x0,7m i una amplada de 20mm. Aquesta fusta anirà muntada a la paret amb unes frontisses especials per a aquesta aplicació.



Il·lustració 60. Frontissa YouJia

- Cadires. Degut a la restricció d'espai que hi ha dins de l'habitacle, s'hauran d'utilitzar cadires plegables, les quals es guardarà sota els sofà llit durant els viatges o la nit.



Il·lustració 61. IKEA cadira TERJE

- Tapa de l'armari d'elements de protecció. S'instal·larà una tapa, la qual té l'amplada exacta de l'armari dels fusibles, per a evitar que aquests estiguin descoberts i a la vista. A aquesta tapa s'ha d'afegir les frontisses.



Il·lustració 62. IKEA tapa TIMMERVIKEN

- A totes les portes dels diferents armaris i calaixos, que els subministrador ven sense un element de seguretat per a que les portes no s'obrin soles, se'ls afegirà un pestell per a evitar que aquestes s'obrin durant el trajecte.



Il·lustració 63. LeroyMerlin pestell

Càlculs i modificacions finals del xassís

Al llarg de l'estudi s'han enumerat modificacions o càlculs posteriors els quals s'havien de fer un cop s'hagués desenvolupat bona part de l'estudi per a poder fer un disseny del xassís més acurat i òptim. Aquestes noves modificacions és divideixen en el càlcul de la mida del perfil de les 4 bigues principals, la incorporació del marc de les finestres, el disseny de la instal·lació de l'aire condicionat i finalment una breu explicació del muntatge dels panells solars.

Disseny del marc de les finestres, de l'estructura de l'aire condicionat i del muntatge dels panells

El marc de les finestres i l'estructura de l'aire condicionat estaran formats amb perfils en forma de cantonada d'alumini. Aquests, com s'ha comentat en parts anteriors de l'estudi, formen una bona base per a poder caragolar els diferents objectes, són lleugers i suficientment resistents per a la funció estructural que han de desenvolupar. Aquests angles tindran un costat de 40 mm per a no sobresortir més que els pilars, aconseguint així que la paret sigui en més estreta possible. En el cas de l'aire condicionat, el marc fet amb els angles serà una part de l'estructura ja que aquest també anirà caragolat als pilars principals. Els rails dels panells solars es caragolaran sobre les bigues superiors. El fabricant inclou amb el kit un conjunt de plànols que acoten perfectament el muntatge d'aquests, per aquesta raó s'ometrà en aquest estudi entrar en el muntatge dels panells, simplement és donarà la ubicació d'aquests. Aquesta indicació serà suficient ja que en els plànols mencionats queda perfectament clar el procediment per a realitzar aquest muntatge.

Dimensionat de les bigues principals

Degut al gran nombre de punts d'encastament per a les bigues principals el condicionant principal no serà la deformació de les bigues sinó la resistència d'aquestes. Per aquest motiu caldrà primer calcular una aproximació del pes total de l'habitacle, on es tindrà en compte cadascun dels pesos dels diferents sistemes. Aquest estudi també servirà per a veure en quin punt està el pes de l'habitacle respecte la tara màxima que la furgoneta pot suportar.

Pes del xassís. La densitat de l'alumini de la sèrie 6000 és $2.7e3 \text{ kg/m}^3$, Per tant és calcularà una aproximació del volum total d'alumini utilitzat per a així calcular el pes del xassís. La aproximació obtinguda dona els següents resultats:

Tipus	Volum (m ³)	Pes(kg)
Bigues inferiors	0.0143	39
Resta d'elements de l'inferior	0.0117	32
Pilars i Bigues	0.0760	205
Resta d'elements del superior	0.0081	22
Total		298

Taula 8. Pes del xassís de l'habitacle

Un cop sabem el pes del xassís de l'habitacle caldrà sumar els pesos dels diferents elements que s'han elegit, tant en l'interior com en l'exterior per a tenir una bona idea del pes de l'habitacle buit. Un cop tinguem aquest pes s'haurà de introduir una estimació del pes que comportaran els propietaris i l'equipatge que introdueixin:

Coberta exterior:

Objecte	Pes (kg)
Capa de Fibra de Vidre (1,5 kg /m ²)	34,5
Compòsit de polipropilè(1,5 kg /m ²)	34,5
Finestres	20
Porta	20

Taula 9. Pes de la coberta exterior

Coberta Interior:

Objecte	Pes(kg)
Cobertes de Fusta (700kg/m ³)	180
Aïllant tèrmic (30 kg/m ³)	20

Taula 10. Pes de la coberta interior

Mobiliari, Electrodomèstics i Sistemes de Subministrament:

Objecte	Pes(kg)
Mobles	90
Nevera	20
Aire Condicionat	38
Sistema elèctric	92,5
Sistema de l'aigua	150

Taula 11. Pes del mobiliari i electrònics

Estimació del pes dels propietaris:

Un pes per a tres persones és de 210 kg, més 100 kg d'equipatge, 20kg en la cabina i 80 en el maleter.

L'aproximació del pes total de l'habitable amb els propietaris dins és de 929.5 kg. El pes màxim que el fabricant mostra és una aproximació de 2000 kg, per tant estem dins d'aquest i amb un marge considerable. En aquest pes se l'hi ha de sumar un factor de seguretat pel que fa al càlcul de les dimensions de les bigues. El factor de seguretat que aplicarem és de 1.3, per tant el pes que hauran de suportar les 4 bigues és de 1210kg, uns 302 kg cadascuna d'elles. Degut a que la longitud d'aquestes serà de 4 metres, el pes per metre que hauran de suportar és de 75.5 kg o 740 N / m. Observant la càrrega que s'ha de suportar, podem fer una aproximació per a saber mes o menys quina és la mida mínima per al perfil a elegir, en aquest cas el quadrat. L'aliatge 6061 T6 d'alumini, utilitzat pel fabricant, te una tensió màxima de flexió de 276 MPa i una tensió de tall de 207 Mpa.

Per a calcular quina de les bigues del fabricant elegim, primer haurem de calcular l'esforç tallant i el moment flector màxims als que és veurà sotmesa la biga. Aquests son:

- $v_{\max} = qL/2 = 296 \text{ N}$ on $q = 740 \text{ N / m}$ i $L = 0,8\text{m}$. L és la distància màxima entre els punts d'encastament.
- $M_{\max} = qL^2/24 = 19,8 \text{ Nm}$

Valors permissibles per la biga vindran donats per les següents expressions:

- $V_{per} = A \cdot \tau_{per} = 2 \cdot (e \text{ mm}) \cdot (h \text{ mm}) \cdot 276 \text{ N/mm}^2$
- $M_{per} = W \cdot \sigma_{per} = (W \text{ mm}^3) \cdot (1 \text{ m}^3 / 10^9 \text{ mm}^3) \cdot (207 \text{ e}6 \text{ N/m})$

Analitzant les equacions, es pot veure que els valors tant de e com de h no hauran de ser molt grans per a igualar els valors de v_{max} i M_{max} , per tant s'haurà d'elegir unes mides les quals estaran condicionades també per el muntatge d'aquestes amb el xassís. Tot i que el factor de seguretat de 1,3 és reduït, en aquest cas en podríem introduir un segon amb valor major, el qual s'aplicaria dividint les tensions. Amb aquestes consideracions s'ha elegit un perfil quadrat de 50 mm de costat i un gruix de 1.5 mm. Els valors permesos en aquest cas són: $V_{per} = 41,4 \text{ kN}$ i $M_{per} = 927 \text{ Nm}$, considerablement més elevats que els necessaris, per això és fa referència al factor de seguretat major. Tot i això és important que hi hagi una altura que separi l'habitacle del tub d'escapament, per tant el perfil de 50mm s'elegeix degut a que s'ha utilitzat en moltes altres aplicacions.

Com s'ha pogut observar, les biguetes principals del xassís de l'habitacle tenen un perfil més gran, aquest augment respecte a les elegides anteriorment és degut a que aquestes es podrien veure sotmeses a una deformació apreciable, ja que no tenen tants punts d'encastament, i necessiten tenir més espai per a fer passar tubs i canonades.

Metres d'alumini requerit

Tipus de perfil	Longitud / Superfície
Quadrat de 50x50 mm	51,04 m
Rectangular de 80x60 mm	23,93 m
U de 84x44 mm	6,80 m
U de 100x50 mm	2,12 m
Rectangular de 140x45 mm	2,40 m
Pilar central	44,18 m
Pilar cantonada	24,00 m
Cantonada de 40x40 mm	27,55 m
Rectangular de 100x45 mm	2,40 m
Vareta Roscada M20	1,44 m
Planxa de 2 mm	1,55 m ²

Taula 12. Longitud requerida dels diferents perfils d'alumini

Execució del Muntatge

El muntatge de l'habitacle s'iniciarà amb la fabricació del xassís. Degut a que per a realitzar aquesta part es faran un gran nombre de soldadures en l'alumini, serà necessari que sigui desenvolupada per fabricadors i soldadors professionals. Aquests hauran de seguir les indicacions en l'apartat de seguretat per a així evitar accidents laborals. El procés de fabricació començarà amb les 4 bigues principals, a les quals se'ls hi soldarà els diferents cargols. S'instal·laran en el xassís del vehicle per a procedir així amb la resta de la instal·lació. Un cop fet es col·locaran i soldaran les bigues transversals i el perfil en U que les uneix. Un cop formada la part principal del xassís inferior es procedirà a afegir l'estructura de les escales, dels arcs de les rodes i l'estructura dels tancs d'aigua. Al mateix temps que s'afegeixen aquests elements, és conformarà la part inferior del maletzer, la qual s'instal·larà en el vehicle com s'indica en els plànols. Primer es cargolaran els 8 cargols i després s'unirà mitjançant soldadura amb la part principal del xassís inferior, completant la fabricació d'aquest. El següent pas serà col·locar i soldar tots els pilars laterals i superiors, un cop fet es soldarà també els perfils en forma de cantonada, primer el que uneix tots els pilars i a continuació els dels marcs de la porta, les finestres i l'aire condicionat. Finalment es farà la soldadura de la xapa d'alumini que cobrirà tota la part inferior de l'habitacle. Aquesta es posarà a lloc mitjançant un suport i es soldarà, des de fora en les parts laterals i des de dins en la part central, la qual no és accessible des de l'exterior ja que hi ha els components mecànics del vehicle bloquejant el pas. L'habitacle s'inclinarà i és desplaçarà cap enrere, molt poca distància, per a separar la part de davant, donant espai per a introduir la cinta adhesiva i aïllant entre el xassís i la cabina. Aquest procediment es farà amb l'ajuda d'una grua i descaragolant els cargols. Un cop instal·lada és tornarà a col·locar i cargolar al lloc, d'on ja no es mourà.

Un cop conformat el xassís de l'habitacle caldrà fer els forats a aquest per on passaran les canonades i els cables. A continuació es passaran els cables i tubs sense connectar-los enlloc, els diferents aparells seran dels últims a instal·lar-se. El primer pas serà introduir els tancs, la bomba, el tanc d'expansió i la clau de pas d'aigües residuals, juntament amb totes les canonades que passen per la part inferior de l'habitacle. Un cop finalitzat, ja es podrà incorporar l'aïllant tèrmic i tancar la coberta inferior amb la fusta de fibra de mitjana densitat i el laminat. Aprofitant que està únicament el xassís, s'introduiran tots els mobles per la part posterior, la qual tindrà una gran obertura. Filament s'acabarà de passar els tubs i cables que falten per a tancar completament la coberta interior, instal·lant prèviament l'aïllant. El següent pas serà muntar els mobles que van fixats a la coberta inferior i lateral. Un cop acabades les instal·lacions del mobiliari i els electrodomèstics, es procedirà a que els fontaners i electricistes realitzin el muntatge de la instal·lació, exceptuant tot el que està en la coberta exterior, com els panells, l'aire condicionat, l'entrada de l'aigua neta, l'endoll AC i els extractors. Pel que fa aquestes instal·lacions és deixarà preparat per a fer-les un cop la fibra de vidre estigui seca. El següent pas és fer la coberta exterior. El primer pas és cobrir tot l'habitacle, exceptuant les obertures, amb el compòsit. Un cop fet s'aplicarà el pegament especial i es col·locarà la fibra de vidre, la qual s'haurà tallat del rotllo, per a cobrir tot l'habitacle, incloent les obertures. Aquest sistema estalviarà molt temps ja que un cop seca és faran els talls a mida. Aquests talls es realitzaran amb la protecció necessària. Finalment, quan la superfície ja estigui llesta s'instal·laran els panells, l'aire condicionat, les entrades d'aigua neta i corrent AC, les finestres, la porta, i els extractors, finalitzant així el muntatge de l'autocaravana.

Estudi Mediambiental

El procés de fabricació de l'habitacle de l'autocaravana comporta varis impactes ambientals, els quals tractarem en aquest apartat. Estaran dividits entre aquells deguts a la fabricació dels materials i aquells deguts als processos utilitzats per al muntatge de l'habitacle. Pel que fa als materials, tenim l'alumini, la fusta de fibra de mitjana densitat i la fibra de vidre com a materials més importants. Degut a que l'empresa fabricant del compost de la coberta exterior no mostra el procés d'obtenció no serà possible fer un anàlisi mediambiental d'aquest material.

L'alumini s'extreu a partir de la Bauxita, i per a fer-ho s'utilitza un gran nombre de maquinària pesada. A part de la contaminació d'aquesta maquinària, també hi ha un gran impacte per al que fa la biodiversitat d'un medi ja que per a extreure la Bauxita s'ha de realitzar una operació de mineria oberta. D'aquesta bauxita s'extreu l'òxid d'alumini Al_2O_3 mitjançant refinament amb actors químics especials, el qual produeix aigües residuals. A alta temperatura l'òxid d'alumini es dissol, separant l'alumini i l'oxigen. Crear aquestes temperatures consumeix un nombre elevat d'electricitat, la qual també té unes emissions de CO_2 equivalent.

Un dels principals processos que es durà a terme durant el muntatge de l'habitacle és la soldadura d'alumini. Aquest procés causa una considerable pol·lució en l'aire degut a l'elevada quantitat de gasos i fums que emet. Les elevades temperatures del procés produeixen que diverses substàncies en l'arc s'evaporin, condensant-se i oxidant-se aquest vapor a l'entrar en contacte amb l'aire formant fums contaminants. Aquests fums contenen micro-partícules les quals afecten negativament al sistema respiratori. Els gasos emesos més comuns són l'ozó, nitrurs i monòxid de carboni, però també es pot arribar a generar fosfur d'hidrogen degut a l'alta temperatura i la radiació ultraviolada que produeix l'arc. Tots aquests gasos, juntament amb les elevades temperatures, tenen un impacte negatiu tant en el medi ambient com en la salut dels operaris. Aquest seria l'impacte directe, però el procés de soldadura també consumeix una elevada quantitat d'energia, la qual té associada unes emissions de CO_2 equivalents.

El següent procés utilitzat en el muntatge que té un impacte negatiu amb el medi ambient és la utilització de la fibra de vidre per a conformar l'última capa de la coberta exterior. Aquest procés emet compostos orgànics volàtils i gasos contaminants, els quals són molt perjudicials per a la salut dels operaris i tenen un impacte negatiu amb el medi. Aquestes substàncies són degudes principalment als elements evaporats durant el procés de assecat de les resines, o adhesius, els quals són els encarregats de donar rigidesa a la coberta. Un altre procés realitzat, just a continuació de l'assecat de la capa, és fer el tall dels orificis per a diferents aparells. Aquest tall emet una gran quantitat de fibres que són perjudicials per la salut, per un banda tenen un impacte negatiu en el sistema respiratori i per l'altra són fibres irritants en la pell.

Salut i Seguretat

En tot el procés de muntatge de l'habitacle s'utilitzaran eines de tall i d'altres aplicacions, és mouran objectes pesats i és farà una instal·lació elèctrica. Tot i que aquestes parts del muntatge es faran per separat, com a norma general tots els operaris els quals estiguin assignats al muntatge hauran de portar indumentària de protecció com botes amb punta de ferro, ulleres de protecció i, depenent del procés que es desenvolupi, protecció auditiva.

Fabricació del xassís

Durant aquesta fase de la producció els operaris encarregats de fer les soldadures hauran de portar una protecció visual en forma de viseres especials per a soldadors. També portaran guants i uniforme especials per a evitar cremades. La zona de treball haurà d'estar ben ventilada per a evitar la acumulació dels gasos emesos durant el procés de soldadura. Mentre es du a terme aquest procés, una part dels operaris tallarà a mida els diferents perfils d'alumini requerits per a conformar l'habitacle, per tant aquests hauran de portar una indumentària idònia per a protegir-se de possibles talls. Caldrà que els encarregats del procés fiquin èmfasis en que es respectin les normes de seguretat que els fabricants de les eines de tall hagin designat.

Instal·lació elèctrica

Els operaris, en aquest cas electricistes, encarregats de realitzar el muntatge de sistema elèctric hauran de seguir els passos correctes a l'hora de fer les varies instal·lacions. Els panells solars hauran de romandre desconnectats de la instal·lació general durant tot el procés de muntatge. Quan sigui l'hora de comprovar el correcte funcionament del sistema caldrà que els operaris facin ús dels diversos elements de protecció. En cas de reparacions serà imprescindible el tancat dels elements de protecció, tant el general de la instal·lació fotovoltaica com aquells que tallen el corrent vingut de la bateria.

Fabricació de la coberta exterior

Durant el procés de manipulació de la fibra de vidre els operaris hauran de portar una indumentària la qual eviti que la fibra entri en contacte amb la seva pell. També hauran de portar una mascareta per a evitar inhalar les fibres o residus deguts a la manipulació d'aquest material. Caldrà que l'assecat de la capa exterior es faci en un lloc correctament ventilat per a evitar que els gasos evaporats durant l'assecat de les resines afectin als operaris.

Viabilitat Econòmica

Un cop finalitzat el pressupost, el resultat del anàlisi ha esta molt satisfactori. El cost total de l'autocaravana és d'uns 53.000 €, dels quals uns 18.000 són derivats de la camperització d'aquesta. Els temps mesurats en aquest anàlisi eren derivats d'una estimació d'una fabricació en cadena, per tant si un particular decideix fer un encàrrec a un professional autònom per a que es guii utilitzant aquest estudi, el preu pot arribar a augmentar considerablement. Tot i això, en cas de que un particular decideixi seguir aquest estudi, pot elegir una versió de segona ma del vehicle base utilitzat, la qual baixaria molt el cost total del projecte.

Observant els resultats, des d'un punt de vista d'una empresa que vol seduir a un públic diferent, i més jove, que les autocaravanes convencionals, aquests són molt bons ja que deixa un bon marge de benefici. Aquest marge vindria determinat per el preu final de venda, el qual per a distanciar-se de la competència hauria d'estar per sota dels 85.000€, creant així una diferència d'uns 20.000€ mínim amb els competidors més directes, els quals s'han tractat en l'estat de l'art d'aquest estudi.

Tot i que el pressupost realitzat esta basat en aproximacions i suposicions, aquestes acoten bastant bé els costos de les diferents fases del muntatge. Tot i això, una empresa amb una gran fabricació podria reduir considerablement els costos totals fent comandes de grans quantitats d'unitats directament als productors, saltant-se els distribuïdors. La gran majoria de preus en aquest estudi s'han extret d'aquests distribuïdors, per això interessa recalcar aquest punt.

Per a finalitzar, cal analitzar també la situació d'un particular que decideixi seguir la guia d'aquest estudi realitzant ell totes les etapes del muntatge. Per aquest cas el temps de muntatge no seria realista, però no tindria importància ja que seria el particular el que realitza les diferents feines del procés. Per tant, en cas de que el particular decidís inspirar-se en aquest estudi, podria adquirir un vehicle base igual, però del 2016 per exemple, reduint considerablement el cost total. Per una part no s'inclourien els costos de fabricació d'un professional, els quals com s'ha comentat anteriorment podrien arribar a ser desorbitats, i tindria l'avantatge també de començar des d'un vehicle considerablement més barat, estaríem parlant d'aproximadament 15.000€ menys. En el cas de que no existissin complicacions externes, el cost total del projecte podria arribar a ser de 20.000€ menys. Tot i això, l'estructura del xassís i la instal·lació elèctrica són apartats molt delicat els qual haurien de estar almenys supervisats per professionals.

Conclusions

En aquest estudi s'han tractat els diferents processos necessaris per a dissenyar l'habitacle d'una autocaravana de la classe B. L'objectiu de l'estudi ha estat crear un vehicle capaç de seduir al sector d'entusiastes que practiquen esport a l'aire lliure. S'ha aconseguit aquesta fita primerament fent que l'autocaravana pogués ser autosuficient durant períodes de fins a 5 dies, tenint habilitat un carregador extern en cas de que els propietaris volguessin allargar el viatge. Aquesta autonomia s'ha aconseguit mitjançant una instal·lació de panells solars, els quals són de bona qualitat i ja estan preparats per a aquesta aplicació. La instal·lació solar s'ha acompanyat d'una bateria de liti, superior en capacitat i vida útil a la resta de tipologies de bateria, aconseguint un dels principals objectius fixats a l'inici de l'estudi. La importància del carregador alimentat amb corrent alterna és que el cost de llogar un punt per a carregar és de 10 € al dia, per tant ha estat de vital importància incloure aquesta funció a l'habitacle.

Un altre dels punts imprescindibles ha estat que l'habitacle fos el més lleuger possible. Per a aconseguir aquesta fita s'ha dissenyat un xassís d'alumini, el qual ha aportat una rigidesa extra al vehicle la qual ajudarà molt en el cas de que els usuaris tinguin un accident o xoquin contra algun objecte que trobin pel camí. Degut a que l'autocaravana haurà de transitar per camins, fora de la ret de carreteres, les probabilitats de que l'autocaravana impacti amb qualsevol objecte, ja siguin roques o arbres, són més elevades que si circulés per les rutes de càmping convencional. Per tant, aquest xassís mantindrà els danys al mínim, dins de les capacitats del món de les autocaravanes, i ho farà sense aportar molt pes, com s'ha vist anteriorment. Degut a que s'han elegit perfils típics per a realitzar el disseny, el preu d'aquest s'ha vist considerablement reduït. Aquesta reducció de pes també ha ajudat a millorar el consum de dièsel del vehicle.

Per a complementar les capacitats de visitar indrets una mica aïllats, durant l'elecció del vehicle aquest s'ha equipat amb una tracció a les 4 rodes i una transmissió automàtica, la qual ajudarà considerablement al conductor a circular per terrenys difícils. Tot i això, cal destacar que l'autocaravana no deixa de ser un vehicle voluminós, per tant aquestes capacitats és donen dins uns límits raonables, no seria possible la circulació per terrenys extrems.

Per a millorar la comoditat dels usuaris a l'hora de que practiquin l'esport que desitgin, s'ha equipat l'autocaravana amb un maleter considerablement gran, amb suficient espai per a guardar l'equipament vari que els propietaris desitgin. Tot i això, degut a que s'han prioritzat altres tipus de comoditats, s'ha hagut de sacrificar una part d'aquest espai per a fer lloc per d'altres objectes. Un altre punt que ha impedit tenir un magatzem molt ampli és la longitud total del vehicle. Degut a que com s'ha mencionat anteriorment, aquest haurà de tenir la capacitat de maniobrar per terrenys una mica difícils, no ha estat realista que la longitud total fos molt elevada, tot el contrari, s'ha compactat al màxim intentant complir amb unes necessitats d'emmagatzematge bàsiques. Tot i això, queda un espai de 0,8 x 1,95 m d'emmagatzematge, el qual combinat de diverses maneres pot arribar a guardar l'equipatge en la majoria de viatges. Cal afegir també que en l'interior també estarà habilitat emmagatzematge extra, per tant aquest estaria dedicat quasi exclusivament a l'equipament.

Una de les comoditats essencials, la qual ens separaria de les autocaravanes de a classe B, és tenir un lavabo complert i ampli, en comparació. Aquest estaria equipat amb un vàter i una dutxa àmplia, la qual tindria un subministrament constant d'aigua calenta gràcies a l'escalfador de l'aigua elegit. Aquest utilitza propà, a l'igual que els fogons, i s'ha optat per aquest tipus d'energia ja que és més compacta i no consumeix electricitat, millorant així la durada de les bateries. Els fogons poden ser utilitzats de manera molt variada, donant a l'usuari la capacitat de cuinar una gran varietat de plats. Tant el lavabo com la cuina han estat equipats per a poder satisfer de manera correcta als propietaris, tenint l'emmagatzematge adient i una ventilació adequada per a cadascun dels dos espais.

S'ha optat per una llitera i un sofà llit per a complir amb la necessitat de dormir, els quals són molt espaiosos i còmodes per a oferir confort. L'espai de lleure és molt simple, és tracta d'una taula, dos cadires i el sofà llit. Aquests objectes és podran combinar de diferents maneres per a satisfer les necessitats puntuals que els propietaris puguin tenir. Les cobertes s'han realitzat de manera que l'habitacle quedi aïllat del medi exterior, tant tèrmica com acústicament. També té una capa protectora per a fer un tancat hermètic de l'habitacle, assegurant així una vida útil d'aquest molt elevada.

Aquest estudi ha tingut com ha objectiu resoldre els problemes presentats a l'hora de enfrontar aquest disseny, però no ha arribat a assolir el nivell d'un projecte de fabricació. A continuació s'explicarà els àmbits en els que caldria fer un projecte d'enginyeria en detall i les raons per les quals es creu que sigui necessari.

Primerament, caldria que el xassís fos simulat mitjançant un software d'estructures degut a que en aquest estudi s'han realitzat càlculs simples i aproximats per a assolir els diferents resultats. L'objectiu d'aquest nou estudi seria justificar millor la solidesa de l'estructura, per lo qual és ideal un software com el Catia o Solidworks, i optimitzar-la de manera que el cost de fabricació fos el mínim. Tot i que la solidesa de xassís està mes o menys assegurada, un vehicle que circularà per la carretera, com serà l'autocaravana dissenyada, precisa d'un estudi en detall com el que s'ha explicat.

Un altre aspecte en el qual aquest estudi no s'ha centrat gaire és en l'estètica de l'autocaravana, tant en interiors com en exteriors. Tot i que l'estètica no és necessària per a solucionar els problemes derivats dels requeriments de l'habitacle, és el punt bàsic i més important que s'ha de tenir en compte en aquest cas. És així ja que el vehicle en qüestió s'ha de vendre, i una forma més redona, amb perfils no tan bruscs seria molt més seductora vers els compradors que la dissenyada en aquest estudi. Aquesta part podria ser solucionada mitjançant una millor forma de la coberta exterior, enlloc de aplicar directament el rotllo de fibra de vidre sobre la coberta física és podrien crear formes amb antelació per a posteriorment ser muntades. Pel que fa l'interior passa el mateix, i aquest és podria solucionar amb un equip, tant d'enginyers com de dissenyadors d'interiors, per a assolir una estètica que és diferenciés, de forma positiva, de la resta d'autocaravanes.

L'últim aspecte pel que fa a millores o treballs posterior és exposar l'autocaravana a un procés d'homologació, tot i que en aquest estudi s'han considerats premisses bàsiques per a fer-ho possible, caldrà presentar l'informe que les autoritats pertinents requereixin per a homologar l'autocaravana com un vehicle amb el qual es pugui circular.

Per a resoldre els aspectes destacats anteriorment faria falta realitzar un projecte d'enginyeria en detall el qual tingués una durada aproximada d'unes 300 hores més, el qual proporcionaria el temps suficient per a acabar de acotar tots els paràmetres per a que aquest estudi esdevingués un projecte de fabricació complert, el qual tingués un producte 100% competitiu en el mercat, i que aquest fos homologable.

El cost final obtingut és d'aproximadament 53.000€, un preu elevat, però que en el cas de que el preu de venda fixat fos similar a la resta de competidors de la classe B deixaria un molt bon marge de benefici. Aquest preu però, s'ha fet elegint un vehicle base nou, el qual costa uns 35.000 €, per tant el preu total de l'autocaravana, en cas de que la camperització la volgués realitzar un particular, podria reduir-se molt en cas de que el vehicle base fos de segona ma, els quals degut als quasi 5 anys que l'autocaravana porta en fabricació és poden trobar amb reduccions considerables de preu.

Per a finalitzar les conclusions de l'estudi, durant la realització d'aquest he après la dificultat i la gran varietat de necessitats i problemes que comporta fer el disseny complert d'un habitacle per a una autocaravana comercial. Com s'ha detallant anteriorment, hi ha una varietat de punts els quals serien millorables, però és finalitza el treball amb la conclusió de que l'estudi, amb les millores, podria servir de guia per a qualsevol empresa, o particular, que desitgés crear un producte similar al dissenyat en aquest estudi, ja que tots els productes i materials utilitzats es poden comprar en distribuïdors, tant online com locals.

Bibliografia

Els enllaços de les imatges utilitzades també s'inclouen en els links, especialment en els dels distribuïdors de materials per a autocaravanes.

Estat de l'art

Origen autocaravanes

<https://historycooperative.org/the-history-of-rvs/>

<https://www.smithsonianmag.com/history/commemorating-100-years-of-the-rv-56915006/>

<https://www.smithsonianmag.com/innovation/brief-history-rv-180970195/>

Classificació

<https://www.motoryracing.com/coches/noticias/las-autocaravanas-y-su-evolucion/>

<https://rvshare.com/blog/rv-classes/>

Principals Fabricants

<https://www.outdoorsy.com/blog/the-big-guide-to-rv-manufacturers>

Elecció del model

<https://www.volkswagen-comerciales.es/es.html>

Materials

<https://www.alu-stock.es/es/informacion-tecnica/aleaciones/>

<http://www.indexal.com/?q=node/32>

<https://www.interempresas.net/Madera/Articulos/105399-Madera-aserrada-para-uso-estructural.html>

<https://www.gasparini.com/es/blog/aluminio-y-sus-aleaciones/>

<https://www.azdelonboard.com/>

<https://www.rvhometown.com/what-are-rv-interior-walls-made-of/>

Disseny del xassís

<https://bb-database.de/jctumbau/en/web/international/crafter-technische-zeichnungen>

<https://www.youtube.com/watch?v=2VIR9AhJEOM>

<https://www.youtube.com/watch?v=5KNw1L2ofs4>

Instal·lació de subministrament d'electricitat

<https://www.youtube.com/watch?v=rVkdPzrA-zw>

<https://help.aurorasolar.com/hc/en-us/articles/235994088-System-Loss-Diagram>

<https://www.wholesalesolar.com/blog/lead-acid-vs-lithium-batteries>

<https://www.alconlighting.com/blog/residential-led-lighting/how-do-i-determine-how-many-led-lumens-i-need-for-a-space/>

<http://ferrolan.es/que-potencia-luminica-necesitas-en-funcion-de-los-m2-descubre-los-downlight-led-de-superficie-y-los-lumenes-necesarios/>

<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2017/9/11/best-solar-panels-top-modules-review>

<https://www.solarpowerrocks.com/solar-basics/how-much-electricity-does-a-solar-panel-produce/>

<https://rvshare.com/blog/rv-electrical/>

Instal·lació de subministrament d'aigua

<https://www.trailerlife.com/tech/above-and-below-understanding-the-rv-waste-system/>

Coberta Exterior

https://www.youtube.com/watch?v=a_aEmUCa5Hw

<https://www.youtube.com/watch?v=l1Q56AaVEvU>

<https://www.youtube.com/watch?v=JxWVojhO588>

Coberta Interior

<https://www.rvhometown.com/what-are-rv-interior-walls-made-of/>

Càlcul de l'estructura

https://www.engineersedge.com/l_beams_aluminum.htm

<https://www.ulbrich.com/alloys/6000-7000-series-aluminum-alloys/>

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn15.html>

https://www.engineeringtoolbox.com/properties-aluminum-pipe-d_1340.html

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25612/1/Estructuras%20Met%C3%A1licas%20-%20Material%20apoyo.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=AUwxAFCnAZw>

<https://www.alu-stock.es/es/aluminio-industria/perfiles-normalizados/tubos-rectangulares/>

<http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=MA6061T6>



Estudi Mediambiental i de Seguretat

<https://www.intechopen.com/books/current-air-quality-issues/air-pollution-in-welding-processes-assessment-and-control-methods>

https://www.attorneystevelee.com/wp-content/uploads/fiberglass_comm_info.pdf

<https://www.greenlivingtips.com/articles/is-mdf-green.html>

<https://www.thesca.org/connect/blog/environmental-impact-aluminum>

<https://www.highspeedtraining.co.uk/hub/welding-hazards-in-the-workplace/>

<https://www.fibreglassroofingkits.co.uk/24-7-support/hazards-precautions>

https://archive.epa.gov/airquality/community/web/html/fiberglass_addl_info.html

Avaluació Econòmica

<https://es.indeed.com/salaries/fontanero-Salaries?period=HOURLY>

<https://es.indeed.com/salaries/electricista-industrial-Salaries>

Webs de subministrament de parts per a autocaravanes consultades

<https://www.pplmotorhomes.com/>

<https://www.dometic.com/>

<https://www.camperid.com/>

<https://www.recpro.com/>

<https://www.campingworld.com/>

<https://www.ikea.com/es/ca/>