EPS
Escola Politècnica
UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 1994

Títol: Càlcul, disseny i fabricació d'una carrosseria autoportant en material compòsit per al vehicle de baix consum Àliga.

Document: ANNEX E: Fabricació de la Carrosseria Autoportant

Alumne: Marc Gascons i Tarrés

Director/Tutor: Albert Turon i Travesa
Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial
Àrea: Mecànica dels medis continus i teoria d'estructures

Convocatòria (mes/any): Febrer / 2006

ANNEX E: FABRICACIÓ DE LA CARROSSERIA AUTOPORTANT

E.1 OBJECTIU DEL DOCUMENT pàg. 3

E.2 MATERIALS pàg. 4

E.3 PECES PREFABRICADES pàg. 5

E.3.1 Conceptes previs pàg. 6

E.3.2 Laterals del pont davanter pàg. 8

E.3.3 Angles de la caixa de les rodes pàg. 9

E.3.4 Respatller pàg. 10

E.3.5 Reposacaps pàg. 11

E.3.6 Base de la electrònica i del motor pàg. 12

E.3.7 Part posterior del vehicle pàg. 13

E.3.8 Fulls de ruta de les peces prefabricades pàg. 13

E.4 PECES LAMINADES pàg. 17

E.4.1 Conceptes previs al laminat pàg. 17

E.4.2 Pla de laminat del l'arc de seguretat pàg. 20

E.4.3 Pla de laminat del lateral del vehicle pàg. 25

E.4.4 Pla de laminat del pont davanter i la base pàg. 30

E.4.5 Fulls de ruta de les peces laminades pàg. 34

E.5 ESTRUCTURA AUXILIAR PER EL MUNTATGE pàg. 38

E.6 SOLUCIONS CONSTRUCTIVES PER A L’ENSAMBLATGE pàg. 42

E.7 PROCEDIMENT DE FABRICACIÓ pàg. 44

E.7.1 Consideracions preliminars pàg. 44

E.8 SEQUÈNCIA D’ENSAMBLATGE pàg. 48

E.9 FULLS DE RUTA pàg. 49

E.1-OBJECTIU DEL DOCUMENT

Aquest document es mostra com una guia per als membres del equip que portaran a terme la construcció de la nova carrosseria autoportant.

La estructura d’aquest document compren una primera part a on es tracten totes les peces que arribaran prefabricades a l’equip. Aquestes peces, només s’hauran de sotmetre a un procés de mecanitzat i caldrà preparar-ne els cantells per a ser muntades.

Seguidament, es parla de totes les peces que seran laminades de forma manual per els membres de l’equip. Primer es fa referència a unes nocions i conceptes previs per a la realització de qualsevol pla de laminat i seguidament s’ofereix la informació particular per a cada peça.

El següent punt que trobem és la descripció de la estructura auxiliar que cal realitzar per tal de poder produir el vehicle, que servirà per assegurar les diferents cotes bàsiques i per portar a terme les diferents solucions que s’han pres per a la realització de les unions en angle de les peces que conformen la carrosseria.

Finalment, es detalla la seqüència d’ensamblatge i es disposen tots els fulls de ruta ordenats segons l’ordre de col·locació sobre l’estructura auxiliar.

E.2-MATERIALS

Els materials necessaris per tal de realitzar aquest laminat es troben descrits al ANNEX A:Descripcions tècniques, de la Memòria Descriptiva d’aquest mateix projecte.

Per tal d’aprofitar el màxim possible tan els panells com la fibra de carboni preimpregnada, es recomana que s’estudiï, amb els patrons retallats, la forma d’economitzar el panell, en la mesura del possible.

E.3-PECES PREFABRICADES

Dintre de la fabricació de la carrosseria hi ha un seguit de panells sandvitx que no es fabricaran “in-situ”, si no que s’extrauran de un panell prefabricat tipus sandvitx composat per el laminat de fibra de carboni que es descriu en cada cos i per una placa de panell d’abella d’aramida (nòmex) de un gruix també determinat en cada cas.

Aquest panell s’ha aconseguit gràcies a un acord amb la empresa Axson Ibèrica, S.A., que és un dels espònsors del equip EPS Shell Eco Marathon. Aquests peces arribaran a les instal·lacions de l’equip en forma de un panell prefabricat del tipus sandvitx, amb les mides màximes de fabricació que permet el procés productiu, i a partit d’aquí es sotmetran als processos de mecanitzat que siguin necessaris, generalment un retallat, per tal d’obtenir cadascuna de les peces en particular.

El fet de que les peces vinguin prefabricades implica un augment enorme de la qualitat de l’acabat, tan en el que refereix a resistència mecànica de la peça com en el seu acabat visual i tècnic. Pel fet de presentar aquestes millores, el principal avantatge que en podem treure es que necessitem menys capes de fibra de carboni preimpregnada per assegurar la continuïtat de propietats del model. En cas de laminar-ho de forma manual, cal augmentar aquest numero de capes per compensar els efectes de laminar de forma manual.

Per això les peces en el que l’acabat superficial té importància, degut a que existeixen requeriments de planitut, es fabricaran amb aquest sistema.

És el cas de peces com els laterals del pont davanter, a on es collaran les rodes davanteres o la base de suport del motor, que també interessa que sigui completament plana per no tenir problemes amb la transmissió.

Hi ha altres peces que per senzillesa i comoditat també es fabricaran d’aquesta forma, com la part posterior o les dues cares planes que conformen el caixó de les rodes davanteres. El fet de que siguin formes geomètriques molt simples i de que la seva mida sigui petita en comparació amb la resta de peces, afavoreix aquest tipus de fabricació.

E.3.1 Conceptes previs

Tot i la senzillesa que, a primera vista, suposa el fet de que per fabricar aquestes peces tan sols s’hagi de retallar una part de una placa sencera, hi ha una sèrie de conceptes que cal tenir clar abans de començar aquest procés de fabricació.

A part de seguir totes les condicions i toleràncies que es nombren en aquest annex, en el plec de condicions i ens els plànols i patrons, s’ha cregut convenient establir uns criteris d’ordre en la fabricació

Per tal de mantenir un ordre i poder identificar de forma inequívoca quina peça tenim entre les mans, s’ha dissenyat una nomenclatura global per a totes les peces que formen la carrosseria autoportant.

Començarem descrivint la nomenclatura que fa referència a les peces prefabricades:

La nomenclatura es basa en un codi composat per diferents lletres, ordenats amb la estructura que es mostra a continuació

XX-YYY-ZZ

Les dues primeres posicions “**XX**” identifiquen la peça com una de les peces que s’obtenen a partir d’un panell prefabricat, i ho diferencia de les peces que s’obtenen mitjançant laminació. Els dos valors que pot assolir aquest paràmetre son

PL- Peça Laminada

PP- Peça Prefabricada

Seguidament trobem un conjunt de tres lletres “**YYY**” que identifica la peça prefabricada en qüestió i la diferencia de la resta que configuren el model. Els valors que pot assolir son:

LPD – Laterals del pont davanter

ACR – Angles de la caixa de les rodes

RPT – Respatller

RPC – Reposacaps

BEM – Base per a la electrònica i el motor

PPV – Part posterior del vehicle

Finalment, ens queden les dues últimes lletres “**ZZ**”, que no seran utilitzades en tot els casos, si no que es reserven per a les peces que estan doblades i per tan que cal distingir a quin lateral pertanyen. Els seus valors seran

DR- Part dreta del vehicle

ES- Part esquerra del vehicle

Així doncs, a tall d’exemple,

-**PP-LPD-DR** És tracta de una peça prefabricada, concretament de el Lateral del Pont davanter que ha de anar situat a la dreta del pilot.

-**PP-BEM** És tracta de una peça prefabricada, concretament de la base de suport de la electrònica i el motor.

Per tal de portar a terme els talls en les diferents peces, s’ha elaborat un plec de plànols per a les peces prefabricades, així com un conjunt de fulls de ruta específics.

Caldrà seguir-los de forma estricte utilitzant per identificar-los aquest codi, que es mostra tan a la fulla de ruta corresponent a cada peça com en el plànol en que ens hem de referir per tal de saber quina forma ha de tenir la peça amb que estem treballant.

E.3.2 Laterals del pont davanter

Els laterals del pont davanter es retallaran directament de un panell sandvitx prefabricat de fibra de carboni amb matriu epòxica i panell d'abella "nòmex" .La configuració d'aquest panell respon a l'esquema de laminat $[0º/90º,0º/90º,N5]_s$

S'ha escollit el prefabricat per a aquest tipus de panell donat que la planitut de les superfícies és molt important per assegurar una bona base per collar les rodes, ja que s'ha de tenir molta cura i precisió per poder donar les geometries de direcció òptimes.

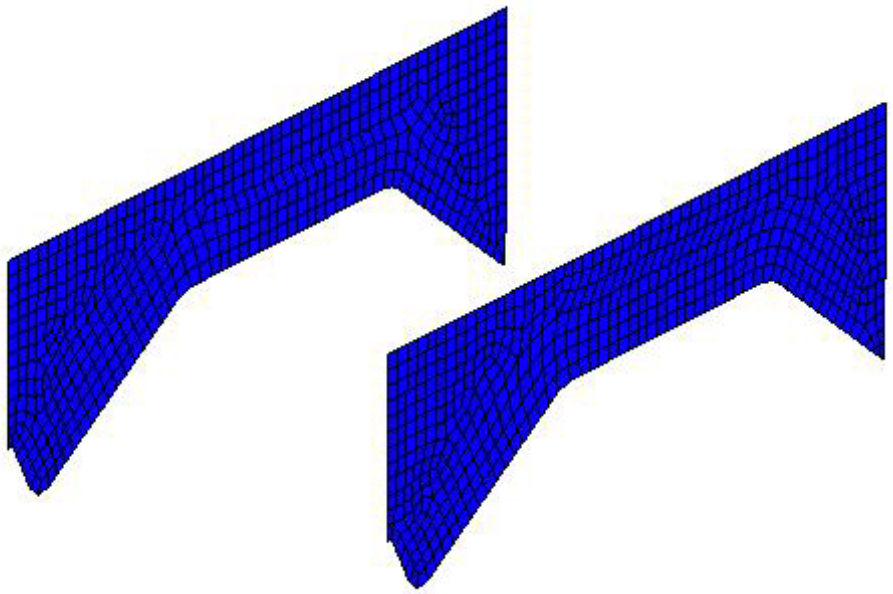


Fig 1. Imatge dels laterals del pont davanter

Es retallaran directament de la placa que subministrarà el fabricant, col·locant els patrons de forma que s'optimitzi al màxim la placa sencera. Caldrà tenir especial cura en que la forma retallada quedi dintre de les toleràncies permeses per el plec de condicions de fabricació, doncs d'això en depèn el correcte ensamblatge del conjunt.

E.3.3 Angles de la caixa de les rodes

Es tracta de dues peces simètriques, completament rectangulars i que no tenen cap tipus de requeriment especial. S'ha escollit obtenir aquestes peces a partir del panell prefabricat per no augmentar la càrrega de peces a fabricar de forma artesanal, ja que fent-ho no s'aportava cap valor afegit per a la peça.

Per aquest motiu es va decidir encabir aquestes dues formes dintre del panell prefabricat. S'extrauran de un panell amb una configuració $[0º/90º,0º/90º,0º/90º,N8]_s$, que és el mateix que s'utilitzarà per la base de suport del motor.

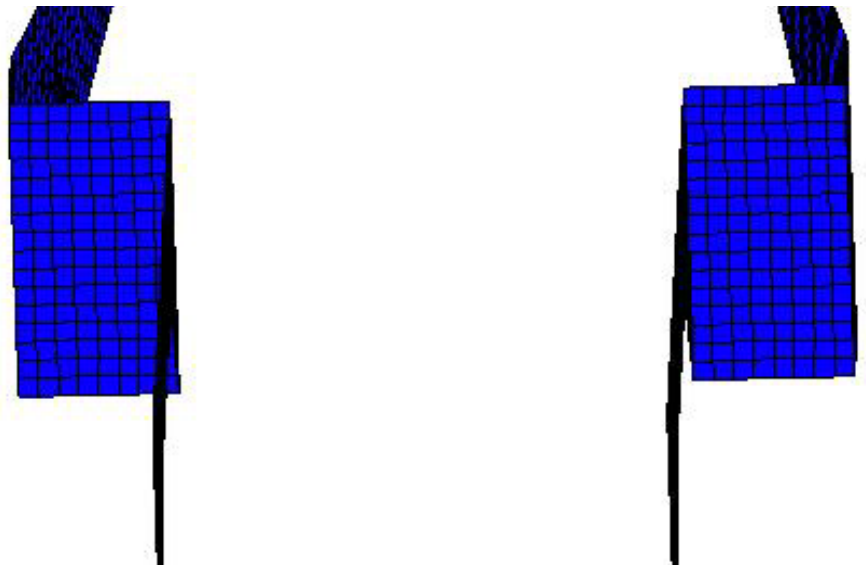


Fig 2. Imatge dels angles de la caixa de la roda

Donat a que en el càlcul es pot observar que és una zona especialment compromesa, caldrà tenir cura amb com s'uneixen aquestes parts amb els laterals del vehicle i els laterals del pont davanter.

Per a fer-ho, es poden seguir les indicacions que figuren en aquest annex, i es recomana que es tingui especial cura i es sigui el més estricte possible amb els requeriments que hi figuren per tal de no tenir cap problema.

E.3.4 Respatller

El respatller és una peça que anirà col·locada sobre la base del vehicle, en un punt en que la pròpia forma que té aquesta base fa que es consideri una prolongació natural de la mateixa.

A sota del respatller hi ha ubicada la electrònica que governarà el vehicle, i per tal d'accedir-hi, es retallarà una boca d'accés, que posteriorment es cobrirà amb un laminat lleuger de fibra de vidre no estructural, que serà totalment practicable, donant així accessibilitat a la electrònica a partir del forat mecanitzat.

S'extrauran de un panell amb una configuració $[0º/90º,0º/90º,0º/90º,N5]_s$

En la següent imatge s'observa la prolongació natural i la boca d'accés

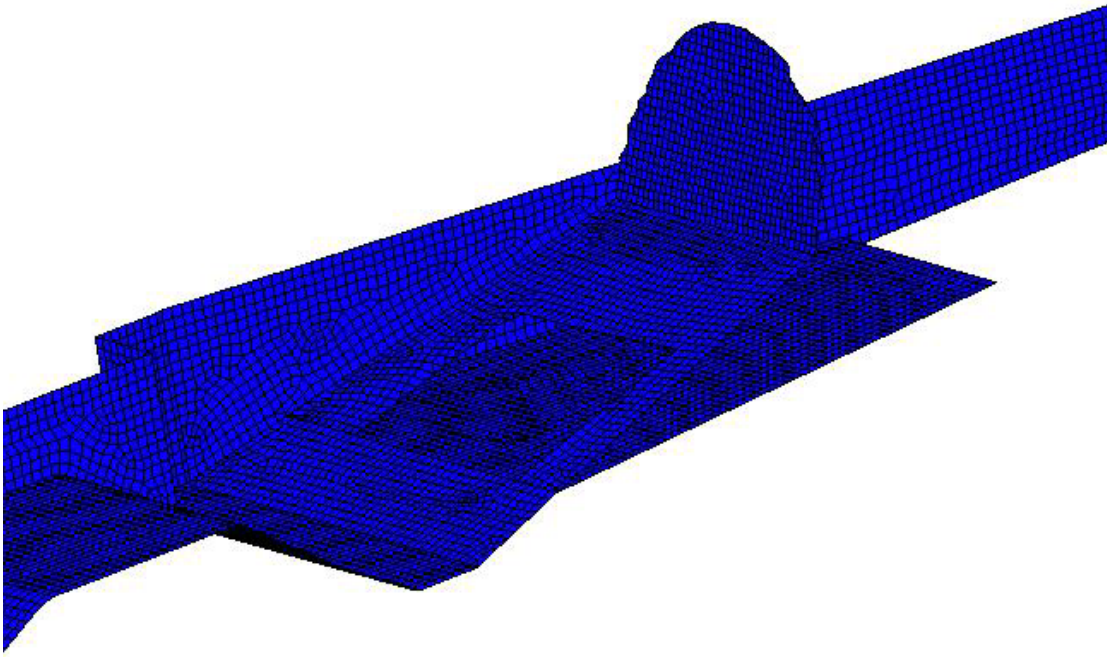


Fig 3. Imatge dels respatller del vehicle

E.3.5 Reposacaps

El reposacaps és també un element estructural que comença al final del respatller i acaba amb l'arc de seguretat. Lliga aquest arc amb els laterals i actuaria de reforç de la barra antivolcada en cas d'accident. És una peça que no podem definir a aquesta alçada de desenvolupament del vehicle, donat a que la geometria de l'arc de seguretat depèn del disseny per CFD, que encara no està llest. Tot i així, podem determinar unes cotes màximes donades per el plec d'especificacions del vehicle que definiran la forma de l'arc que es podrà retallar sense problema.

Cal tenir especial cura amb els talls en ambdós laterals de la peça, ja que el seu ensamblatge amb els laterals del vehicle és un dels punts crítics en quan a transmissió de forces al llarg del vehicle.

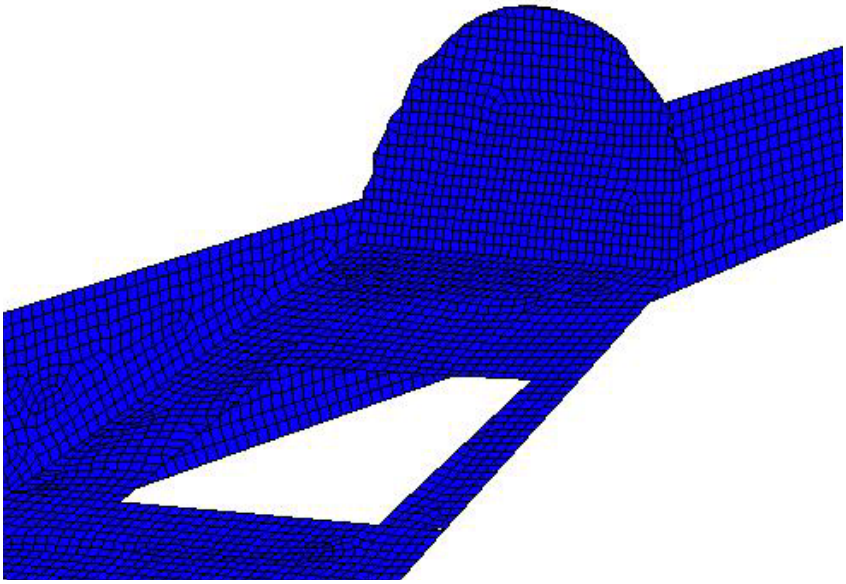


Fig 4. Imatge del reposacaps del vehicle

S'extrauran de un panell amb una configuració $[0º/90º,0º/90º,0º/90º,N8]_s$, que és el mateix que s'utilitzarà per la base de suport del motor.

E.3.6 Base de suport de la electrònica i el motor

És una de les peces que requereix més precisió, tan en el tall com en la col·locació. El fet de voler collar-hi directament el motor fa necessari que aquesta base sigui completament plana i es col·loqui de forma totalment paral·lela al terra i perpendicular als dos laterals, que seran els punts de on penjaran els suports de l'eix posterior.

Qualsevol error en aquests punts faria que el motor no tingués una base plana a on poder-lo collar, augmentant el risc de que treballi de forma inclinada, i conseqüentment fent que l'eix de sortida a on s'allotja el pinyó no sigui paral·lel a l'eix posterior del vehicle. Això augmentaria el risc de trencament de cadena o alguna altre part de la transmissió. Aquesta peça s'encolarà als laterals, que seran laminats de forma manual.

S'extrauran de un panell amb una configuració $[0º/90º,0º/90º,0º/90º,N8]_s$, que és el mateix que s'utilitzarà per a la realització dels reposacaps.

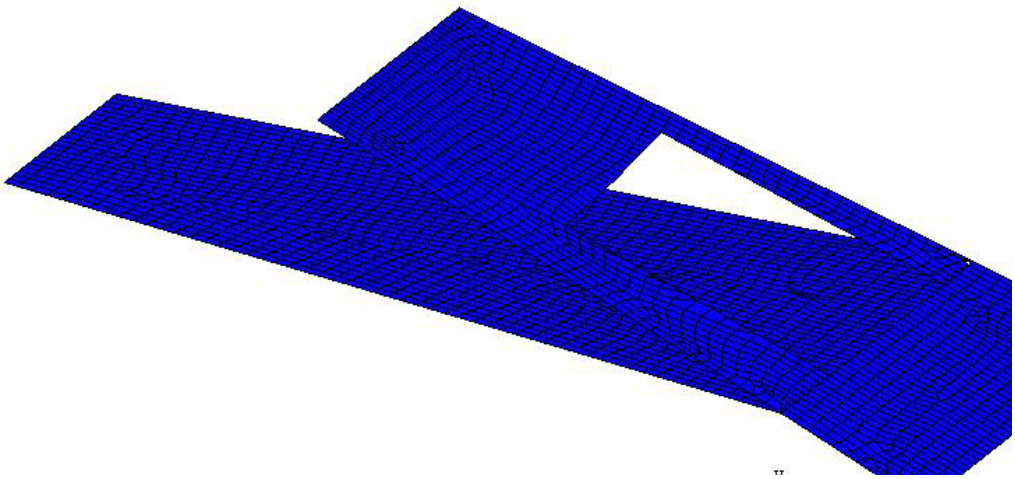


Fig 5. Imatge de la base de suport del motor i la electronica

E.3.7 Part posterior del vehicle

La darrera part que s’obtindrà a partir de la placa de panell sandvitx és la part posterior del vehicle. Es tracta d’un rectangle que, al igual que els angles de les caixes de les rodes, s’extreu de la placa per comoditat de fabricació.

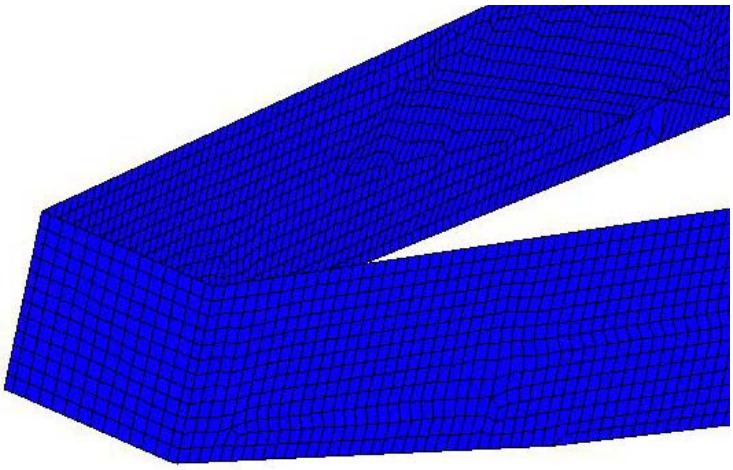


Fig 6. Imatge de la part posterior que uneix els dos laterals

E.3.8 Fulles de ruta de les peces prefabricades

Els plànols de les peces prefabricades i la seva ubicació dins de la seqüència global de col·locació son la informació bàsica necessària per tal de fer possible la producció de les peces prefabricades del vehicle, però no son suficients per assegurar la correcta efectivitat i control al llarg de tot el procés productiu.

És aquest el motiu per el qual es desenvolupen les fulles de ruta d’execució de les peces prefabricades, que es descriuen a continuació

Descripció general dels fulls de ruta

La fulla de ruta és un document pensat per ajudar l'operari a la hora de fabricar cada peça, afegint tota la informació necessària per a una correcte execució dins del procés de fabricació.

La fulla de ruta, com es pot veure a continuació, s'ha dividit en una part visual, una de numèrica i una de control. També s'hi contempla una part per controlar el treball de l'operari i afegir comentaris de observacions que sorgeixin durant la producció.

Descripció de la part visual

En aquesta part, visible en la figura adjunta al text, hi ha dos dibuixos.

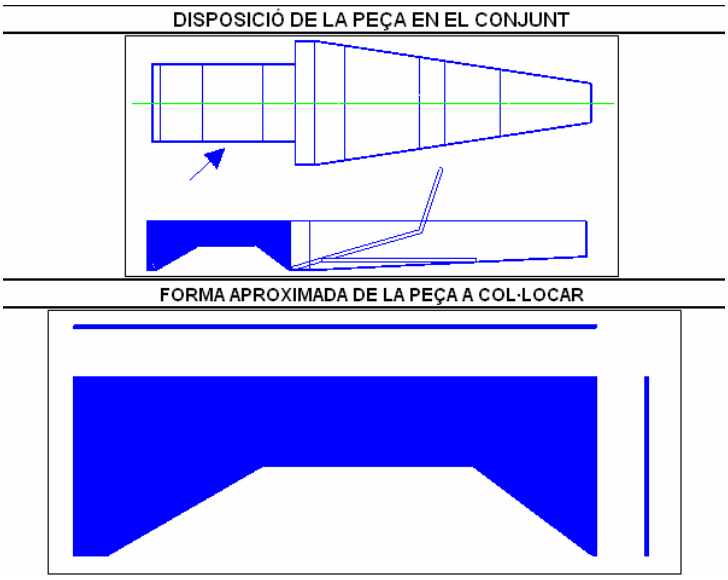


Fig 7. Imatge de la part visual del full de ruta

El primer correspon a vistes de la carrosseria, i en elles hi ha ombrejada la zona que ocupa la peça en qüestió així com una indicació concreta de la zona indicada mitjançant una fletxa, en cas de que presti a confusió.

La segona imatge correspon a una vista orientativa de la peça final, per tal de fer-la fàcilment distingible respecte a la resta de peces que s'han de fabricar.

E.7.3 Descripció de la part numèrica

La part numèrica conté tota la informació necessària per a la identificació del full, així com per la col·locació de la peça tallada sobre la estructura auxiliar. Es troba dividida en dues parts al llarg de la fulla,essent la part superior referent a la pròpia peça:

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-LPD-ES	
PLÀNOL Nº	1	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	2

Fig 8. Imatge de la part numèrica superior

En aquesta primera part hi figuren en nom i codi de la peça, així com el plànol a que cal fer referència per a poder retallar-la.

S'inclou un apartat que especifica quin acabat ha de tenir la peça i finalment mostra un quadre amb el ordre de muntatge dins de la seqüència global de fabricació de la carrosseria.

A la part inferior trobem les referències de col·locació que ajudaran a posicionar de forma correcte la peça en el muntatge del vehicle. Aquestes referències cal pendre-les respecte els eixos "X", i "Y", transversals i longtudinals del vehicle que es creuen en el seu centre de gravetat, i que estaran indicats en la estructura auxiliar del pont davanter i base del vehicle.

REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ
Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"
Situar a +200mm de la línia "Y"

Fig 9. Imatge de la part numèrica inferior

E.7.4 Descripció de la part de control de la producció

En l'apartat de control de producció, trobem espai per a la identificació de qui executa el tall i la col·locació de les peces, així com un espai per a la seva posterior comprovació, en cas de que fos necessari.

CONTROL DE PRODUCCIÓ		
RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

Fig 10. Imatge de la part de control de la producció

Finalment, s'hi adjunta un espai per a possibles observacions i comentaris que sorgissin durant el procés productiu o per indicar quines estructures auxiliars cal utilitzar per tal de realitzar els muntatges.

COMENTARIS
Utilitzar les estructures auxiliars: Pont davanter i base del vehicle i Laterals del pont davanter

Fig 11. Imatge de la part de control de la producció

E.4 PECES LAMINADES

Les peces que es mostren a continuació tenen una complexitat més elevada que les anteriors, i no es poden obtenir simplement retallant-les de una placa. Per això mateix caldrà fabricar-les laminant a sobre una estructura auxiliar.

Tot i que aquest procediment es volia evitar en tot lo possible, és necessari portar-lo a terme per fabricar certes peces del vehicle que requereixen un valor afegit que no pot donar una peça prefabricada, tal com son geometries especialment complexes, o la necessitat de donar continuïtat de propietats del material al llarg de una geometria que canvia de formes.

Amb aquest plantejament, però, s’evita la realització de un motlle de grans dimensions i geometries molt complexes que és un gran entrebanc i suposa un gran cost econòmic i de hores de treball de l’equip. Els petits motlles i estructures auxiliars que es realitzen, tenen unes dimensions més reduïdes i la seva elaboració és menys complexa que un sol motlle per a tot.

E.4.1 Conceptes previs al laminat

Abans de descriure pas a pas com cal executar cadascun dels laminats de les diferents peces que conformen el vehicle, es descriuen una sèrie de conceptes que serveixen per entendre millor tot el procediment a seguir a la hora de laminar una peça.

Seguretat e Higiene

Quan es lamini qualsevol de les peces que es descriuen a continuació, es seguiran de forma escrupolosa les instruccions escrites a l’annex F d’aquest document.

Nomenclatura general

De la mateixa manera que s’ha fet amb les peces prefabricades, per poder diferenciar a quina peça correspon cada patró i quines son les instruccions de laminació i seqüenciació corresponents, s’estableix un codi general de classificació de tot el procés productiu, basat en un codi alfanumèric que es descriu a continuació.

La nomenclatura es basa en un codi composat per diferents lletres, ordenats amb la estructura que es mostra a continuació

XX-YYY-ZZ-AA

Les dues primeres posicions “**XX**” identifiquen la peça com una de les peces que s’obtenen a partir d’un panell prefabricat, i ho diferencia de les peces que s’obtenen mitjançant laminació. Els dos valors que pot assolir aquest paràmetre son

PL- Peça Laminada

PP- Peça Prefabricada

Seguidament trobem un conjunt de tres lletres “**YYY**” que identifica la peça prefabricada en qüestió i la diferencia de la resta que configuren el model. Els valors que pot assolir son:

AST – Arc de seguretat

LTD – Lateral dret del prototip

LTE – Lateral esquerra del prototip

PDB – Pont davanter i base del vehicle

Les lletres “**ZZ**”, seran utilitzades per definir a quina part del laminat ens estem referint, diferenciant tres grups que es defineixen a continuació

RS - Recobriment Superior

PA- Panell d’Abella

RI – Recobriment Interior

Es considerarà el recobriment interior aquell en que la cara externa dona a la part interior del vehicle.

Finalment trobem dues xifres “**AA**” que son les que indiquen el número de capa en que ens trobem dins del laminat. Aquesta xifra és la que determinarà l’ordre de col·locació de les capes a la hora d’efectuar el laminat, essent el número més baix la primera capa a col·locar i el número més alt la última. Els valors que pot prendre son

Per a les capes del Recobriment superior

Des de **01** a **03**

Per les capes del Panell d’Abella

Sempre **01**

Per a les capes del Recobriment interior

Des de **01** a **03**

Així doncs, a tall d’exemple,

-**PL-AST-RI-02** És tracta de una capa de una peça laminada, concretament de l’arc de seguretat. Pertany al recobriment interior i serà la segona capa que es col·loqui a la hora de fabricar la peça

-**PL-LTD-PA-01** És tracta del panell d’abella que s’utilitzarà en la fabricació de la peça laminada corresponent al lateral del vehicle

Ara ja es poden descriure els plans de laminat i les característiques particulars de cadascuna de les peces que s’han de laminar.

E.4.2 Pla de laminat de l'arc de seguretat

En aquest apartat es descriu tot el necessari per elaborar l'arc de seguretat del prototip.

Definició dels laminats

El procés de producció del arc de seguretat del pilot es realitzarà un cop acabada la resta de parts de la carrosseria, i si es considerés necessari, es podrien tornar a definir totes les cotes per tal d'augmentar la precisió de la fabricació.

Definirem vàries zones, segons la distribució dels diferents materials i capes dins del panell. Abreviarem la seva denominació tal com indica la següent taula

ZONA	DESIGNACIÓ
Recobriment superior del panell	RS
Panell d'Abella	PA
Recobriment inferior del panell	RI

Taula 1 Designació abreviada de les zones del laminat

Definició del tipus de capes

La composició del laminat de l'arc s'ha executat considerant tres tipus de capes.

La primera correspon a les capes de fibra de carboni que seran la part interior de la peça, la orientació de les quals serà tal que definirà el laminat que s'ha validat en el càlcul per elements finits.

La segona correspon al panell d'abella que s'hi col·loca per augmentar el gruix i conseqüentment la rigidesa de la peça.

Finalment, cal col·locar un nou recobriment de capes de fibra de carboni que en aquest cas donaran a la part exterior del vehicle, i per tant hi haurem de posar especial cura amb l'acabat.

Cal remarcar que el model utilitzat en el càlcul d'elements finits treballa amb el concepte de capes com a teixit unidireccional. En la execució de la carrosseria, es treballarà amb plecs de capes, que son un teixit multiaxial que engloba 2 capes a 0º i 90º respectivament.

La nomenclatura utilitzada per a la identificació de cada tipus de capes es descriu a continuació i s'exemplifica a la figura 7

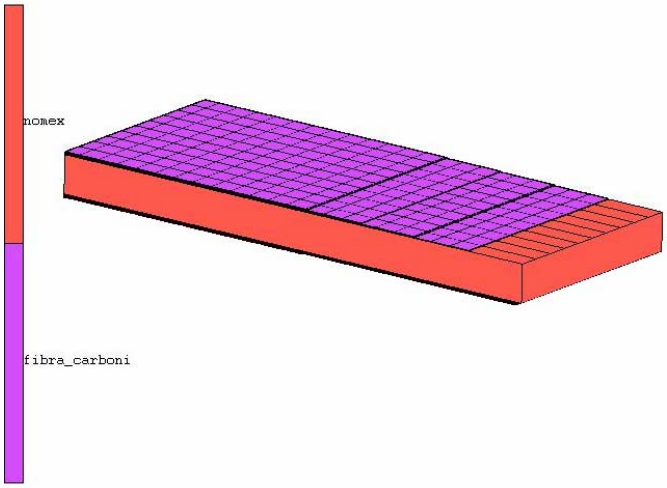


Fig 12. Secció del laminat

Laminat A *Recobriment superior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície superior del panell d'abella de l'arc de seguretat.

Laminat B *Panell d'abella*

Es tracta de una sola capa de panell d'abella, destinat a donar rigidesa al conjunt per mitja d'augmentar la secció de l'arc de seguretat, amb un augment de pes mínim. La flexibilitat d'aquest element permet que s'adapti sense cap tipus de problema a la curvatura de l'arc

Laminat C *Recobriment inferior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície inferior de l'arc de seguretat.

La taula 2, mostra la distribució de capes al llarg del model, diferenciada per zones i amb l'estimació del gruix corresponent a cadascuna

Laminat	Nomenclatura	Material	Nº capes	Nº plecs	Gruix
Laminat A	RS	G0801	6	3	0,3 mm
Laminat B	PA	NOMEX	1	1	8 mm
Laminat C	RI	G0801	6	3	0,3 mm

Taula 2 Distribució de capes al llarg de l'arc de seguretat

Nomenclatura

Les diferents combinacions que es porten a terme i que son possibles en quan a la nomenclatura que fa referència a l'arc de seguretat son les següents:

PL-AST-PA-01

PL-AST-RI-01

PL-AST-RI-02

PL-AST-RI-03

Observem que no existeix el recobriment per la part superior del panell d'abella. Això es donat a que la peça es construeix segons l'esquema que indica la figura 8, en que les capes de fibra de carboni emboliquen el panell d'abella, essent la part superior i la part inferior el mateix plec de capes.

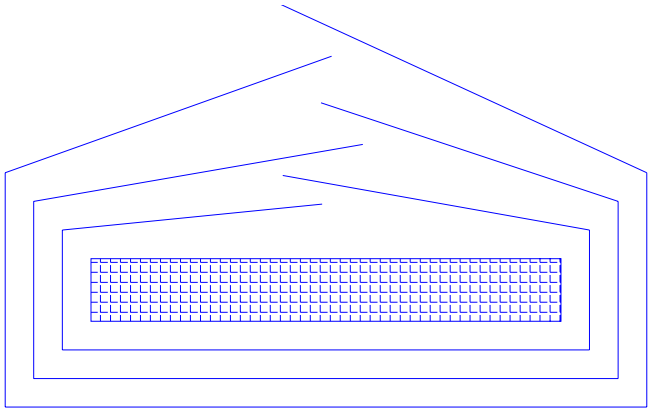


Fig 13. Imatge esquemàtica del procés de fabricació

Solapaments

Els laminats considerats durant el càlcul per elements finits no son res més que una idealització dels que trobaríem a la realitat.

En la realitat, els patrons de fibra retallats no es poden col·locar un just al costat del altre, si no que cal assegurar la continuïtat de propietats mitjançant un bon contacte. És per tal d'assegurar aquest contacte que s'introdueix el concepte de solapament

Com es veu a la figura 14, hi ha una zona en que cada capa es sobreposa a ella mateixa. Aquesta zona queda definida com la zona de solapament, i les seves mides depenen del tipus de material utilitzat. Per al nostre cas, amb un laminat del tipus 0º/90º, la mida orientativa a considerar, segons experiències pràctiques, és de 30 mm.

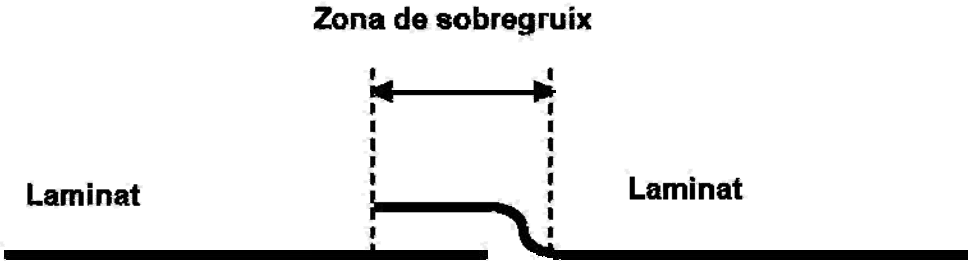


Fig 14. Representació gràfica del solapament entre capes.

Una de les característiques més importants a tenir en compte sobre el solapament és el seu augment de gruix. Aquesta característica pot ser un problema si no rep la consideració adequada. Com s'observa en la figura 15, si aquest es concentra sempre un una mateixa zona, el gruix en aquesta és major.

Per un número elevat de plecs, això pot presentar un problema, donat a que ens trobarem un bony considerable enmig de la superfície.

Fig 15. Esquema de la distribució de gruixos segons solapament

L'aplicació real d'aquest concepte dins de la construcció de l'arc de seguretat el trobem en que per tal d'agilitzar la fabricació i estalviar material, els plecs dels reforços superior i inferior (**RS** i **RI**) identificats fins ara per separat per tal de clarificar la seva contemplació dins de la simulació d'elements finits, passaran ara a ser un sol plec que envoltarà tota la peça, deixant la part continua a la superfície superior i realitzant tots els solapament a la part inferior.

Per a la col·locació dels plecs s'ha estimant una distància mínima de 30 mm entre el inici dels diferents plecs per tal d'assegurar el correcte solapament.

En la producció, la precisió de col·locació dels diferents patrons és molt important per tal de no produir més solapaments dels estrictament necessaris, amb el conseqüent augment innecessari de gruix.

Aquesta precisió estarà clarament marcada per la pròpia habilitat del operari i les tolerències de producció admeses.

Seqüència de col·locació de les capes.

Seguidament es mostren una taula resum de laminat dels diferents patrons al llarg de l'arc.

Ordre	Denominació
1º	PL-AST-RI-01
2º	PL-AST-RI-02
3º	PL-AST-RI-03
4º	PL-AST-PA-01

Taula 3. Seqüencia de laminat al llarg de l'arc de seguretat

E.4.3 Pla de laminat dels laterals

En aquest apartat es descriu tot el necessari per elaborar els dos laterals del prototip. Donat a que es tracta de peces simètriques, la seqüència de laminació es descriurà tan sols un sol cop, havent-ne de repetir el procediment una segona vegada per tal de poder obtenir els dos laterals complerts.

Definició dels laminats

El procés de producció de cadascun dels laterals es realitzarà un cop acabada les peces prefabricades de la carrosseria.

Definirem vàries zones, segons la distribució dels diferents materials i capes dins del panell. Abreviarem la seva denominació tal com indica la següent taula

ZONA	DESIGNACIÓ
Recobriment superior del panell	RS
Panell d'Abella	PA
Recobriment inferior del panell	RI

Taula 4 Designació abreviada de les zones del laminat

Definició del tipus de capes

La composició del laminat del lateral s’ha executat considerant tres tipus de capes.

La primera correspon a les capes de fibra de carboni que seran la part interior de la peça, la orientació de les quals serà tal que definirà el laminat que s’ha validat en el càlcul per elements finits.

La segona correspon al panell d’abella que s’hi col·loca per augmentar el gruix i conseqüentment la rigidesa de la peça.

Finalment, cal col·locar un nou recobriment de capes de fibra de carboni que en aquest cas donaran a la part exterior del vehicle, i per tant hi haurem de posar especial cura amb l’acabat.

Cal remarcar que el model utilitzat en el càlcul d’elements finits treballa amb el concepte de capes com a teixit unidireccional. En la execució de la carrosseria, es treballarà amb plecs de capes, que son un teixit multiaxial que engloba 2 capes a 0º i 90º respectivament.

La nomenclatura utilitzada per a la identificació de cada tipus de capes es descriu a continuació i s’exemplifica a la figura 16

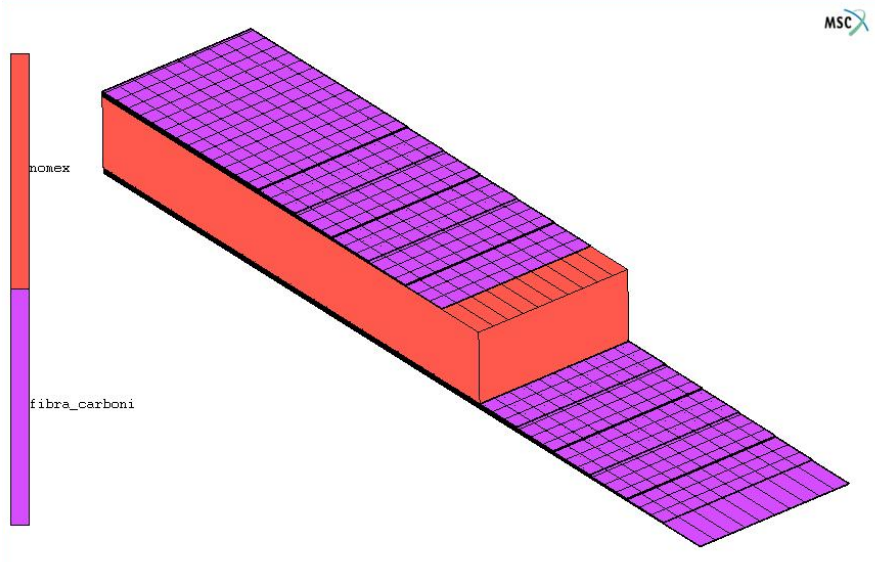


Fig 16. Secció del laminat

Laminat A *Recobriment superior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície exterior dels laterals.

Laminat B *Panell d'abella*

Es tracta de una sola capa de panell d'abella, destinat a donar rigidesa al conjunt per mitja d'augmentar la secció del lateral, amb un augment de pes mínim.

Laminat C *Recobriment inferior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície interior del lateral.

La taula 5, mostra la distribució de capes al llarg del model, diferenciada per zones i amb l'estimació del gruix corresponent a cadascuna

Laminat	Nomenclatura	Material	Nº capes	Nº plecs	Gruix
Laminat A	RS	G0801	6	3	0,3 mm
Laminat B	PA	NOMEX	1	1	8 mm
Laminat C	RI	G0801	6	3	0,3 mm

Taula 5 Distribució de capes al llarg dels laterals

Nomenclatura

Les diferents combinacions que es porten a terme i que son possibles en quan a la nomenclatura que fa referència a l'arc de seguretat son les següents:

PL-LTD-PA-01 ó PL-LTE-PA-01

PL-LTD-RI-01 ó PL-LTE-RI-01

PL-LTD-RI-02 ó PL-LTE-RI-02

PL-LTD-RI-03 ó PL-LTE-RI-03

Observem que en aquest cas tampoc existeix el recobriment per la part superior del panell d’abella. Això es donat a la forma amb que es construeix aquesta peça, en que les capes de fibra de carboni emboliquen el panell d’abella, fa que la part superior i la part inferior siguin el mateix plec.

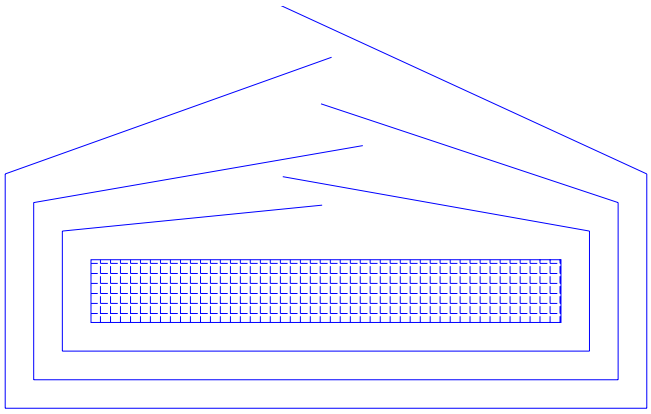


Fig 17. Imatge esquemàtica del procés de fabricació

Solapaments

Els laminats considerats durant el càlcul per elements finits no son res més que una idealització dels que trobaríem a la realitat.

En la realitat, els patrons de fibra retallats no es poden col·locar un just al costat del altre, si no que cal assegurar la continuïtat de propietats mitjançant un bon contacte. És per tal d’assegurar aquest contacte que s’introdueix el concepte de solapament

Com es veu a la figura 18, hi ha una zona en que cada capa es sobreposa a les que es troben al seu costat. Aquesta zona queda definida com la zona de solapament, i les seves mides depenen del tipus de material utilitzat. Per al nostre cas, amb un laminat del tipus 0º/90º, la mida orientativa a considerar, segons experiències pràctiques, és de 30 mm.

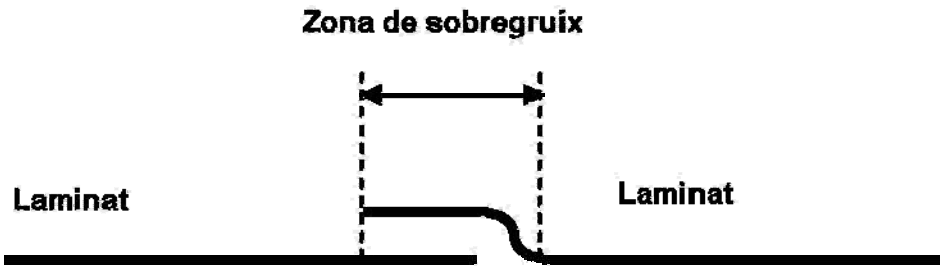


Fig 18. Representació gràfica del solapament entre capes.

Una de les característiques més importants a tenir en compte sobre el solapament és el seu augment de gruix. Aquesta característica pot ser un problema si no rep la consideració adequada. Com s'observa en la figura 19, si aquest es concentra sempre un una mateixa zona, el gruix en aquesta és major.

Per un número elevat de plecs, això pot presentar un problema, donat a que ens trobarem un bony considerable enmig de la superfície.

Fig 19. Esquema de la distribució de gruixos segons solapament

L'aplicació real d'aquest concepte dins de la construcció de l'arc de seguretat el trobem en que per tal d'agilitzar la fabricació i estalviar material, els plecs dels reforços superior i inferior (**RS** i **RI**) identificats fins ara per separat per tal de clarificar la seva contemplació dins de la simulació d'elements finits, passaran ara a ser un sol plec que envoltarà tota la peça, deixant la part continua a la superfície superior i realitzant tots els solapament a la part inferior.

Per a la col·locació dels plecs s'ha estimant una distància mínima de 30 mm entre el inici de les diferents plecs per tal d'assegurar el correcte solapament.

En la producció, la precisió de col·locació dels diferents patrons és molt important per tal de no produir més solapaments dels estrictament necessaris, amb el conseqüent augment innecessari de gruix.

Aquesta precisió estarà clarament marcada per la pròpia habilitat del operari i les tolerències de producció admeses.

Seqüència de col·locació de les capes.

Seguidament es mostren unes taules resum de la seqüència de col·locació de les famílies de patrons al llarg dels laterals del vehicle. Com ja hem dit abans, es tracta de una estructura simètrica per tant els dos laterals son iguals. Per la seva fabricació repetirem el procés de forma exactament igual, amb la única diferència de tenir en compte quin és el costat interior i exterior en cada cas.

Ordre	**Denominació (segons costat)**	
1º	PL-LTE-RI-01	PL-LTD-RI-01
2º	PL-LTE-RI-02	PL-LTD-RI-02
3º	PL-LTE-RI-03	PL-LTD-RI-03
4º	PL-LTE-PA-01	PL-LTD-PA-01

Taula 6. Seqüencia de col.locació dels plecs als laterals del vehicle

E.4.4 Pla de laminat del pont davanter i la base

En aquest apartat es descriu tot el necessari per elaborar la base del vehicle, compresa des de l'inici del pont davanter fins al punt més posterior de la base de la electrònica i el motor.

Aquesta base presenta zones amb diferents laminats, i n'hi haurà una que presentarà un contacte amb peces prefabricades, formant una estructura mixta entre elements prefabricats i elements laminats. En aquest apartat es descriu la part de laminat de la peça, explicant-se més endavant les tècniques utilitzades per ajuntar les peces laminades amb les prefabricades.

Definició dels laminats

El procés de producció del la base es realitzarà un cop acabes les parts prefabricades, i si es considerés necessari, es podrien tornar a definir totes les cotes per tal d'augmentar la precisió de la fabricació.

Definirem vàries zones, segons la distribució dels diferents materials i capes dins del panell. Abreviarem la seva denominació tal com indica la següent taula

ZONA	DESIGNACIÓ
Recobriment superior del panell	RS
Panell d'Abella	PA
Recobriment inferior del panell	RI

Taula 7 Designació abreviada de les zones del laminat

Definició del tipus de capes

La composició del laminat del pont davanter i la base s'ha executat considerant tres tipus de capes.

La primera correspon a les capes de fibra de carboni que seran la part interior de la peça, la orientació de les quals serà tal que definirà el laminat que s'ha validat en el càlcul per elements finits.

La segona correspon al panell d'abella que s'hi col·loca per augmentar el gruix i conseqüentment la rigidesa de la peça.

Finalment, cal col·locar un nou recobriment de capes de fibra de carboni que en aquest cas donaran seran la cara a on es recolzarà el motor, la transmissió, la electrònica i la bateria del vehicle, i per tant hi haurem de posar especial cura amb l'acabat.

Cal remarcar que el model utilitzat en el càlcul d'elements finits treballa amb el concepte de capes com a teixit unidireccional. En la execució de la carrosseria, es treballarà amb plecs de capes, que son un teixit multiaxial que engloba 2 capes a 0º i 90º respectivament.

La nomenclatura utilitzada per a la identificació de cada tipus de capes es descriu a continuació i s'exemplifica a la figura 20:

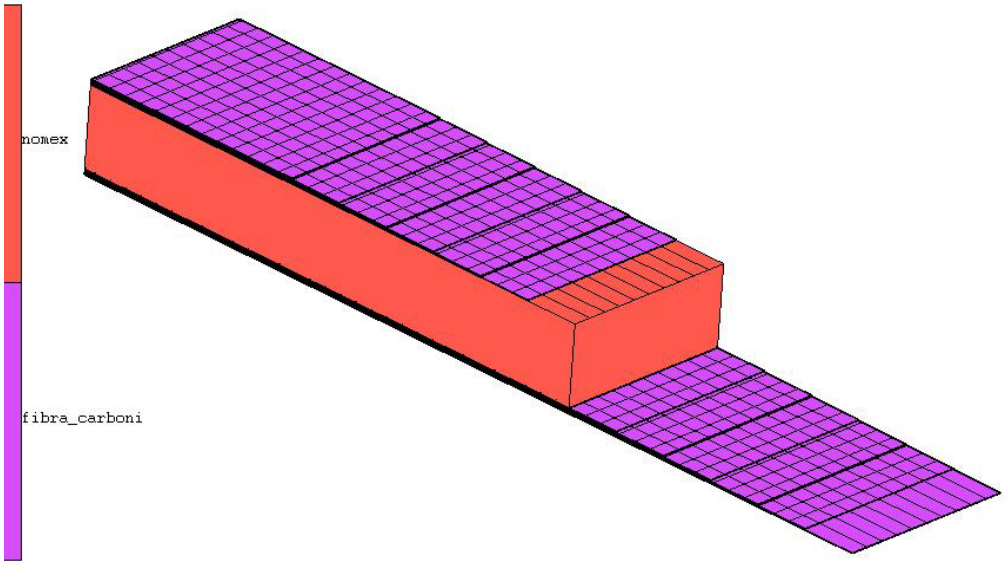


Fig 20. Secció del laminat

Laminat A *Recobriment superior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície superior del pont davanter i la base del vehicle, és a dir, la que queda tocant al pilot i a la part interior de la carrosseria.

Laminat B *Panell d'abella*

Es tracta de una sola capa de panell d'abella, destinat a donar rigidesa al conjunt per mitja d'augmentar la secció de l'arc de seguretat, amb un augment de pes mínim. La flexibilitat d'aquest element permet que s'adapti sense cap tipus de problema a les diferents corbatures que trobem al llarg del pont davanter del vehicle, permetent la continuïtat de

propietats en una zona especialment sensible als acabats degut a les sol·licitacions dels eixos davanters.

Laminat C *Recobriment inferior del panell*

Son un conjunt de tres capes, disposades amb un desfasament de 90º entre elles, ocupant tota la superfície inferior del pont davanter i base del vehicle, és a dir, la cara que mira cap al terra.

La taula 8, mostra la distribució de capes al llarg del model, diferenciada per zones i amb l'estimació del gruix corresponent a cadascuna

Laminat	Nomenclatura	Material	Nº capes	Nº plecs	Gruix
Laminat A	RS	G0801	6	3	0,3 mm
Laminat B	PA	NOMEX	1	1	8 mm
Laminat C	RI	G0801	6	3	0,3 mm

Taula 8. Distribució de capes al llarg de la base de suport

Nomenclatura

Les diferents combinacions que es porten a terme i que son possibles en quan a la nomenclatura que fa referència a la base de suport de la electrònica i el motor son les següents:

PL-PDB-RS-01 **PL-PDB-RS-02** **PL-PDB-RS-03**

PL-PDB-PA-01

PL-PDB-RI-01 **PL-PDB-RI-02** **PL-PDB-RI-03**

A diferència dels altres casos, aquí si que trobem recobriment a la part superior del panell d’abella. La forma amb que es vol construir aquesta peça fa que els plecs de la part inferior i superior siguin independents.

Solapaments i acabat de la peça

Degut al procés constructiu que es seguirà en aquesta peça, no existeixen solapaments. Els solapaments existiran a la hora d’ajuntar el laminat amb les peces prefabricades, i el seu tractament es descriurà en l’apartat d’ensamblatges del present document.

En aquest cas, el que si que trobem és que caldrà efectuar un acabat de la peça. S’ha previst en els patrons que la peça es sobredimensioni a raó de 2 centímetres al llarg de tot el perímetre, podent així retallar de forma posterior com si es tractés de una peça prefabricada fins ajustar-se a les mides requerides per plànols

Seqüencia de col·locació de les capes.

Seguidament es mostren unes taules resum de la seqüència de col·locació de les famílies de patrons al llarg del pnt davanter i base del vehicle.

Ordre	Denominació
1º	PL-PDB-RI-01
2º	PL-PDB-RI-02
3º	PL-PDB-RI-03
4º	PL-PDB-PA-01
5º	PL-PDB-RS-01
6º	PL-PDB-RS-02
7º	PL-PDB-RS-03

Taula 9. Seqüencia de col.locació de les capes en la base de suport

E.4.5 Fulls de ruta de les peces laminades

Els plànols dels patrons i la seqüència de col·locació dels mateixos son la informació bàsica necessària per tal de fer possible la producció de les peces laminades del vehicle, però no asseguren la efectivitat i el control durant el procés productiu de cadascun dels laminats.

És aquest el motiu per el qual es desenvolupen a continuació les fulles de ruta d'execució del laminat.

Descripció generals dels fulls de ruta

La fulla de ruta és un document pensat per ajudar l'operari a la hora de col·locar cada patró, afegint tota la informació necessària per a una correcte disposició dins del procés de laminat.

La fulla de ruta de les peces laminades, com es pot veure a continuació, s'ha dividit en una part visual, una de numèrica i una de control. També s'hi contempla una part per controlar el treball de l'operari i afegir comentaris de observacions que sorgeixin durant la producció.

Descripció de la part visual

En aquesta part, visible en la figura adjunta al text, hi ha dos dibuixos.

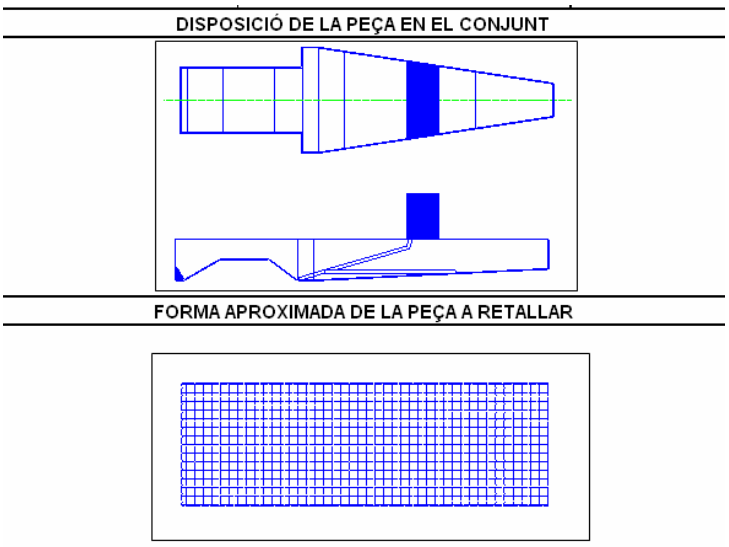


Fig 21. Part visual del full de ruta

El primer correspon a vistes de la carrosseria, i en elles hi ha ombrejada la zona que ocupa la peça en qüestió així com les lletres necessàries per a la seva correcte disposició.

La segona imatge correspon a una vista orientativa de la peça final que s’ha d’obtenir, per orientar al encarregat del procés productiu que ha d’obtenir.

Descripció de la part numèrica

La part numèrica conté tota la informació necessària per a la identificació del full, així com per la col·locació de la peça tallada sobre la estructura auxiliar. S’ha dividit en dues parts:

En la primera trobem un espai per identificar la peça amb el nom i el codi que l’hi correspon, seguit del patró a que cal referir-se per retallar-ho i finalment el material amb que estem treballant.

Inclou també un quadre amb el ordre que ocupa la capa en qüestió dins del laminat de la peça.

NOM DE LA PEÇA	ARC DE SEGURETAT	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-AST-RI-01	
PATRÓ Nº	1	1
MATERIAL	Fibra de carboni	

Fig 21. Imatge de la part numèrica superior

La segona part, en la zona inferior del full, inclou referències per a la col·locació de cadascuna de les diferents capes per tal d’obtenir el laminat de forma correcte

REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ
Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior
Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

Fig 22. Imatge de la part numèrica inferior

Descripció de la part de control de la producció

En l'apartat de control de producció, trobem espai per a la identificació de qui executa el tall i la col·locació dels patrons, així com un espai per a la seva posterior comprovació, en cas de que fos necessari.

CONTROL DE PRODUCCIÓ		
RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

Fig 23. Imatge de la part de control de producció

Finalment, s'hi adjunta un espai per a possibles observacions i comentaris que sorgissin durant el procés productiu, així com menció a utillatges o estructures auxiliars que cal utilitzar per desenvolupar la peça.

COMENTARIS
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

Fig 22. Imatge de la part per a comentaris

E.5 ESTRUCTURA AUXILIAR PER EL MUNTATGE

Per tal d’assegurar la correcta fabricació, i fer molt més simple el procés productiu, s’ha pensat en desenvolupar una estructura auxiliar per el muntatge del vehicle.

Aquesta estructura està formada per un conjunt de 4 peces, que asseguren que les cotes funcionals de la carrosseria autoportant es mantenen al llarg de la seva fabricació , i una altre peça que servirà com a motlle per a la realització de varis laminats.

Es descriu primer cadascuna de les peces i posteriorment la seva utilització al llarg del procés productiu en l’apartat de solucions constructives per a l’ensamblatge.

Tot i que degut a les sol·licitacions que han de suportar, s’aconsellaria fer aquestes peces amb xapa d’acer, els recursos de l’equip son limitats, i per tant podrem utilitzar taulons de fusta sempre hi quan el gruix sigui considerable, permetent així suportar els esforços de sotmetre les peces al buit..

-Base del pont davanter i el vehicle

Es construirà una estructura que resseguirà, per la part inferior del model, totes les corbes del perfil del pont davanter.

Un cop acabada aquesta zona, la peça seguirà en el pla formant una base sòlida que es considerarà punt de partida per construir la resta de parts del conjunt.

L’amplada d’aquesta base suficient per a poder treballar per tots dos costats de forma còmode, permetent un espai per a poder fixar angles o suports que no s’han previst de forma inicial però que podrien facilitar el muntatge de alguna de les parts. S’estima que augment d’amplada és suficient considerant 10 cm per cada banda de la secció més ample, corresponent en aquest cas a la part a on comencen els laterals.

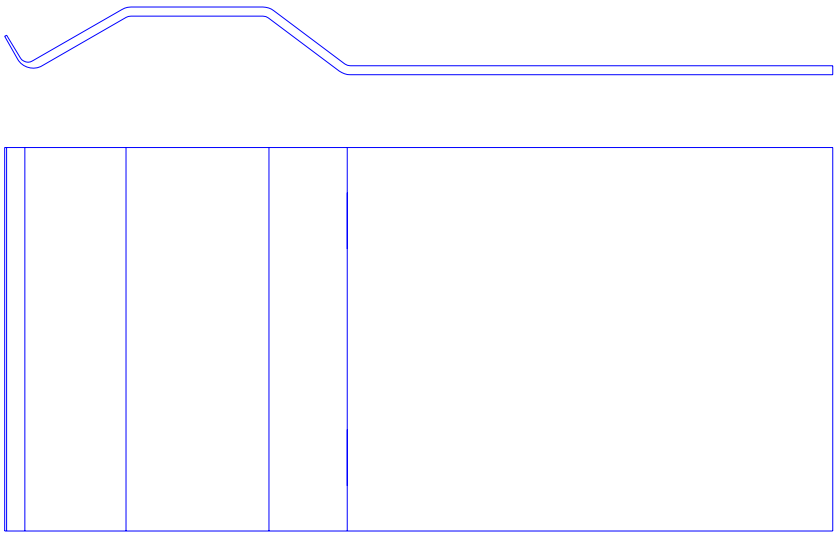


Fig 23. Imatge de la estructura auxiliar del pnt davanter i la base del vehicle

-Laterals del pont

Per el correcte funcionament de les geometries de direcció del vehicle, així com per el funcionament de tot el conjunt, cal assegurar una sèrie de paral·lelismes i perpendicularitats:

-Perpendicularitat entre la base del pont i els laterals

-Paral·lelisme entre els dos laterals

-Perpendicularitat entre els laterals del pont i els laterals de la caixa de la roda.

Per a fer-ho, s'ha ideat la estructura auxiliar que es mostra en la imatge, i que pretén assegurar, recolzant-se sobre la base prèviament fabricada, totes aquestes condicions que hem nombrat anteriorment.

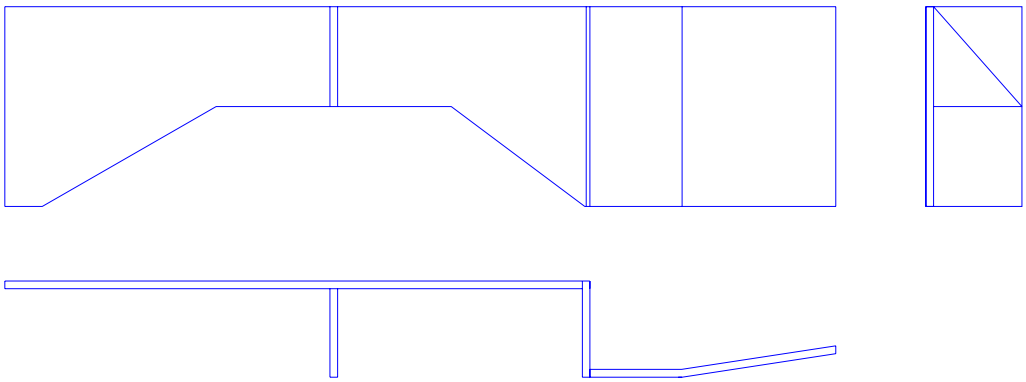


Fig 24. Imatge de la estructura auxiliar dels laterals del pont davanter

-Cunyes laterals base-respatller-reposacaps

Per tal d'assegurar els angles entre la base i el respatller, i a la vegada també el del respatller amb el reposacaps, s'introduiran dues peces com la que es mostra a continuació:

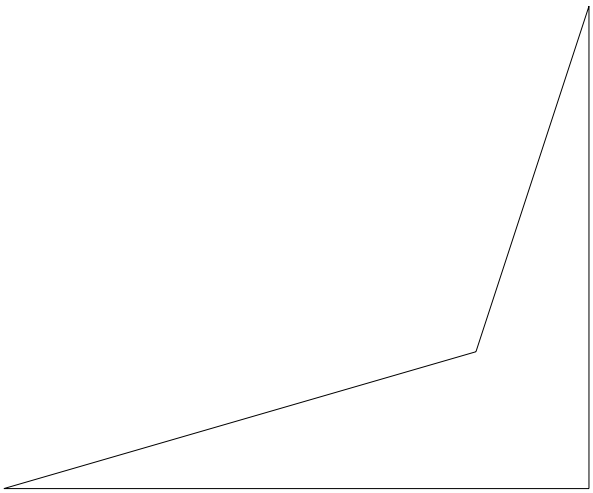


Fig 25. Imatge de la estructura auxiliar de la cunya base del motor-respatller-reposacaps

Aquestes peces es recolzaran sobre la base de la electrònica i el motor; per tant caldrà seran de les últimes parts a fabricar de tot el conjunt de la carrosseria autoportant.

Hi ha una part d'aquesta peça que rebrà la mateixa inclinació que el lateral del vehicle, per assegurar el seu encaix i a la vegada posicionar també aquest lateral.

-Posicionador de la part posterior

És el complement per la part inclinada de la estructura auxiliar dels laterals del pont davanter, i té com a finalitat assegurar que les cotes que permeten que l'eix posterior es pugui posicionar en la part final dels laterals es mantinguin. Presenta una part plana que encaixarà amb la part posterior del vehicle, i dos laterals convenientment angulats per encaixar amb els laterals.

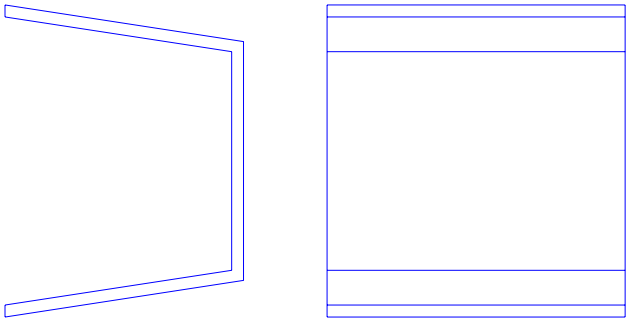


Fig 25. Imatge de la estructura auxiliar posicionador de la part posterior

-Base per a laminar

Es tracta d'una planxa, completament plana, d'una superfície de 2 metres per 2 metres, amb una creu marcada en la seva part central per tal de ajudar a col·locar els diferents patrons a la hora d'executar els laminats, als dos eixos que formen la creu se'ls anomenarà "X" i "Y", i seran les dues referències necessàries per poder executar tots els laminats. Aquestes referències figuren a tots els fulls de ruta de les peces laminades.

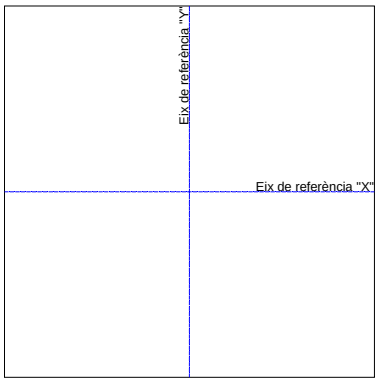


Fig 25. Imatge de la base per a laminar

E.6 SOLUCIONS CONSTRUCTIVES PER A L'ENSAMBLATGE

Hi ha moltes parts del vehicle que s'uneixen entre si mitjançant l'ajut de un adhesiu esructural de base epòxica.

Tot i que els càlculs indiquen que l'adhesiu és suficient per garantir la correcte unió de les parts a considerar, els manuals de disseny en compòsit consultats, així com el propi fabricant, desaconsellen aquesta pràctica i recomanen, en la mesura que sigui possible acompanyar aquestes unions amb altres sistemes.

La primera cosa a considerar és que els panells amb que treballem tenen un nucli de panell d'abella que no es pot utilitzar per efectuar unions, i que serà tractat amb una massilla específica. En els fulls de ruta hi ha una indicació per aquest procediment en l'apartat numèric. Afegir aquest element ens permet augmentar l'eficàcia de la junta adhesiva, en gran part per la millora i l'augment de la superfície de contacte que suposa.

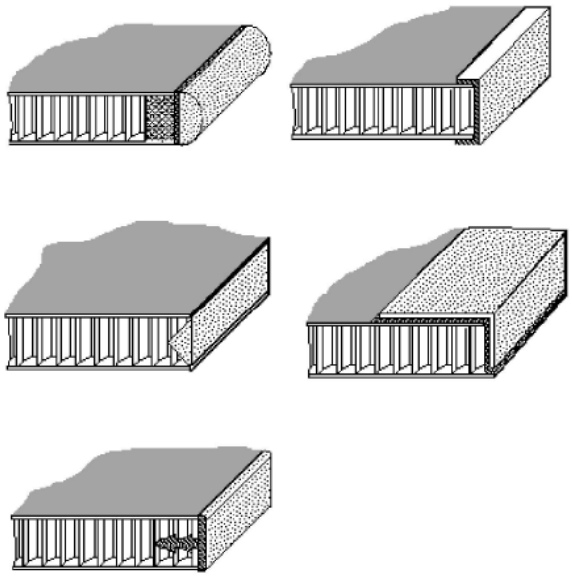


Fig 26. Imatge de les diferents formes de realitzar un recantejat amb massilla

Seguidament mostrem les diferents solucions que ens aporta la casa comercial que ens subministra els panells per a fer les unions, i que es basen en assegurar la continuïtat de propietats del material compòsit al llarg de la unió.

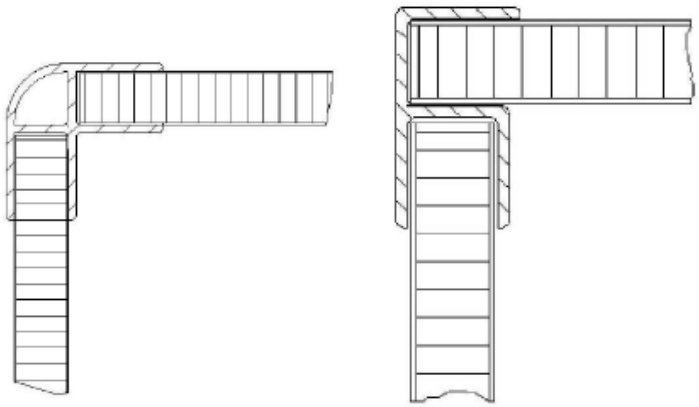


Fig 27. Solucions constructives per a l’enllaç de panells de forma perperndicular

Les peces que es mostren a la figura i que enllacen els 2 panells van completament impregnades en el muntatge, i les subministra la mateixa casa que subministra els panells, assegurant així que les mides coincideixen amb les del propi panell. En cas de que no sigui així, es procedirà a aconseguir el gruix necessari mitjançant massilla o capes del propi adhesiu epòxic.

En el cas de peces que van encolades sense formar un angle de 90º, tal com son el conjunt del respatller, el reposacaps i la base de la electrònica i el motor, s’ha optat per reforçar la unió d’aquestes peces de forma manual, mitjançant el laminat, amb retalls de fibra de carboni preimpregnada, que per tal de assegurar una correcta adhesió seran d’una amplada superior als 50mm a banda i banda de la unió, i seran posteriorment impregnats i recoberts amb adhesiu estructural epòxic.

E.7 PROCEDIMENT DE FABRICACIÓ

E.7.1 Consideracions preliminars

En aquesta secció, es descriu les especificacions i la documentació per tal de poder executar la construcció de les diferents peces que configuren la carrosseria autoportant. S’hi mostren les toleràncies, els dibuixos dels patrons i la descripció de les fulles de ruta per la manufactura de cada patró.

Toleràncies en el tall dels panells de preimpregnat

Degut a que els panells es tallen amb ajut de maquinària de taller, el rang de toleràncies s’ha definit molt ajustat. Les toleràncies de tall seran de +/-1 mm, en consideració de les habilitats dels operaris amb la maquinària utilitzada en el tall del panell.

Toleràncies en la col·locació dels panells

Per la col·locació dels panells hem considerat una referència linear al llarg de l’eix longitudinal del vehicle. I un altre a través de l’eix transversal que es creuaran en la part davantera del vehicle, a on s’inicia el xassís i que és considerat punt zero durant tot el projecte

Plànols dels panells

Els plànols dels panells son necessaris per tal de saber com retallar-los i obtenir així les peces prefabricades.

Aquests plànols presentaran la geometria de la peça, a diferent escala, juntament amb tota la informació necessària per tal d’identificar aquest panell i la seva utilització.

Seguidament es mostra el caixetí que inclouen aquests plànols, juntament amb la explicació de cadascuna de les parts que el formen.

2.2	PP-LPD-ES		Correspon a la part dreta del vehicle		
2.1	PP-LPE-DR		Correspon a la part esquerra del vehicle		
ORDRE	REFERÈNCIA		OBSERVACIONS		
	Material de Fabricació PANELL ‰,‰,N8,‰,‰		Tolerància de fabricació +/- 1mm.		0º
	Data	Nom		UdG	Escola politècnica Superior
Dibuixat	15-DES	MARC	GASCONS		
Compro.					
Escala 1:10	Laterals del pont davanter				Nº plànol 1.1
					Substitueix a:
					Especialitat E.I.

Fig 28. Caixetí de les peces prefabricades

La part inferior del caixetí mostra les dades necessàries per a la identificació de qui ha dibuixat, a quina escala s’ha fet el dibuix i de quin número de plànol es tracta.

A la part intermitga, trobem una descripció del material que cal utilitzar per realitzar la peça, així com la tolerància permesa en la fabricació. Per últim trobem una indicació gràfica de com cal orientar el panell per respectar la condició de les direccions principals en el laminat, marcant la direcció principal que cal considerar en una angulació a 0º .

A la part superior, trobem la referència, de la peça a retallar, l’ordre dins de la seqüència global de fabricació i una part per a observacions en cas de que fossin necessàries

Toleràncies en el tall de patrons

Degut a que els patrons es tallen a mà, el rang de toleràncies s’ha definit molt superior al permès en el pla de laminat. Les toleràncies de tall seran de +/-5 mm, en consideració de les habilitats dels operaris en el tall dels teixits.

Toleràncies en la col·locació dels patrons

Per la col·locació dels patrons hem considerat dos referències lineals, que es dibuixaran en les diferents estructures a on es lamini. Aquestes son el pont davanter i base de vehicle i la base de laminar. Cal assegura que la mínima distància entre el solapament anterior i el que estem executant en aquest moment sigui com a mínim de 30mm.

Patrons

Els patrons son necessaris per tal de permetre el tall de les diferents capes en el procés de producció de les peces laminades

Aquests patrons presentaran la geometria a escala 1:1, juntament amb tota la informació necessària per tal d’identificar aquest patró dins del conjunt a laminar.

Els plànols referents a l’arc de seguretat i els laterals del vehicle no son definitius, si no que caldrà que siguin validats per l’estudi de CFD de Daniel Vilavedra.

La figura 29 mostra el caixetí que hauran d’incloure aquests patrons, a on es determina la informació, necessària per a la seva interpretació:

3.1	PL-AST-RI-03		*Retallar incloent la zona prevista per a solapament entre capes*		
3.1	PL-AST-RI-02		*Retallar incloent la zona prevista per a solapament entre capes*		
3.1	PL-AST-RI-01		*Retallar incloent la zona prevista per a solapament entre capes*		
ORDRE	REFERÈNCIA		OBSERVACIONS		
	Material de Fabricació FIBRA DE CARBONI **G0801**		Tolerància de tall +/- 5mm.		0º
	Data	Nom		UdG	Escola politècnica Superior
Dibuixat	15-DES	MARC	GASCONS		
Compro.					
Escala 1:1	ARC DE SEGURETAT				Nº patró 1 Substitueix a: Especialitat E.I.

Fig 29. Caixetí utilitzat per als patrons de les peces laminades

La part inferior és idèntica a la utilitzada en els caixetins de les peces prefabricades, i aporta el mateix tipus d’informació. La diferència de caixetins la trobem en la part intermitga, a on especifiquem la tolerància de tall enlloc de la de fabricació.

Referències a la estructura auxiliar

Per a la correcte producció de la carrosseria, és necessari definir certes condicions en les que s’ha de trobar aquells elements que ajuden a col·locar de forma correcta i inequívoca els diferents elements que formen la carrosseria. Són les següents:

- L’estructura auxiliar ha de romandre en tot moment en la mateixa posició.
- Es definirà una línia longitudinal i centrada a la carrosseria, anomenada línia “Y”
- Es definirà una línia transversal al extrem davanter de la carrosseria, anomenada línia “X”

A partir d’aquestes dues referències es podrà executar tota la producció del model.

E.8 SEQUÈNCIA D'ENSAMBLATGE

A continuació es descriu la seqüència que cal seguir per a la correcte producció de la carrosseria.

Aquesta seqüència simplificada és útil per entendre el criteri que s'ha pres a la hora de col·locar els panells, però és insuficient per assegurar la efectivitat i el control durant el procés real de producció.

SEQÜÈNCIA DE PRODUCCIÓ DE LA CARROSSERIA AUTOPORTANT		
1	**OBTENCIÓ DE LES ESTRUCTURES AUXILIARS**	
	part de la estructura auxiliar	**material**
1.1	Base de laminar	planxa d'acer / plafó aglomerat fusta
1.2	Base del pont davanter i el vehicle	planxa d'acer / plafó aglomerat fusta
1.3	Laterals del pont	plafó aglomerat fusta
1.4	Cunyes laterals base-respatller-reposacaps	plafó aglomerat fusta
1.5	Posicionador de la part posterior	planxa d'acer / plafó aglomerat fusta
2	**OBTENCIÓ DE LES PECES PREFABRICADES**	
	peça prefabricada	
2.1	Lateral esquerra del pont davanter	
2.2	Lateral dret del pont davanter	
2.3	Angle de la caixa de roda esquerra	
2.4	Angle de la caixa de roda dret	
2.5	Respatller	
2.6	Reposacaps	
2.7	Base de la electrònica i el motor	
2.8	Part posterior del vehicle	
3	**OBTENCIÓ DE LES PECES LAMINADES**	
	Peça laminada	**Estructura auxiliar**
3.1	Arc de seguretat	Motlle segons forma
3.2	Lateral esquerra	Base de laminar
3.2	Lateral dret	Base de laminar
3.4	Pont davanter i base del vehicle	Base del pont davanter i el vehicle
4	**ENSAMBLATGE DELS GRUPS**	
	peça	**estructura auxiliar**
4.1	Pont davanter i base del vehicle	Base del pont davanter i el vehicle
4.2	Laterals dret i esquerra del pont davanter	Laterals del pont
4.3	Angles de la caixa de roda dreta i esquerra	Laterals del pont
4.4	Base de la electrònica i el motor	Base del pont davanter i el vehicle
4.5	Respatller	Cunyes laterals base-respatller-reposacpas
4.6	Reposacaps	Cunyes laterals base-respatller-reposacpas
4.7	Laterals del vehicle	Laterals pont + Posicionador part posterior
4.8	Part posterior del vehicle	Posicionador de la part posterior

E.8 FULLS DE RUTA

En les següents planes trobem els diferents fulls de ruta que cal seguir per tal de fabricar la carrosseria autoportant.

Es recorda que la informació necessària per tal de produir la carrosseria és la següent

- Fulls de ruta
- DOCUMENT 2: Plànols
- DOCUMENT F: Seguretat e higiene

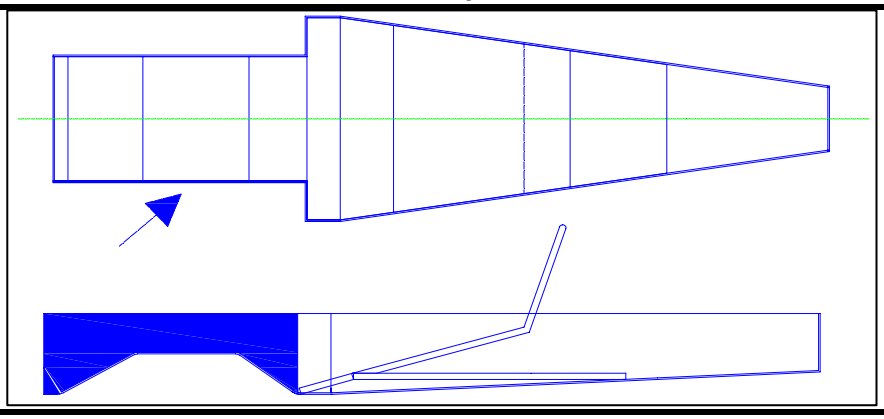
FULLS DE RUTA DE LES PECES PREFABRICADES

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

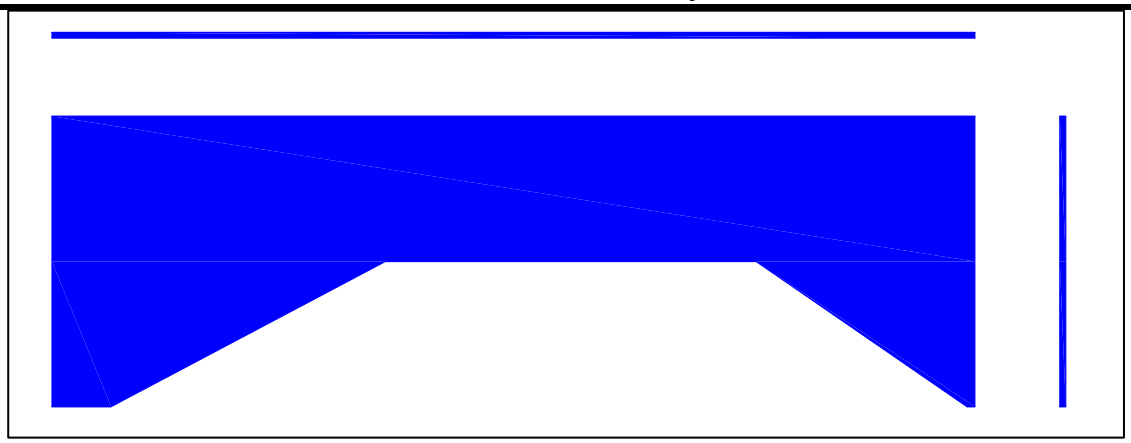
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-LPD-ES	
PLÀNOL Nº	1.1	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	2

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a -200mm de la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

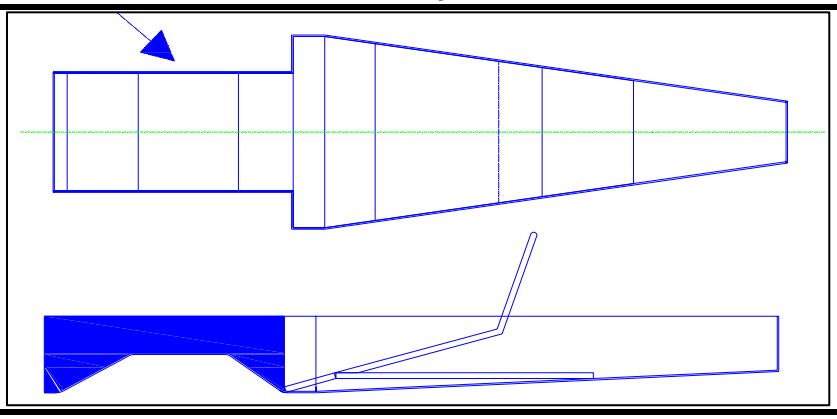
Utilitzar les estructures auxiliars: Pont davanter i base del vehicle i Laterals del pont davanter. Assegurar en tot moment el paral·lelisme entre els dos laterals i la perpendicularitat entre la base del pont davanter i els laterals.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

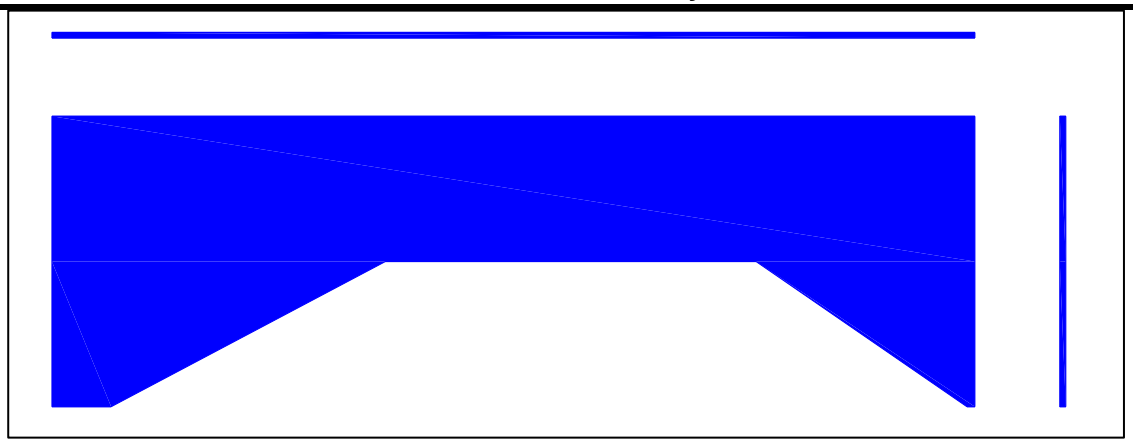
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-LPD-DR	
PLÀNOL Nº	1.1	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	2

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

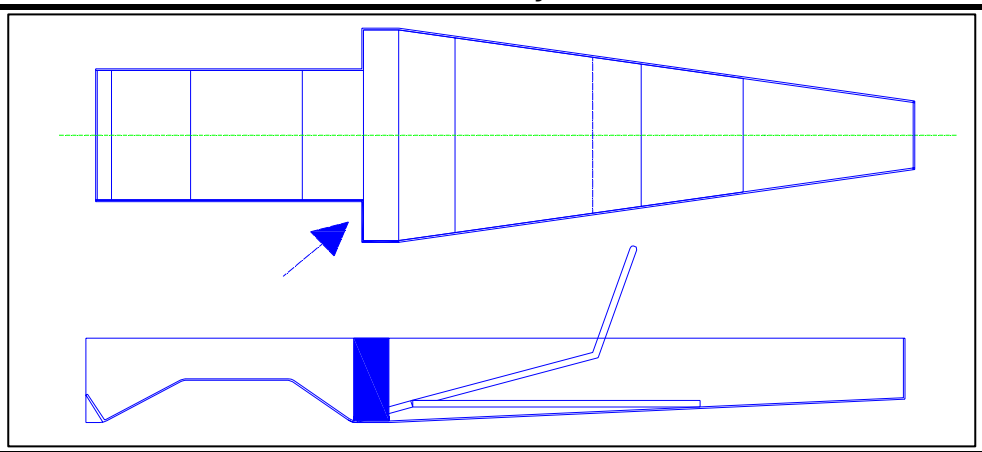
Utilitzar les estructures auxiliars: Pont davanter i base del vehicle i Laterals del pont davanter. Assegurar en tot moment el paral·lelisme entre els dos laterals i la perpendicularitat entre la base del pont davanter i els laterals.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

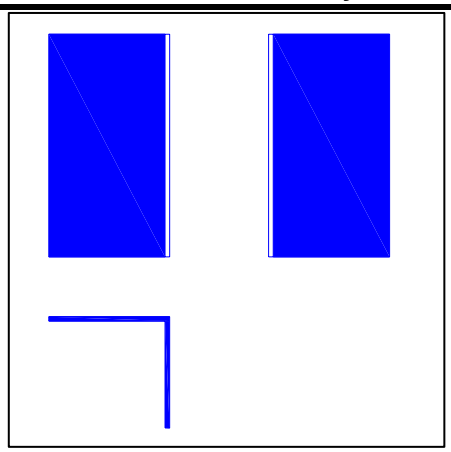
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ANGLES DE LA CAIXA DE LA RODA	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-ACR-ES	
PLÀNOL Nº	1.2	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	3

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Col·locar la peça a continuació de la peça 2

Situar a -200mm de la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

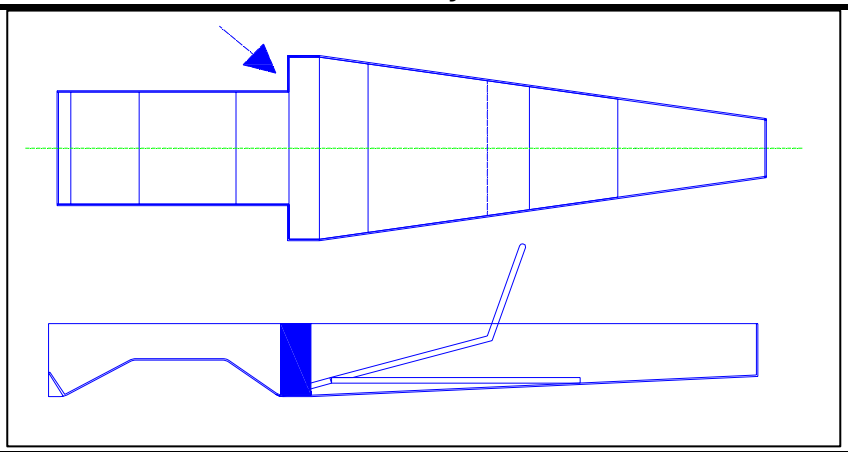
Utilitzar les estructures auxiliars: Pont davanter i base del vehicle i Laterals del pont davanter.Assegurar el bon contacte entre els laterals del pont davanter i les peces, així com la perpendicularitat amb el pont davanter i base del vehicle.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

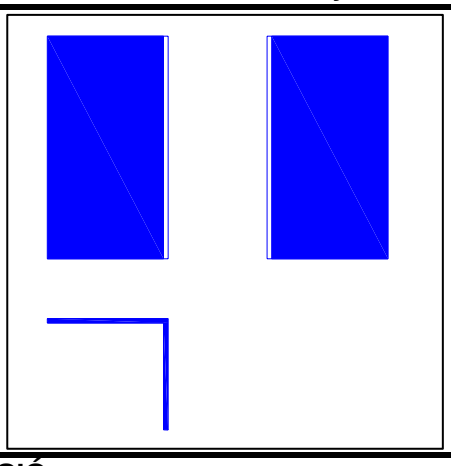
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ANGLES DE LA CAIXA DE LA RODA	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-ACR-DR	
PLÀNOL Nº	1.2	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	3

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Col·locar la peça a continuació de la peça 3

Situar a +200mm de la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

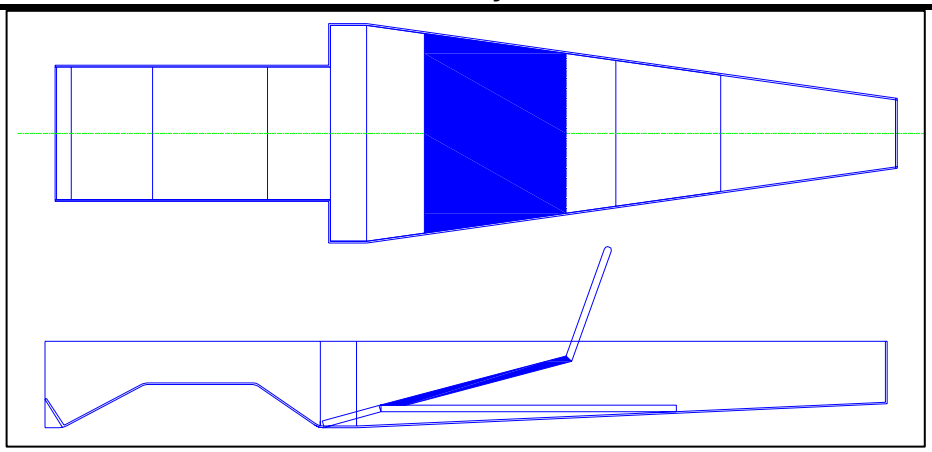
Utilitzar les estructures auxiliars: Pont davanter i base del vehicle i Laterals del pont davanter.Assegurar el bon contacte entre els laterals del pont davanter i les peces, així com la perpendicularitat amb el pont davanter i base del vehicle.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

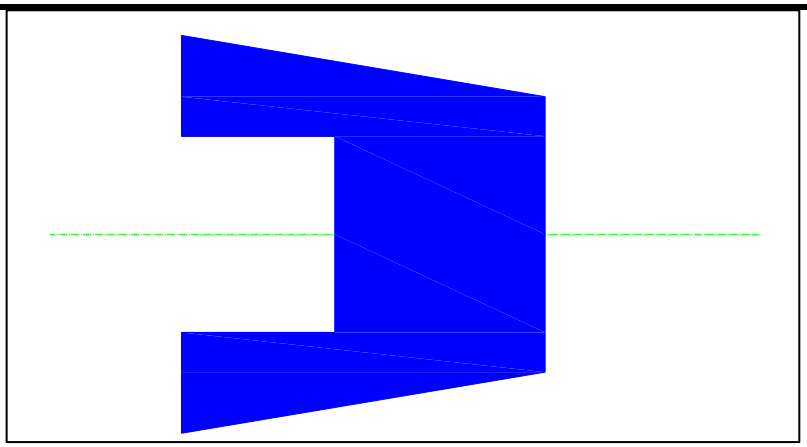
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	RESPATLLER	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-RPT	
PLÀNOL Nº	1.3	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	5

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Integrar en la producció de la base del vehicle.Veure tècnica d'ensamblatge

Centrar la peça en la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

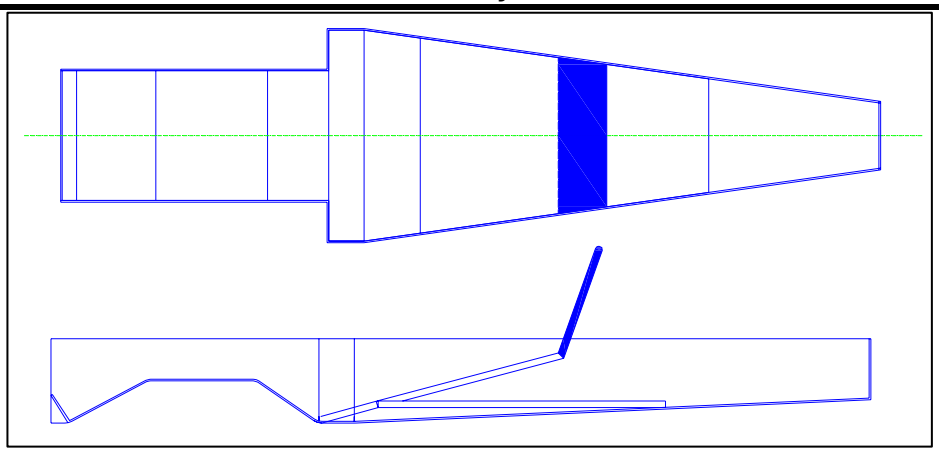
Utilitzar l'estructura auxiliar: Cunyes laterals. Aprofitar l'excés de fibra de carboni previst per al ensamblatge entre peces per assegurar les unions.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

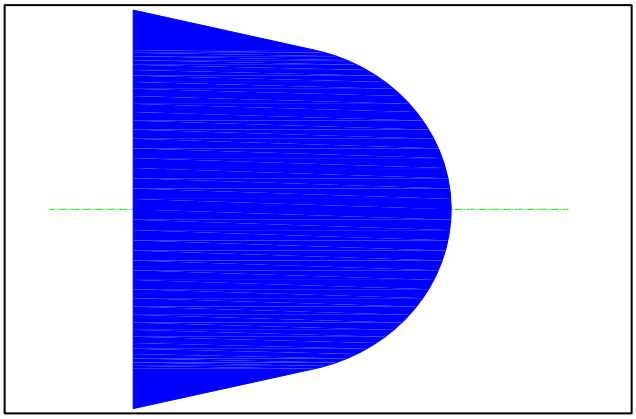
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	REPOSACAPS	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-RPC	
PLÀNOL Nº	1.4	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	6

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Col·locar a continuació del respatller

Centrar la peça en la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

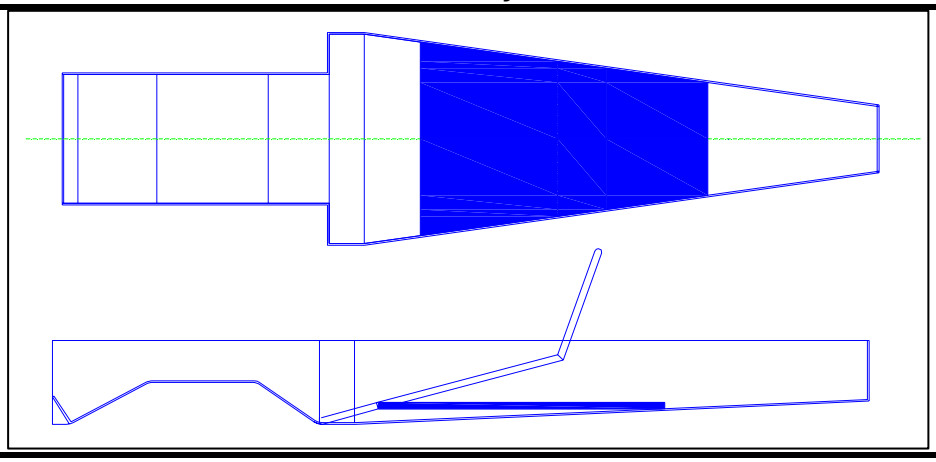
Utilitzar l'estructura auxiliar: Cunyes laterals.Assegurar el bon contacte entre les dues peces i el centratge per permet un contacte total entre laterals i respatller i reposacaps. **Cal que la geometria sigui aprovada per el càlcul aerodinàmic de Daniel Vilavedra**

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

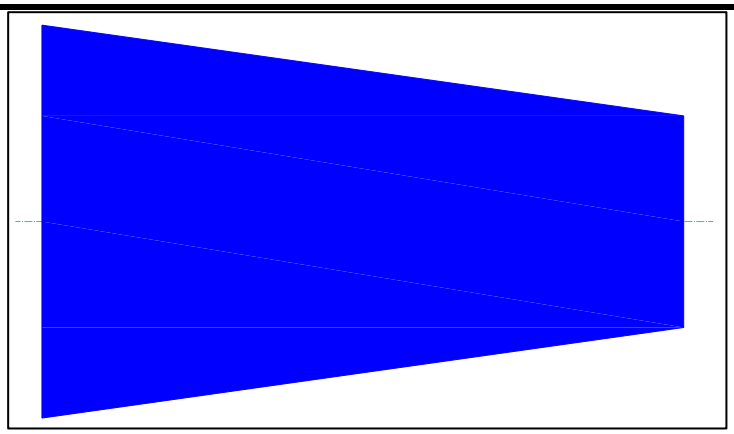
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	BASE DE LA ELECTRÒNICA I MOTOR	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-BEM	
PLÀNOL Nº	1.5	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	4

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Integrada en la base del vehicle.Veure tècnica d'ensamblatge

Centrar la peça en la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

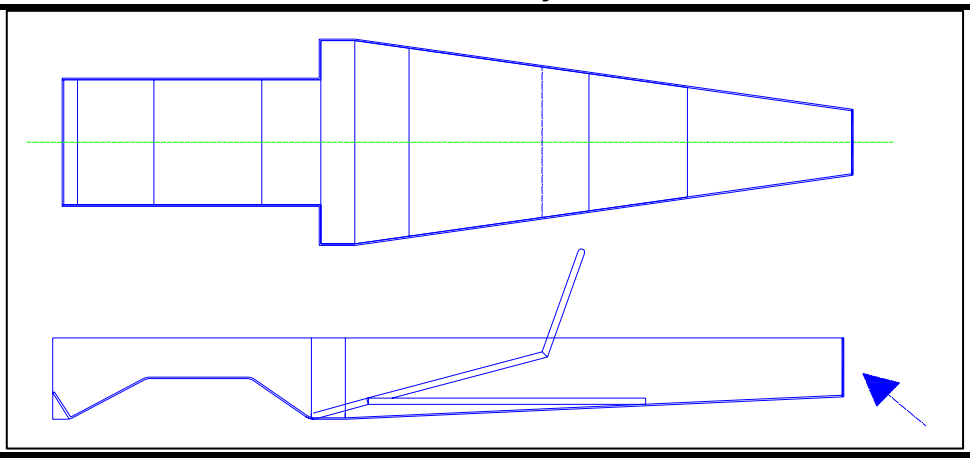
Cal assegurar el paral·lelisme respecte el terra mitjançant la estructura auxiliar pont davanter i base del vehicle.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

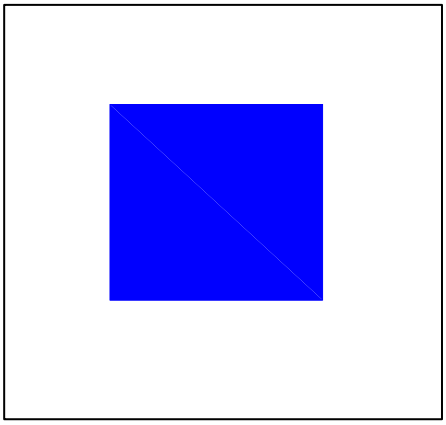
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	PART POSTERIOR DEL VEHICLE	**ORDRE DE MUNTATGE**
CODI DE LA PEÇA	PP-PPV	
PLÀNOL Nº	1.6	
ACABAT	Recantejat complert amb massilla	8

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A COL·LOCAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Col·locar a continuació de la part posterior dels laterals del vehicle

Centrar la peça en la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

Utilitzar posicionador de la part posterior del vehicle per colocar-lo.

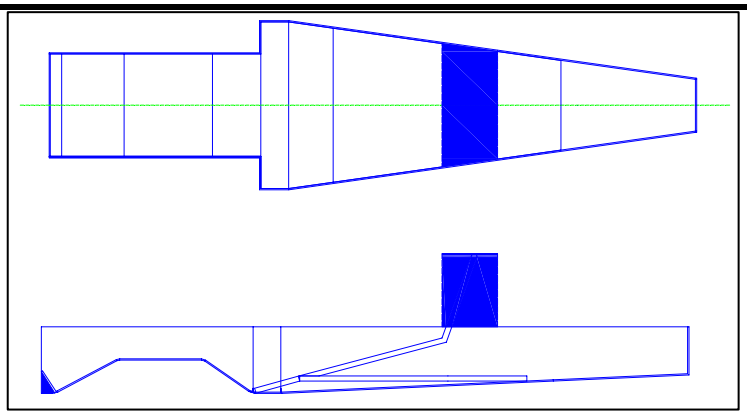
FULLS DE RUTA PER AL LAMINAT DE L'ARC DE SEGURETAT

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

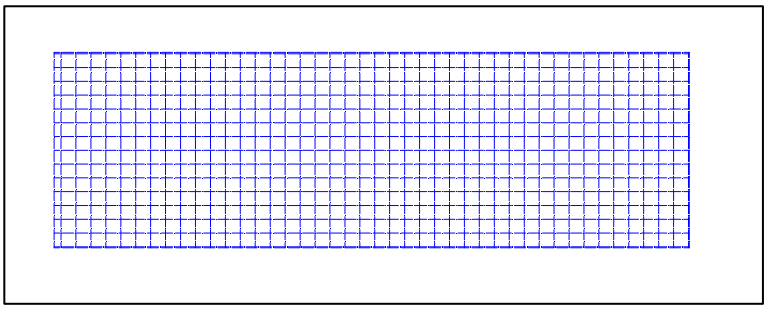
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ARC DE SEGURETAT	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-AST-RI-01	
PATRO Nº	1	
MATERIAL	Fibra de carboni	1

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

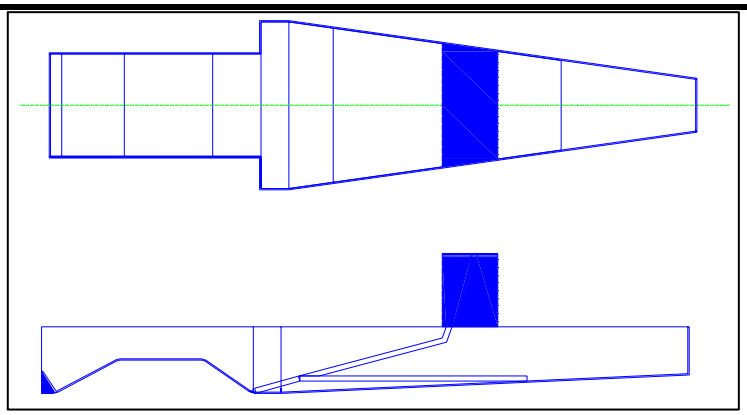
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

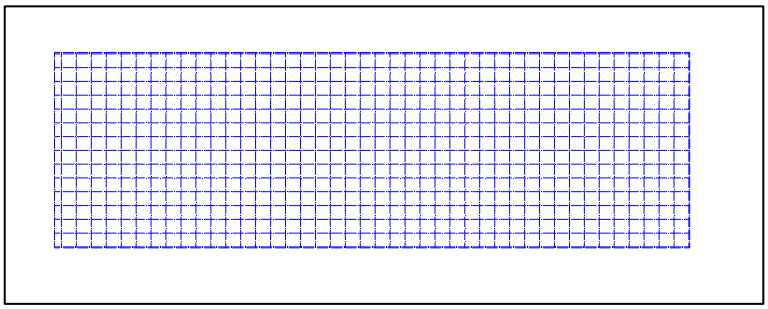
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ARC DE SEGURETAT	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-AST-RI-02	
PATRO Nº	1	
MATERIAL	Fibra de carboni	2

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

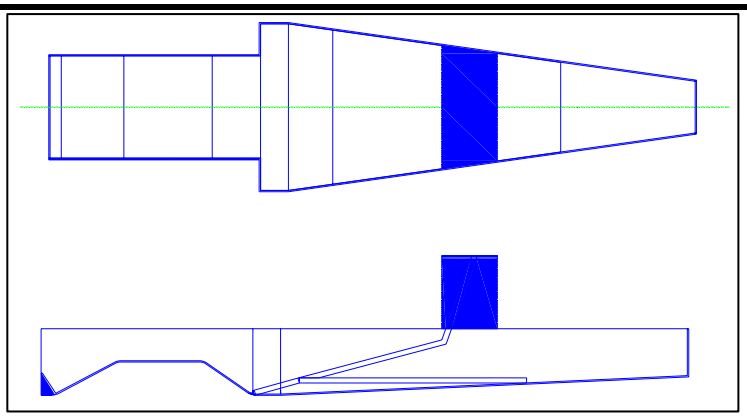
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

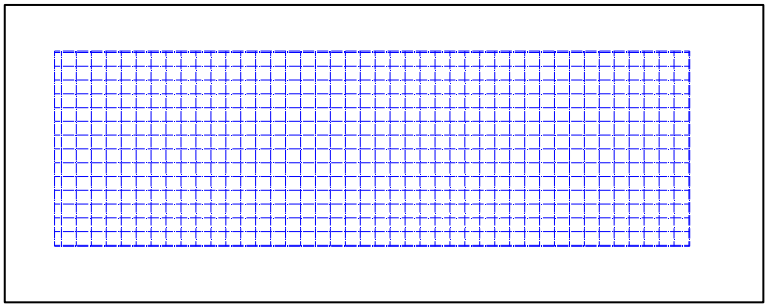
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ARC DE SEGURETAT	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-AST-RI-03	
PATRO Nº	1	
MATERIAL	Fibra de carboni	3

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

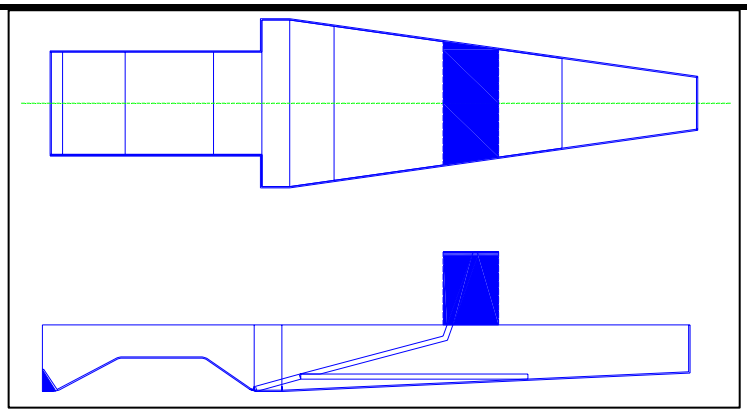
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

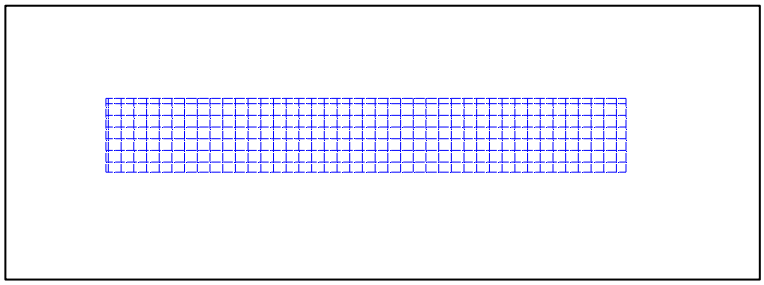
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	ARC DE SEGURETAT	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-AST-PA-01	
PATRO Nº	2	
MATERIAL	Panell d'abella	4

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar el panell d'abella en l'eix "Y" a la hora de laminar

Central el panell d'abella en l'eix "X" a la hora de laminar

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y". El panell d'abella ha de quedar totalment embolicat per les diferents capes de carboni, assegurant , capa a capa, que els solapaments s'efectuen de forma correcta i deixant la suficient distància entre cadascun d'ells. Els solapaments marcaran la cara interior del arc de seguretat

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

FULLS DE RUTA PER AL LAMINAT DELS LATERALS DEL VEHICLE

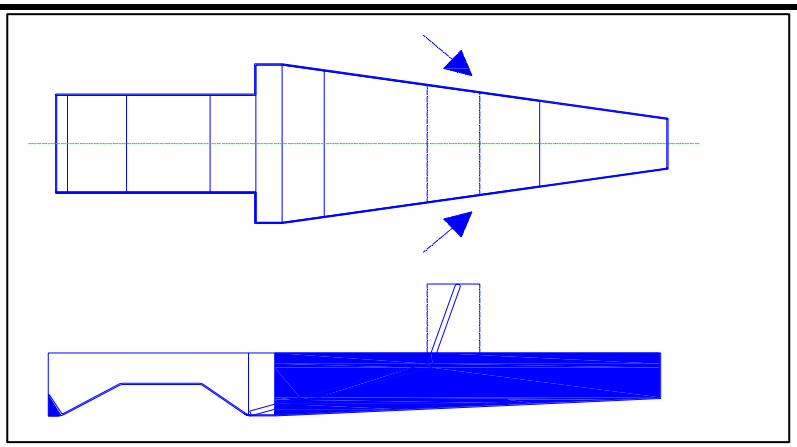
ATENCIÓ: CAL EXECUTAR 2 COPS EL PROCÉS PER OBTENIR ELS 2 LATERALS

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

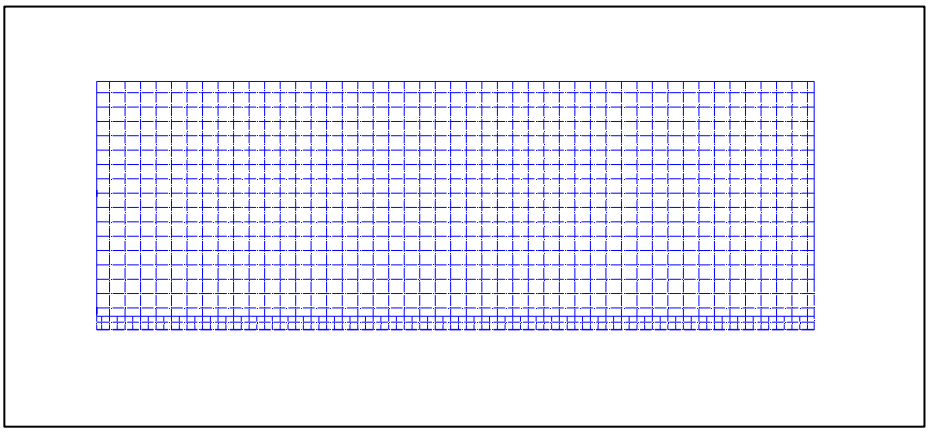
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL VEHICLE	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-LTE-RI-01 // PL-LTD-RI-01	
PATRÓ Nº	3	
MATERIAL	Fibra de carboni	1

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

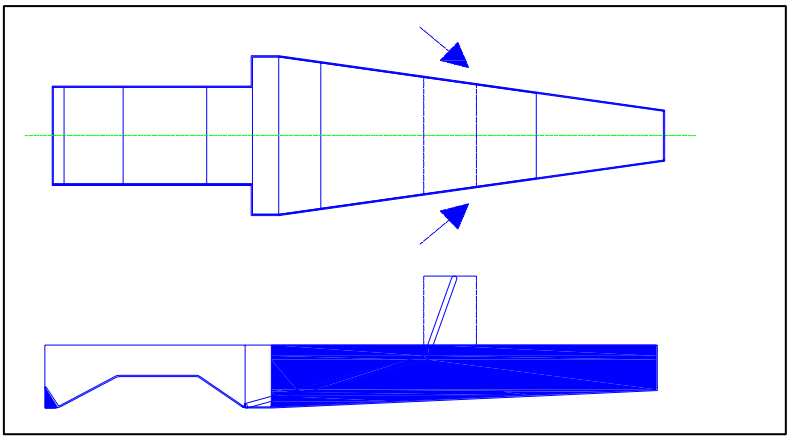
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

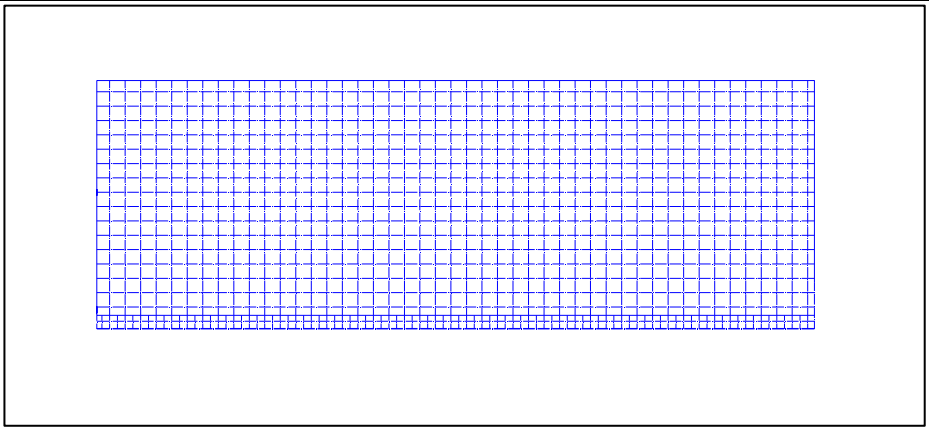
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL VEHICLE	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-LTE-RI-02 // PL-LTD-RI-02	
PATRÓ Nº	3	
MATERIAL	Fibra de carboni	2

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

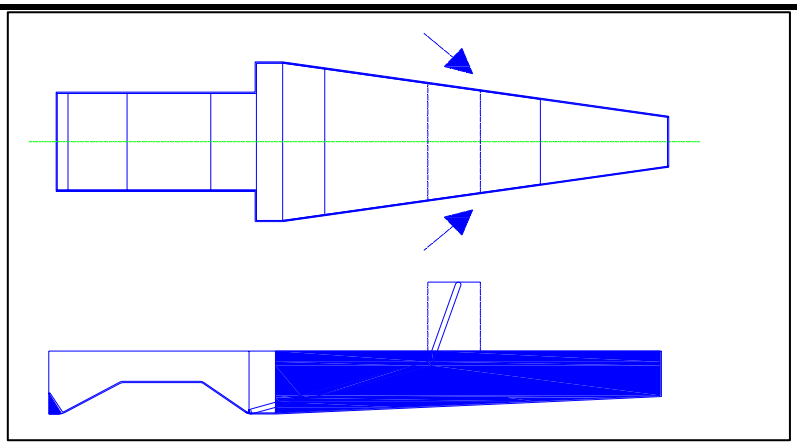
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

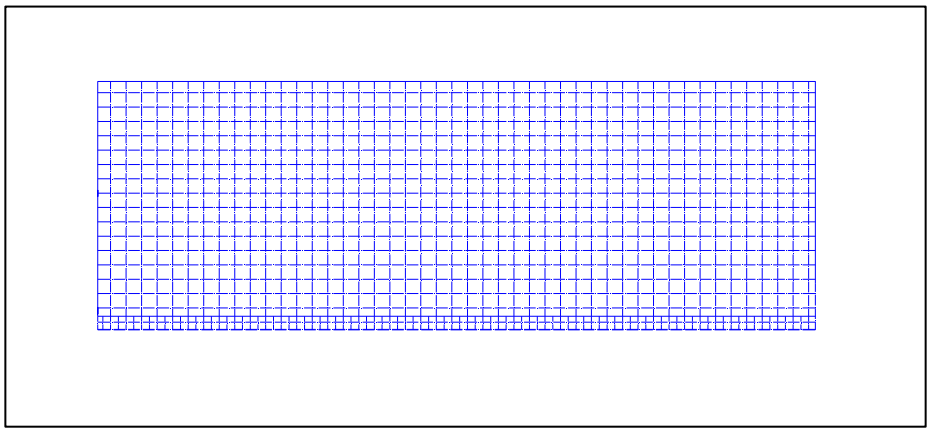
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL VEHICLE	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-LTE-RI-03 // PL-LTD-RI-03	
PATRÓ Nº	3	
MATERIAL	Fibra de carboni	3

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar la fibra de carboni en l'eix "Y" amb un decalatge de 30mm respecte la capa anterior

Centrar la fibra de carbonia en l'eix "X"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

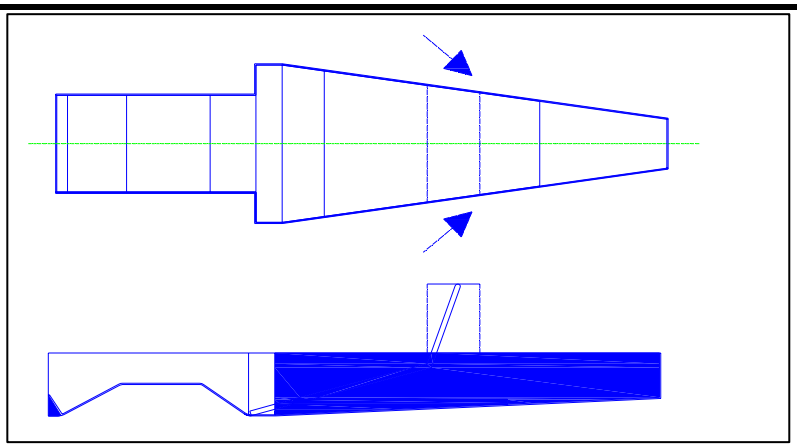
Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y"

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

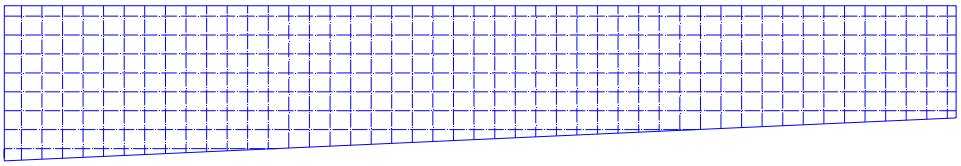
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL VEHICLE	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-LTE-PA-01 // PL-LTD-PA_01	
PATRÓ Nº	4	
MATERIAL	Panell d'abella	4

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Centrar el panell d'abella en l'eix "Y" a la hora de laminar

Central el panell d'abella en l'eix "X" a la hora de laminar

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

Utilitzar la base de laminar, havent-hi marcat dos eixos "X" i "Y". El panell d'abella ha de quedar totalment embolicat per les diferents capes de carboni, assegurant , capa a capa, que els solapaments s'efectuen de forma correcta i deixant la suficient distància entre cadascun d'ells. Els solapaments marcaran la cara interior del lateral

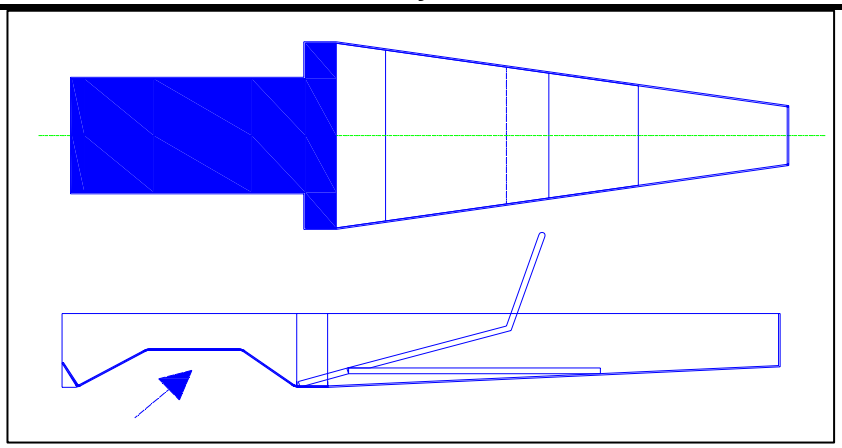
FULLS DE RUTA PER AL LAMINAT DEL PONT DAVANTER I BASE DEL VEHICLE

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

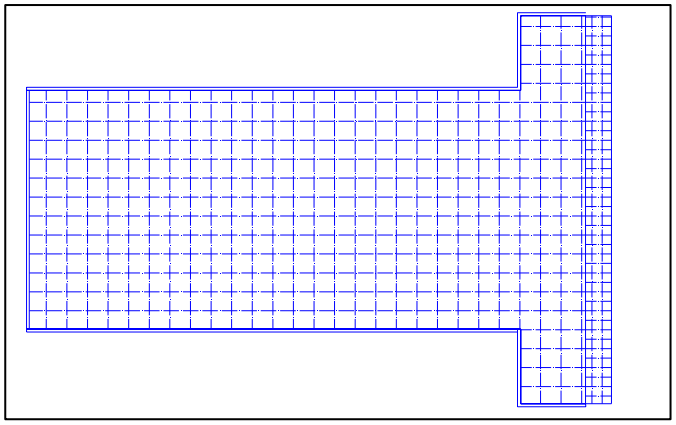
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RI-01	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	1

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Centrar-ho respecte la línia "Y", eix longitudinal del vehicle

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

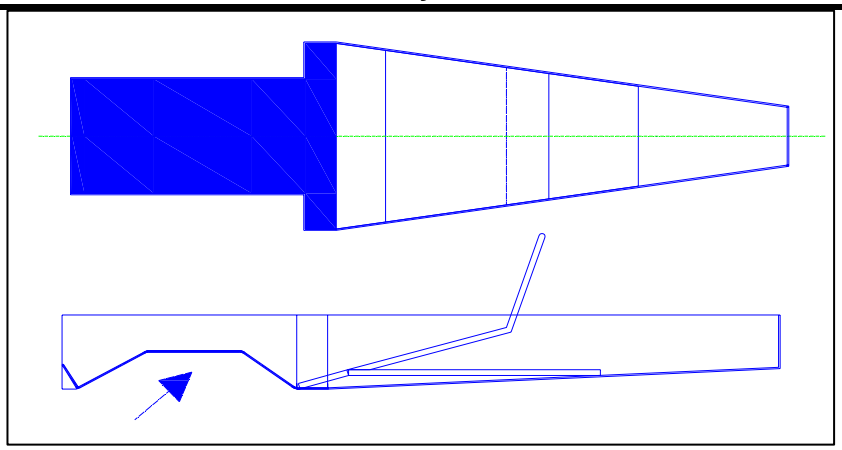
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

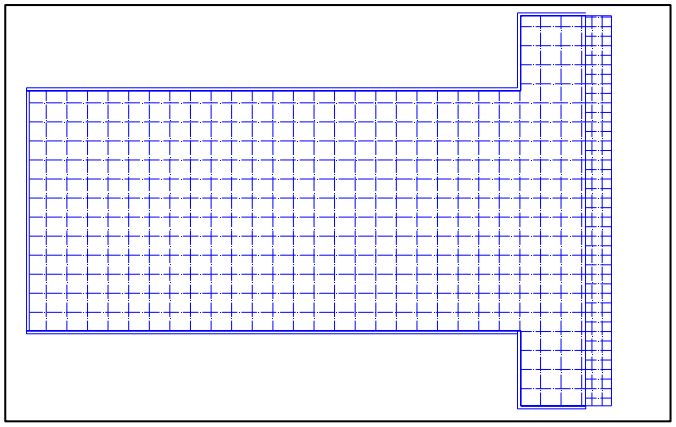
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RI-02	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	2

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

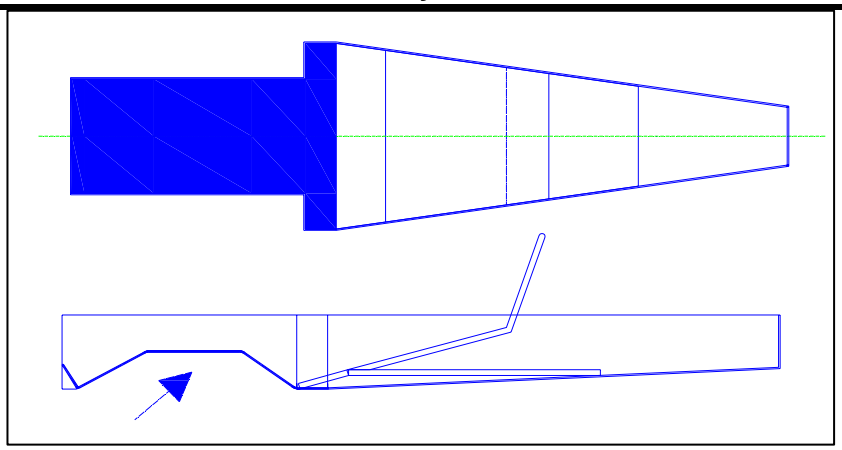
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

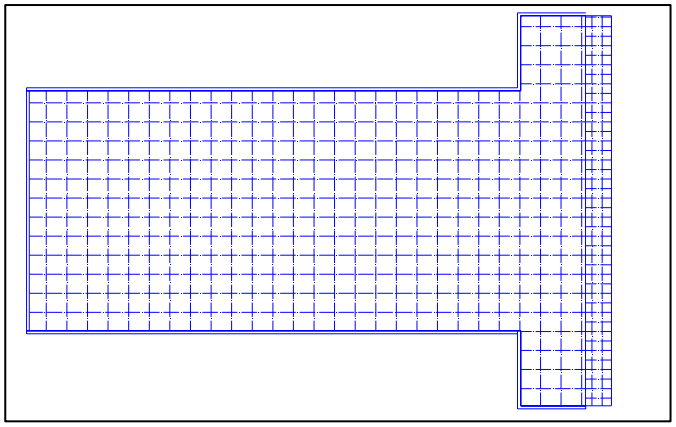
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RI-03	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	3

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

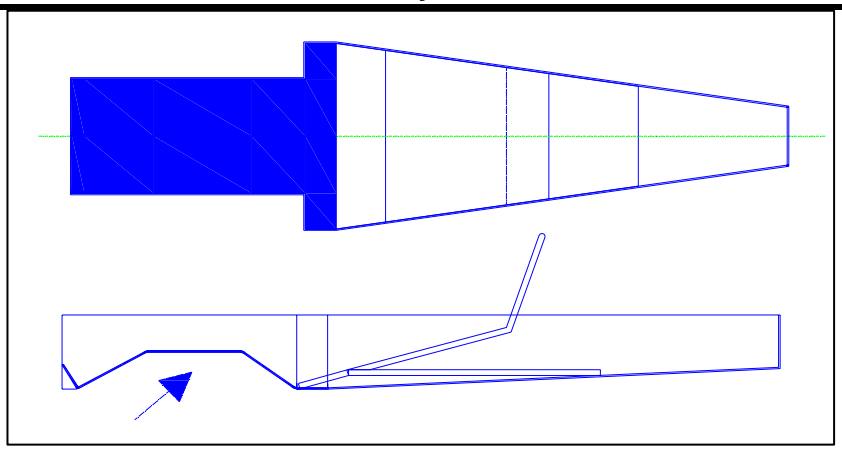
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

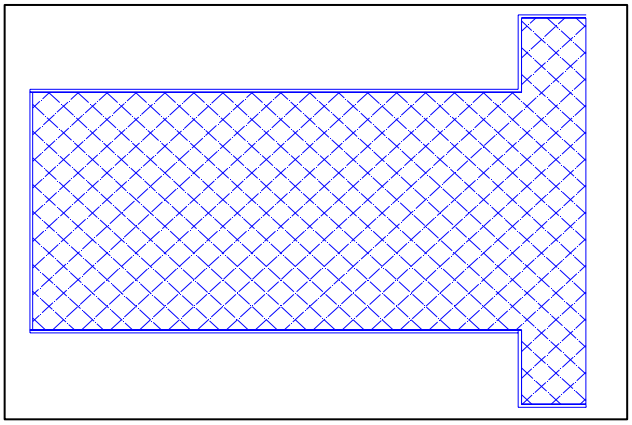
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-PA-01	
PATRÓ Nº	6	
MATERIAL	Panell d'abella	4

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

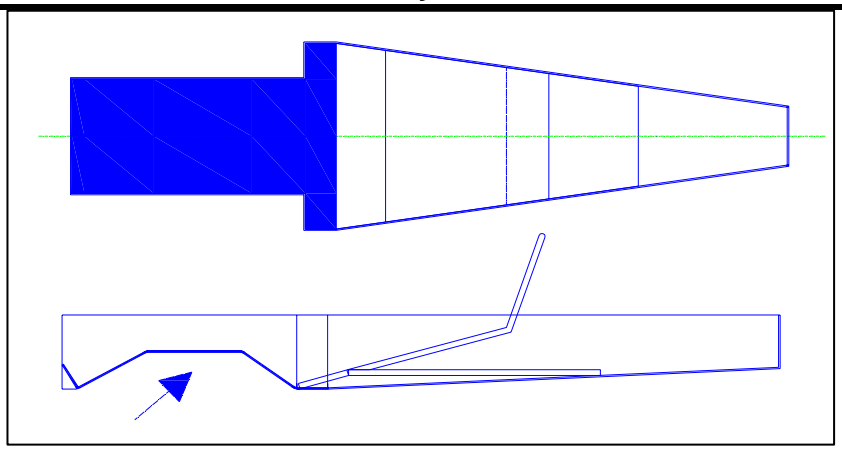
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.Un cop acabada la peça, caldrà verificar les dimensions i mecanitzar fins ajustar-ho a les cotes dels plànols.Llavors caldrà recantejar amb massilla tot el contorn del panell.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

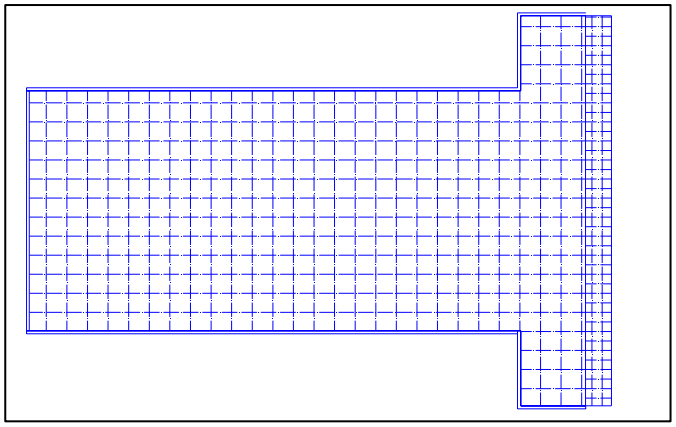
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RS-01	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	5

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

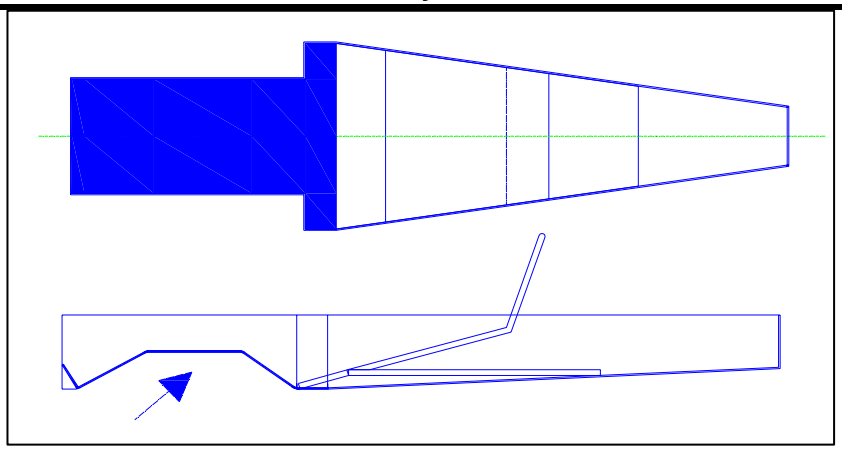
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

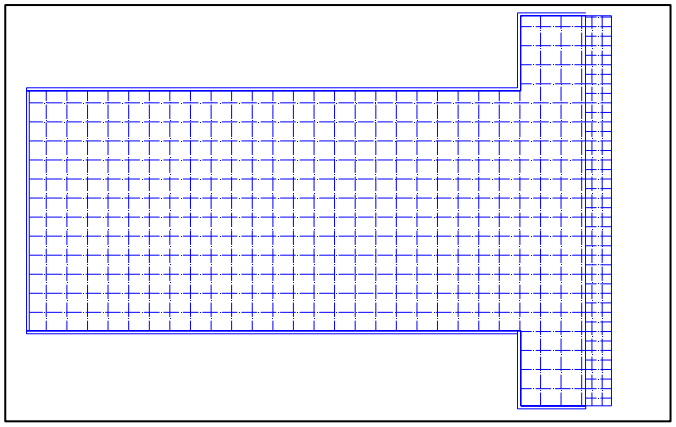
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RS-02	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	6

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

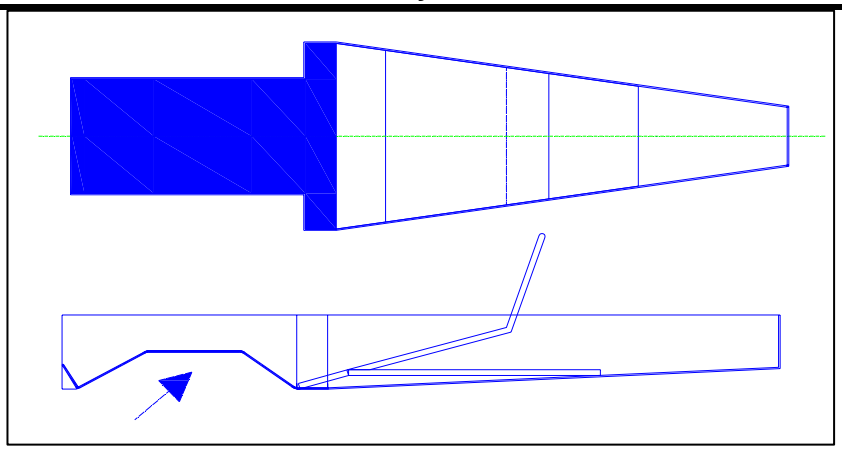
Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.

EQUIP EPS-SHELL ECO MARATHON

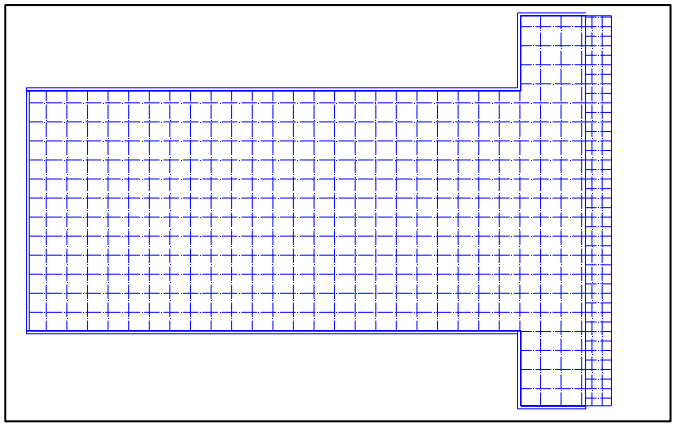
FULLS DE RUTA PER A LA FABRICACIÓ DE LA NOVA CARROSSERIA AUTOPORTANT

NOM DE LA PEÇA	LATERAL DEL PONT DAVANTER	**ORDRE DE LAMINAT**
CODI DE LA PEÇA	PL-PDB-RS-03	
PATRÓ Nº	5	
MATERIAL	Fibra de carboni	7

DISPOSICIÓ DE LA PEÇA EN EL CONJUNT



FORMA APROXIMADA DE LA PEÇA A RETALLAR



REFERÈNCIES DE COL·LOCACIÓ

Enrasar el principi de la peça amb la línia "X"

Situar a +200mm de la línia "Y"

CONTROL DE PRODUCCIÓ

RETALLAT PER	COL·LOCAT PER	COMPROBAT PER

COMENTARIS

Laminar sobre l'estructura auxilar pont davanter i base del vehicle, assegurant que s'adapta totalment a la forma de la estructura auxiliar.El patró inclou una zona de solapament per tal de ajuntar-ho amb les parts prefabricades base del motor i la electrònica i respatller.