

Treball final de Grau

Estudi: **Grau en Enginyeria Mecànica**

Títol: Disseny de l'estructura i de la instal·lació elèctrica fotovoltaica integrada en una parada de bus per a zones rurals

Document 1: Memòria i Annexos

Alumne: Joaquim Feliu Borrissier

Tutor: Josep Tresserras
Departament: Organització, Gestió Empresarial i Disseny del Producte
Àrea: Expressió Gràfica en L'enginyeria

Convocatòria (mes/any): Juny del 2019

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
1.1 Antecedents	3
1.1.1 Exposició de necessitats	3
1.2 Objecte del projecte	3
1.3 Requeriments i abast.....	3
1.3.1 Requeriments.....	3
1.3.2 Abast	5
2. ANÀLISIS DEL PRODUCTE I SEGMENTACIÓ DEL MERCAT	6
2.1 Parades de vidre.....	6
2.2 Parades amb policarbonat cel·lular	6
2.3 Diferents dissenys	8
2.4 Observacions estudi de producte	9
3. DISSENY DE LA NOVA PARADA DE BUS	9
3.1 Aspectes a tenir en compte.....	9
3.1.1 Estructura	9
3.1.2 Energia solar fotovoltaica	10
3.1.2.1 Introducció	10
3.1.2.2 Radiació solar.....	10
3.1.2.2 Posicionament.....	12
3.1.2.3 Components de la instal·lació elèctrica fotovoltaica.....	14
3.1.3 Elements gràfics	19
3.1.3.1 Colors	20
3.1.3.2 La forma	20
3.1.4 Estudi ANTROPOMÈTRIC.....	20
3.1.5 Estudi il·luminació	24
3.1.6 NORMATIVA.....	25
3.2 Presentació de la solució.....	26
3.2.1 Estructura	26
3.2.1.1 Material i acabats.....	26
3.2.1.2 Estructura base	28
3.2.1.3 Estructura superior	29
3.2.1.4 Banc.....	31
3.2.1.5 Fonamentació.....	32
3.2.2 Components elèctrics	34
3.2.2.1 Panell solar	34
3.2.2.2 Regulador de carga.....	36

3.2.2.3 Bateria	37
3.2.2.4 Lluminaària i programador	38
3.2.2.5 Cablejat	40
3.2.2.6 Proteccions	41
3.2.3 Renders	42
4. RESUM DEL PRESSUPOST.....	43
5. RELACIÓ DE DOCUMENTS	43
6. BIBLIOGRAFIA	44
ANNEXES	
1.CÀLCUL ELÈCTRIC.....	46
1.1 Càlcul de consum estimat	46
1.2 Radiació solar	46
1.3 Càlcul de plaques solars.....	48
1.4 Capacitat de la bateria.....	48
1.5 Càlcul secció cablejat.....	49
1.6 Proteccions	51
1.7 Esquema elèctric.....	52
2. CÀLCUL ESTRUCTURAL.....	54
2.1 Càrregues	54
2.1.1 Sobrecàrrega de neu	54
2.1.2 Sobrecàrrega d'ús	56
2.1.3 Sobrecàrrega del vent	56
2.1.4 Pes estructura superior	60
2.2 Hipòtesis	61
2.3 CÀLCUL ESTÀTIC AMB ELEMENTS FINITS.....	65
2.3.1 Estudi estructura superior	65
2.3.2 Estructura inferior	70
2.3.3 Conclusions.....	75
3 FONAMENTACIÓ	77
4 CÀLCUL IL·LUMINACIÓ.....	80

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

1.1.1 Exposició de necessitats

Ens trobem en un punt on la societat a vegades dona poca importància a les zones rurals, i actualment hi ha molta població que està emigrant de les zones urbanes per anar-hi a viure. Això provoca que sorgeixin algunes necessitats que anteriorment no eren tant rellevants.

Un dels principals problemes en les zones rurals és que es deixa molt de banda el tema de desenvolupament tecnològic, afegint-hi la difícil connexió de la xarxa elèctrica entre aquests espais i les zones urbanes, provocant així que hi hagi poca il·luminació.

Degut als problemes de densitat de circulació i de mobilitat que existeix actualment, que produeix també molts de problemes de sostenibilitat i medi ambient, cada vegada s'incentiva més el transport públic i no l'individual. Provocant així que cada vegada hi hagi més necessitat de circulació d'autobusos en zones on abans no era necessari i per tant també obliga la col·locació d'una infraestructura per donar resposta.

1.2 Objecte del projecte

Tenint en compte les necessitats esmentades anteriorment i veient les possibilitats dels avenços tecnològics en el camp de les energies renovables, és possible portar a terme un projecte d'una parada de bus que incorpori plaques fotovoltaïques per tal de generar l'electricitat suficient en hores diürnes per així, quan es faci fosc, poder auto abastir-se d'energia i il·luminar la marquesina mitjançant el seu propi sistema.

1.3 Requeriments i abast

1.3.1 Requeriments

A continuació s'exposaran els requeriments a disposar per la marquesina:

- **Accessibilitat**

La parada de bus ha de ser projectada per tal que permeti el fàcil accés als següents grups de persones:

- Persones amb mobilitat reduïda
- Persones amb discapacitats físiques
- Persones d'avançada edat

- **Antropometria**

Per la correcta definició de les dimensions, es tindran en compte els següents aspectes:

- No serà tan extensa com una marquesina de ciutat ja que la densitat de gent que l'utilitza en zones rurals és menor, però es projectarà per tal de protegir un mínim de 3 persones (una d'elles amb cadira de rodes).
- L'espai vital necessari entre persona/persona i persona/objecte.
- Es tindrà en compte l'antropometria en relació entre usuaris i marquesina, aplicant el percentil 95. En ell hi trobem casos extrems i es donaria resposta per la resta de percentils.

- **Ergonomia**

- També es farà un estudi previ sobre la part estètica i formal de la marquesina. Com per exemple els colors que la compondran han de permetre que els vehicles que circulin per la carretera els sigui fàcil identificar la parada, ja sigui per seguretat com per funcionalitat. I tot això sense deixar de banda la part estètica, que no desentoni molt amb l'ambient rural.
- Fàcil visibilitat dels busos i cotxes des de dins la parada.
- Il·luminació suficient per visualitzar a mitja distància la parada i així mateix per poder visualitzar el panell d'informació

- **Protecció**

Per a una bona protecció de les persones i/o elements que componen la marquesina, es tindrà en compte:

- L'estructura ha de ser resistent a qualsevol fenomen mediambientals: forts vents, pluges, nevades, pedregades, etc.
- Tots els elements de la parada han de ser segurs; no deixar arestes vives, cargols sobresortint, etc.
- Proporcionar un espai anti-vandàlic per la col·locació dels elements de la instal·lació elèctrica.
- S'assegurarà la protecció contra el vent i pluja pels usuaris

- **Elements bàsics**

Els elements indispensables que ha de contenir la marquesina per tal de complir amb els objectius mencionats seran:

- Ha de contenir un panell informatiu amb els horaris i recorreguts dels autobusos.
- En zones rurals quan es fa fosc hi ha molt poca il·luminació, per tant es programarà una encesa de llums LED gràcies un programador.
- Es col·locaran dos entrades USB per carregar els mòbils.
- Banc per a 2 persones.

- **Sostenibilitat**

Es disposarà d'una instal·lació de plaques fotovoltaïques a la part superior de la marquesina per així auto generar l'energia suficient per poder donar solució a tots els apartats exposats anteriorment.

- **Materials i acabats**

Tots els materials i acabats seran elegits conforme no puguin malmetre el medi ambient, per altre banda siguin resistents a les agressions mediambientals i evitar els actes vandàlics.

S'estudiarà i es tindrà en compte les sol·licitacions mecàniques aplicades als materials perquè siguin resistents. (es justificarà la seva elecció a l'annex de Càlculs estructurals).

- **Instal·lació/reparació**

La solució projectual de la marquesina serà dissenyada en base a la facilitat de muntatge, desmuntatge i amb l'objectiu de reduir el temps de reparació.

- **Qualitat percebuda**

La gent al veure la marquesina els hi ha de transmetre:

- Sensació de lleugeresa i al mateix temps robustesa.
- Referent a la forma, color, textura i proporció els ha d'avocar a una solució amigable.
- Integració en el medi.
- Que s'identifiqui a la distància i sigui fàcilment llegible per a qualsevol vianant o conductor que passi per la carretera adjunta.

1.3.2 Abast

Es farà el desenvolupament tècnic i de disseny. Incloent-hi els càlculs de la instal·lació elèctrica fotovoltaica i de l'estructura, els plànols tècnics i renders.

També s'inclourà un estudi econòmic i pressupost de la marquesina per tal d'avaluar la viabilitat del projecte.

A tot això se li inclourà la facilitat de muntatge, transport i reparació per tal d'abaratir costos sense perdre la qualitat funcional.

2. Anàlisi del producte i segmentació del mercat

S'ha trobat una gran quantitat de solucions de parades de bus, unes molt cares i altres molt econòmiques. Inicialment es farà un estudi general de tot el que hi ha al mercat per tal de poder encarar-ho i aplicar-ho en una marquesina de zona rural.

2.1 Parades de vidre



Figura 1: Estudi de producte parades de vidre

2.2 Parades amb policarbonat cel·lular



Figura 2: Estudi de producte parades PC

2.3 Diferents dissenys



Figura 3: Estudi producte diferents dissenys

2.4 Observacions estudi de producte

Com es pot veure en l'estudi de producte dels dos primers apartats (apartat 2.1 i 2.2), tots els dissenys son molt semblants, siguin fets de policarbonat cel·lular com de vidre. Un dels principals punts diferenciador és l'estructura, composades majoritàriament per 4 o 2 pilars base.

Al ser 4 pilars es pot reduir molt la secció del perfil de la columna, ja que el pes està millor repartit, en canvi podem observar que les parades que només tenen 2 pilars la seva secció augmenta considerablement, on també s'hi afegeix que a la part superior de l'estructura hi hagi algun nervi o suport per aconseguir que el sostre sigui segur, i no hi hagi problemes de ruptura.

En l'últim apartat es poden observar dissenys mes moderns, conservant unes mides generals semblants, però amb elements diferenciadors com pot ser el disseny estètic de la parada o els materials que la componen.

3. Disseny de la nova parada de bus

3.1 Aspectes a tenir en compte

3.1.1 Estructura

Un dels aspectes importants del disseny serà sens dubte la part de l'estructura. Com s'ha vist anteriorment és un dels elements diferenciadors de les parades que hi ha actualment, a més en aquest projecte s'inclourà una placa fotovoltaica a la part superior (veure annex de Càlculs elèctrics), augmentat així el seu pes. Al mateix temps s'haurà de dissenyar una base d'aquesta, per tal de collar-la i separar-la del sòl per si algun factor ambiental el malmetés.

També sabem que la nova marquesina estarà col·locada a zones rurals, per tant haurà d'estar composta per materials que no puguin malmetre el seu ambient, sobretot si per mala sort es trenques alguna part d'aquesta no pugui causar cap incendi.

El material de l'estructura i el seu acabat superficial també son uns dels aspectes importants a tenir en compte, ja que a les zones rurals l'agressió mediambiental és molt més alta que a les zones urbanes, per tant s'haurà de tenir en compte els factors que puguin evitar aquest aspecte.

3.1.2 Energia solar fotovoltaica

3.1.2.1 Introducció

L'energia solar fotovoltaica consisteix en la transformació directa de la radiació solar en energia elèctrica. Aquest tipus d'energia es coneix com **energia fotovoltaica**.

Aquesta transformació d'energia elèctrica s'aconsegueix mitjançant les **plaques solars**. Aquestes plaques estan formades per mòduls i aquests a la vegada estan formats de **cèl·lules fotovoltaïques**. Les cèl·lules generalment estan fabricades de silici i compostes per una o varies làmines de material semiconductor i recobertes d'un vidre transparent que deixa passar la radiació solar i minimitza les pèrdues de calor.

El procés d'obtenció d'energia elèctrica comença quan la llum solar incideix en la fina capa de silici en la part superior de la cèl·lula (contacte frontal), aquest desprèn electrons dels àtoms de silici. Els electrons tenen carga negativa, el que significa que es senten atrets per la base de silici de la cèl·lula (contacte posterior). La transferència d'aquest electrons a través del material semiconductor crea una diferència de potencial, provocant així l'obtenció d'energia elèctrica.

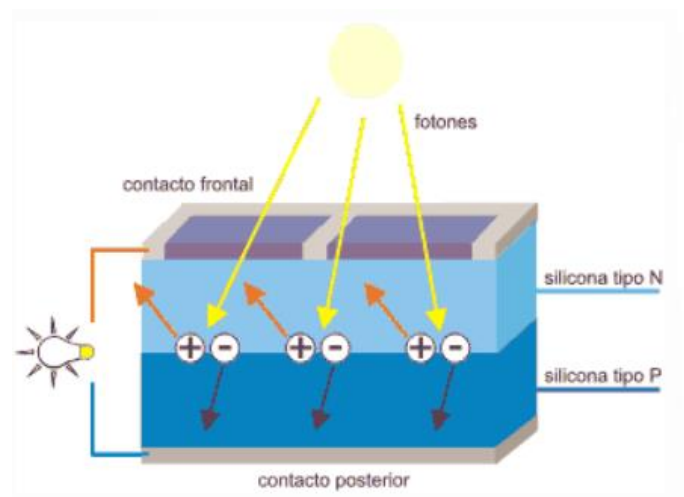


Figura 4: Representació gràfica funcionament cèl·lula

3.1.2.2 Radiació solar

El sol produeix una quantitat d'energia constant que, en el moment d'incidir sobre la superfície terrestre perd part de la seva potència degut a diferents fenòmens ambientals.

La potència radiant de 1367 W/m^2 , denominada **constant solar**, que arriba al planeta terra no és la que finalment arriba a la superfície terrestre degut a la influència de fenòmens atmosfèrics; la activitat humana, la forma pròpia de la terra, el cicle dia/nit i la òrbita el·líptica de la Terra.

La **irradiància solar**, correspon a una mesura de potència, i és quantitat de radiacions solars que incideixen en una àrea en un instant determinat, es mesura amb W/m^2 . En el cas de les aplicacions fotovoltaïques, la producció de corrent en una cèl·lula solar depèn de la irradiància, a mesura que aquesta augmenta, augmenta també la intensitat a través de la cèl·lula.

Explicat i entès tots els apartats anteriors, el que realment ens interessa per poder dimensionar la instal·lació fotovoltaica és la **irradiació solar**. Mesura l'energia solar rebuda i correspon a la quantitat de irradiància solar que incideix en una àrea durant un temps determinat, es mesura amb Wh/m².

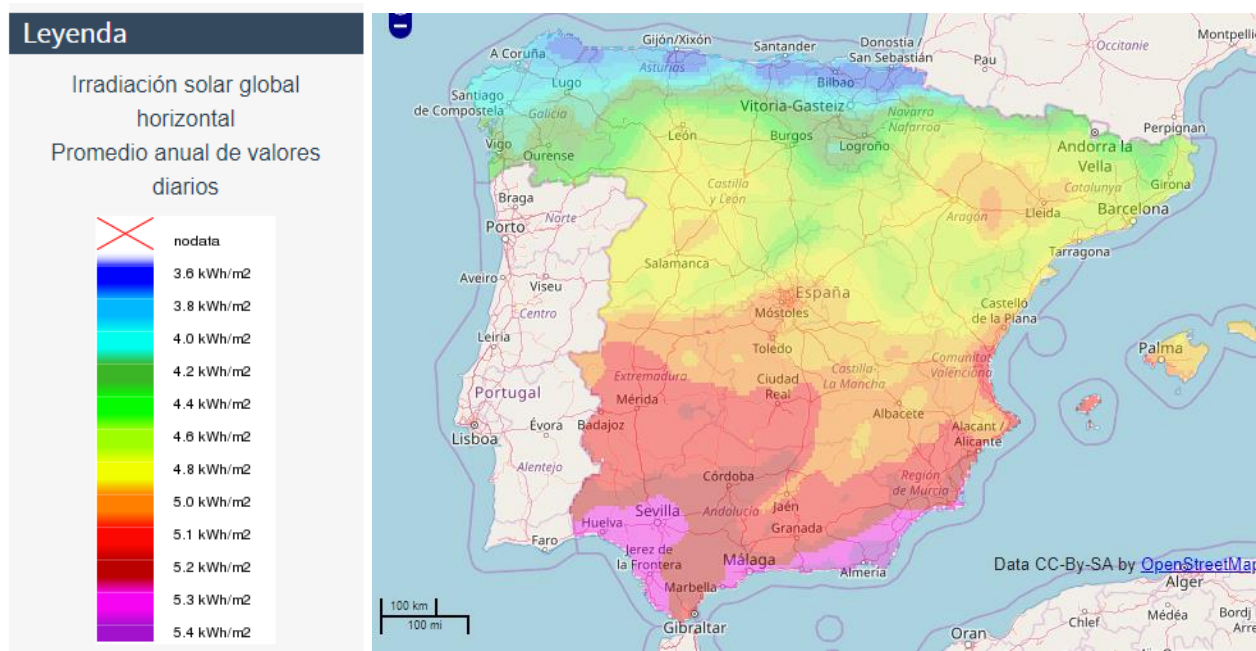


Figura 5: Irradiació solar Espanya

Com es pot veure en la figura anterior Espanya és un dels països amb més possibilitat d'explotació sobre el recurs de l'energia solar, ja que té uns valors mitjans anuals molt elevats en quant a irradiació solar.

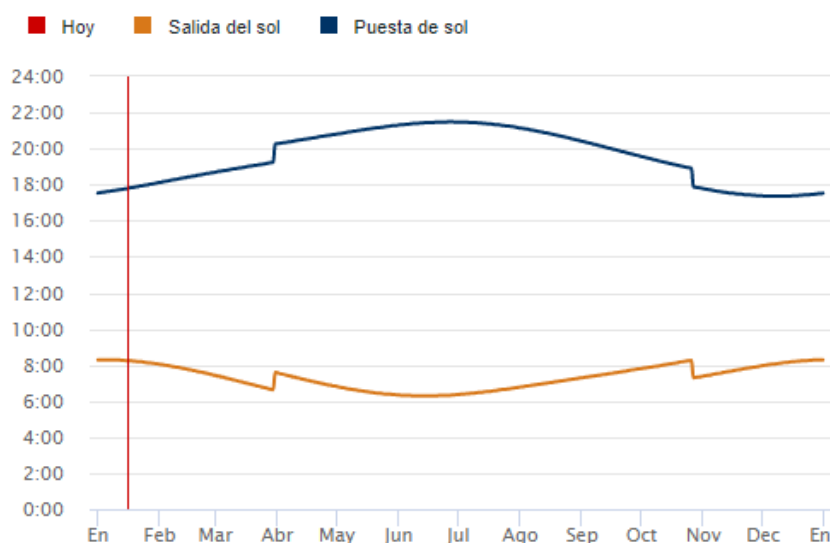


Figura 6: Hores sol/mes 2019

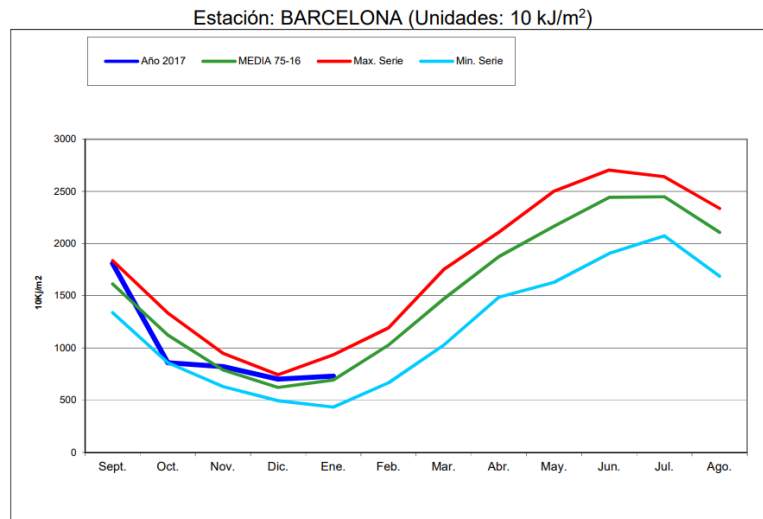


Figura 7: Mitjanes anuals de la irradiació

La irradiació rebuda en un lloc determinat depèn de la època del any, de la hora i de les condicions atmosfèriques del lloc. En la primera figura es determina les hores de sortida i posta del sol a Catalunya, i en la segona figura es pot observar una gràfica amb les mitjanes anuals de la irradiació, donant-nos el resultat que el màxim pic es troba en Juny/Juliol.

Aquestes mesures es poden obtenir de taules i gràfiques com les mostrades anteriorment, però com ja s'exposarà més endavant, en aquest projecte s'utilitzarà l'aplicació "PVGIS", que té una plataforma on-line des d'on es poden obtenir les dades actualitzades i de forma senzilla.

3.1.2.2 Posicionament

Al dissenyar un sistema fotovoltaic es crucial aprofitar al màxim la irradiació solar, ja que en un sistema on aquesta irradiació estigui a 90° (respecte a la placa) en el moment del dia on hi hagi valors màxims de irradiació, és quan millors resultats podem obtenir en valors energètics.

Per tal de poder aconseguir aquest objectiu s'hauran de controlar dos variables:

- **Direcció:** Si s'observa la següent figura, es pot veure com la millor direcció és el sud (0°), ja que es troba tant en el millor angle del zenit com un entremig del recorregut del sol, que va de est (+90°) fins a l'oest (-90°).

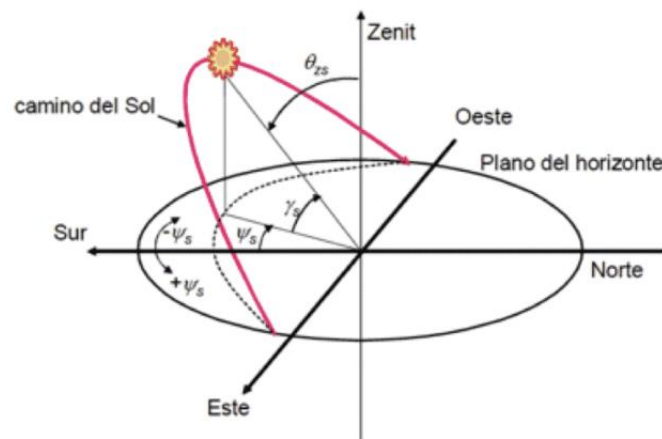


Figura 8: Direcció del sol

- **Inclinació:** Per determinar aquest valor s'hauria de tenir en compte la latitud de la ubicació geogràfica a on es vol muntar el sistema i la època de l'any en que es necessita tenir més energia. La inclinació ha de permetre que la irradiació anual rebuda estigui entre el 80% i el 100%.

Si s'observa la següent figura es pot veure un exemple d'un sistema fotovoltaic. Per una direcció respecte el sud de $+45^\circ$ i una inclinació de 30° es troba al 90% de irradiació anual rebuda. Per tant, mentre la solució es mogui entre els $+45^\circ$ i -45° de direcció i entre els 5° i els 60° d'inclinació el disseny del sistema fotovoltaic serà viable.

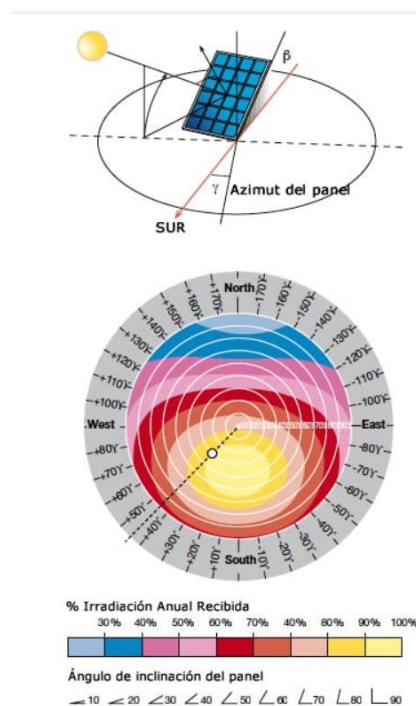


Figura 9: Esquema irradiació anual rebuda

3.1.2.3 Components de la instal·lació elèctrica fotovoltaica

- **Mòdul fotovoltaic o placa solar**

Està format per un conjunt de cèl·lules, connectades elèctricament, encapsulades, i muntades sobre una estructura de suport o marc. Proporciona una sortida de connexió a una tensió continua, i es dissenya per a valors concrets de tensió (6V, 12V, 24V...), que definirà la tensió a la que treballarà el sistema fotovoltaic.

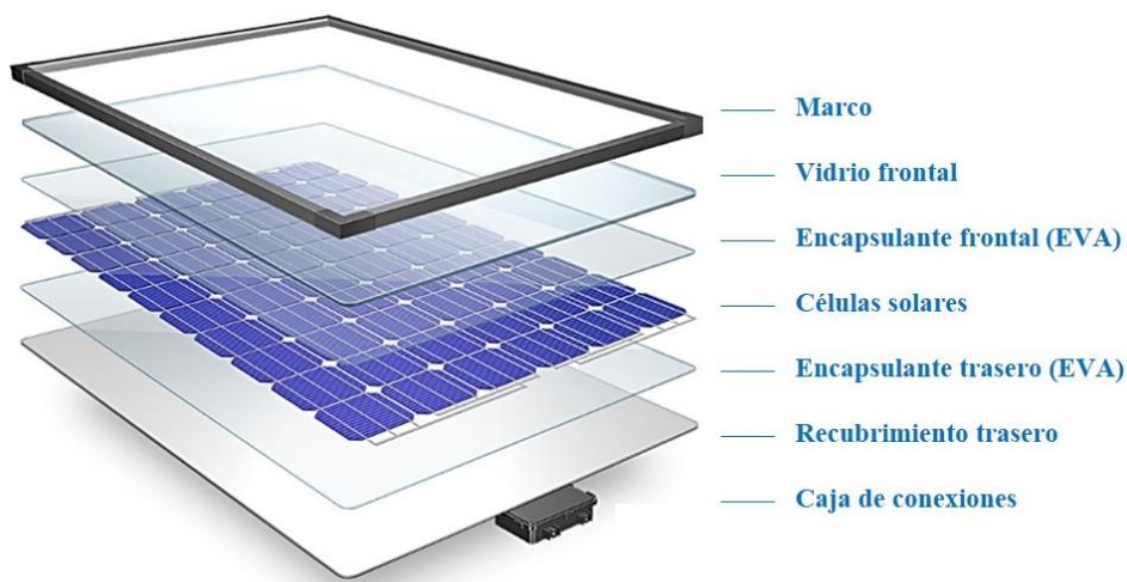


Figura 10: Esquema gràfic components placa solar

Els diferents tipus de mòduls fotovoltaics estan relacionats directament amb el tipus de tecnologia de fabricació de les cèl·lules, i són:

- Silici cristal·lí (monocristal·lí i policristal·lí)
- Silici amorf

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Figura 11:Tipus de mòduls fotovoltaics

La potència que proporciona una cèl·lula de mida estàndard (diguem de 10x10cm) es molt petita (al voltant de 1 o 2 W), per el que generalment serà necessari tenir que associar varies d'elles amb la finalitat de proporcionar la potència necessària

al sistema fotovoltaic. Es d'aquest fet d'on sorgeix el concepte de panell solar o mòdul fotovoltaic.

Segons la connexió elèctrica que fem de les cèl·lules, ens podem trobar amb diferents possibilitats:

- La **connexió en sèrie** de les cèl·lules permetrà augmentar la tensió final en els extrems de la cèl·lula equivalent.
- La **connexió en paral·lel** permetrà augmentar la intensitat total del conjunt.

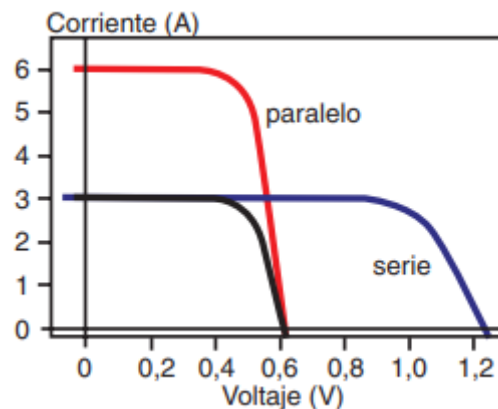


Figura 12: Diferència connexió en sèrie i paral·lel

- **Regulador de carga**

Per el correcte funcionament de la instal·lació, s'ha d'instal·lar un sistema de regulació de carga a la unió entre les plaques solars i les bateries. Aquest element rep el nom de regulador i té la finalitat d'evitar situacions de carga i sobrecàrrega de la bateria, amb la intenció d'allargar la seva vida útil.

Per tant, podem dir que el regulador treballa en 2 zones; en la part relacionada amb la carga on la seva missió és la de garantir una carga suficient a l'acumulador i evitar les situacions de sobrecàrrega, i en la part de descàrrega s'ocuparà d'assegurar el subministrament elèctric diari suficient i evitar la descàrrega excessiva de la bateria.



Figura 13: Esquema regulador de carga

El regulador porta una sortida de consum, capaç d'alimentar aparells dins la instal·lació que funcionen amb corrent continua. Hi haurà instal·lacions en les que inclús tots els equips estiguin connectats directament al regulador.

	Tipo de regulador
Según tecnología del interruptor	• Relé electromecánico. • Estado sólido (MOSFET, IGBT...).
Según estrategia de desconexión del consumo	• Por tensión. • Por algoritmos de cálculo del estado de carga. • Por otros algoritmos de gestión de la energía.
Según posición del interruptor de control de generación	• Serie. • Paralelo.

Figura 14: Tipus de regulador

En totes les instal·lacions fotovoltaïques aïllades existeixen dos tipus de reguladors de carga solars:

- El regulador **PWM** (Modulació per amplada de polsos) només conté en el seu interior d'un Díode, per tant els panells solars funcionen a la mateixa tensió que les bateries solars. L'energia a un canto i a l'altre del reguladores és la mateixa, amb el mateixos valors de tensió i corrent.

Aquest regulador és capaç d'emplenar la bateria per complet gràcies a que introdueix la carga de forma gradual, a polsos de tensió. Així, la corrent es va introduït de mica en mica fins que la bateria s'emplena de manera òptima i estable.

- Un regulador **MPPT** (seguidor del punt màxim de potència) conté apart del díode interior, un convertidor de tensió CC-CC i d'un seguidor del punt màxim de potencia. Això li permet dos coses:
 - El convertidor de tensió CC-CC permet treballar en tensions diferents en el camp fotovoltaic i en les bateries
 - El seguidor del punt màxim de potència adapta la tensió de funcionament en el camp fotovoltaic a la que proporioni la màxima potencia.

Per tant, en un regulador MPPT l'energia que entra i surt del regulador és la mateixa, al igual que en els reguladors PWM, però la tensió i la corrent són diferents a un canto i a l'altre. Amb això es pot augmentar la tensió del panell solar i **augmentar la producció solar fins un 30%** respecte els reguladors PWM, cosa que també son més cars els reguladors MPPT.

Els reguladors PWM, serien més utilitzats en aquelles instal·lacions petites, amb poc recorregut entre els equips que la componen, en canvi els MPPT s'utilitzarien amb instal·lacions grans on la distància entre els panells solars i el regulador solar sigui elevada.

- **Bateria**

L'arribada de l'energia solar a les plaques fotovoltaiques no es produeix de manera constant, sinó que presenta variacions per diferents motius. Algunes d'aquestes variacions són predictibles, com la duració de la nit o les estacions de l'any, però hi ha moltes més causes que poden produir alteracions de manera aleatòria en l'energia rebuda, com pot ser un augment de nebulositat en un determinat instant.

Per aquest fet és necessari utilitzar algun sistema d'emmagatzematge d'energia per aquells moments en que la radiació rebuda sobre el generador fotovoltaiac no sigui capaç de fer que la instal·lació funcioni amb valors dissenyats. Per això s'utilitzen bateries o acumuladors.



Figura 15:Foto Gàfica placa solar i bateria

Són dispositius capaços de transformar l'energia química en elèctrica. El funcionament en una instal·lació fotovoltaiaca serà el següent:

- Emmagatzemar energia durant uns determinats números de dies.
- Proporcionar una potencia instantània elevada.
- Fixar la tensió de treball de la instal·lació.

A l'hora de triar l'acumulador que s'adapti millor al teu projecte s'han de tenir en compte diferents paràmetres:

- **Capacitat:** Es defineix com la quantitat d'electricitat que pot aconseguir en una descàrrega completa de l'acumulador partint d'un estat de carga total del si mateix.
- **Eficiència de carga:** Relació entre l'energia utilitza per recarregar la bateria i l'energia realment emmagatzemada.
- **Auto-descàrrega:** Procés mitjançant l'acumulador, sense estar en ús, tendeix a descarregar-se.

- **Profunditat de descàrrega:** Quantitat d'energia que s'obté de la bateria durant una

Les bateries més utilitzades en les instal·lacions solars són de plom-àcid, dins d'aquest tipus es poden trobar diferents formats:

-Bateria monobloc (plom obert, agm i gel):

Tracta d'un sol format compacte en un sol bloc, també solen tenir una tensió de 12V cada una, per la qual si es vol obtenir 24V o 45V, serà necessari posar en sèrie 2 y 4 bateries respectivament. Aquest format és perfecte per a baix consums (il·luminació, ordinador, TV, carregador mòbil, etc.) això és degut a que són les bateries amb menys cost però també amb menys cicles de carga descàrrega (duració aproximada de 9 anys).



Figura 16: Bateria monobloc

-Bateria estacionaries (plom obert i gel):

Tracta de basos de 2V cada un que disposen d'un ampli rang de autonomia i una vida útil superior (aproximadament 20 anys). Per el seu major cost i cicles de carga descàrrega, s'aconsellen en instal·lacions solars de consum mitjà-alt (forns, rentadora, aire condicionat...). Al tenir una tensió de 2V, s'hauran d'instal·lar en sèrie 6 basos, 12 i 24 en cas de tenir la instal·lació solar a 12V, 24V i 45V respectivament.



Figura 17: Bateria estacionaria

- **Inversor**

L'inversor és l'encarregat de convertir la corrent continua de la instal·lació en corrent alterna, igual a la utilitzada a la xarxa elèctrica: 220V de valor eficaç i una freqüència de 50Hz.

Hi ha sistemes els quals tots els aparells són en corrent continua i es poden estalviar l'inversor.

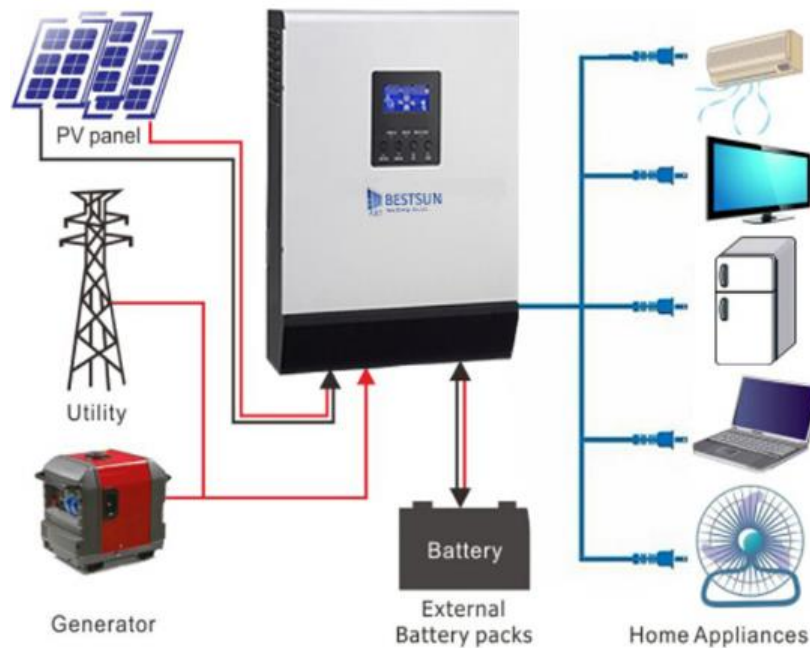


Figura 18: Esquema sistema fotovoltaic

Les característiques desitjades per un inversor DC-AC les podem resumir de la següent manera:

- **Alta eficiència**, té que funcionar correcte per un ampli rang de potències.
- **Baix consum en buit**, quan no hi ha carregues connectades.
- **Alta fiabilitat**, resistència als pics d'arrancada.
- **Protecció contra curtcircuits**
- **Seguretat**
- **Bona regulació de la tensió i freqüència de la sortida**, ha de ser compatible amb la xarxa elèctrica.

3.1.3 Elements gràfics

La funció dels elements gràfics, no es simplement adornar, sino atreure, representar la realitat i proporcionar més informació que la escrita, o fer-la més evident.

Per poder donar resposta al requeriment de l'antropometria (apartat 1.3.1), es tindran en compte els elements gràfics i la seva importància psicològica sobre les persones, com poden ser els colors i les formes geomètriques.

3.1.3.1 Colors

Tots els colors que coneixem tenen certes propietats, classificacions i significats, que al aplicar-los de la manera correcte serviran d'eina per transmetre idees i sentiments.

Cada color té el seu significat i expressa una sensació agradable o desagradable, freda o càlida, positiva o negativa.

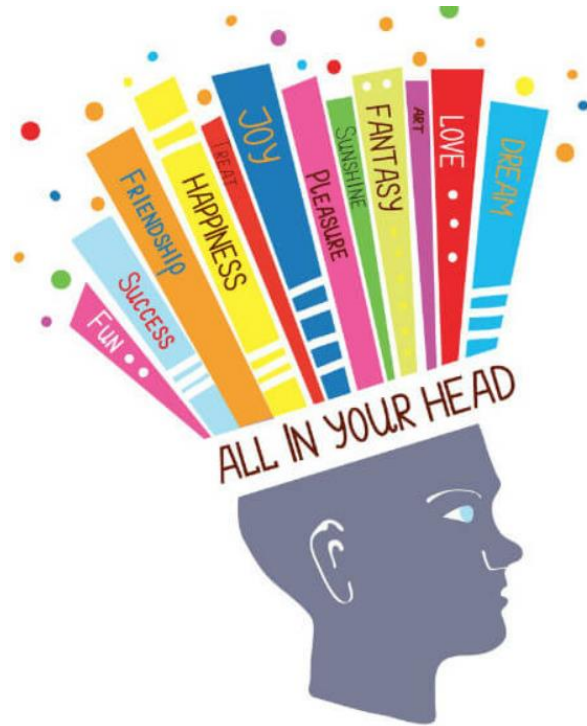


Figura 19: Representació abstracte colors

3.1.3.2 La forma

La geometria és un dels elements que sostenen el disseny, no només literalment, ja que cada concepte es materialitza d'una forma geomètrica mes o menys regular amb les seves propietats físiques determinades (resistència, estabilitat, lleugeresa...) sinó també estèticament. La forma es un mitjà de transmissió d'informació, interpretada per la psicologia.

Explorar els fenòmens de percepció es útil a l'hora de portar terme un projecte com aquest, per aquesta raó tot seguit es farà un recorregut per les formes geomètriques més utilitzades en el disseny gràfic i el seu significat psicològic sobre les persones.

3.1.4 Estudi ANTROPOMÈTRIC

Es farà un control sobre dades antropomètriques **estàtiques**, que ens permeti assegurar que aquest projecte s'ha dissenyat tenint en compte la majoria de persones. A continuació es mostrarà una sèrie de mides basades en dimensions del cos humà, agafades per tal de realitzar un bon disseny de la parada i que els usuaris estiguin

còmodes. Totes aquestes dades seran del **percentil 95**, ja que dins d'aquest hi trobem casos extrems que donarien resposta a la resta de percentils.

- Dimensions simples del ser humà:

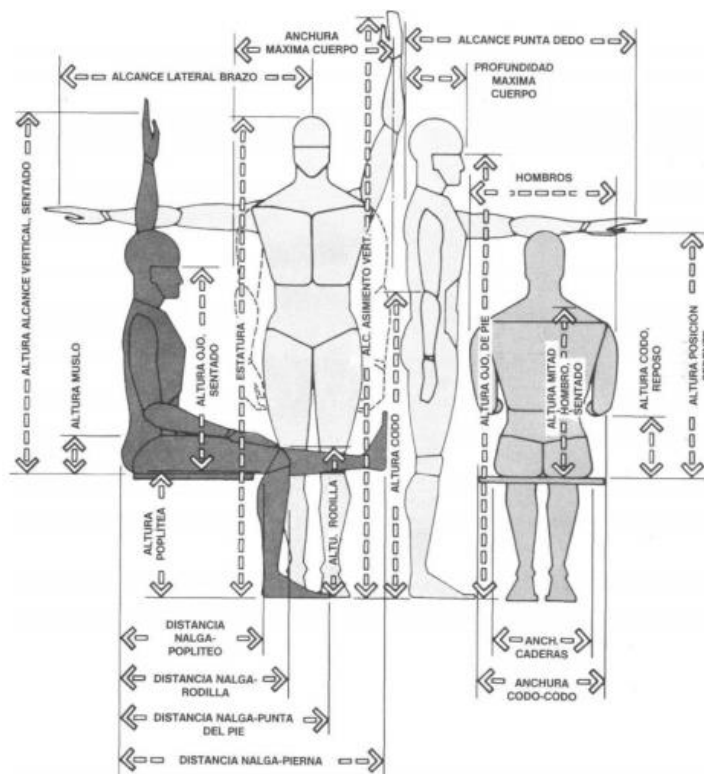


Figura 20: Definicions de les dimensions antropomètriques

DIMENSIÓN (EN CM Y PERCENTIL 95)	MUJER	HOMBRE
ESTATURA	170	185
ALTURA POSICIÓ ASSENTAT	90	96,5
ALTURA MEITAT ESPATLLA ASSENTAT	62,5	69,3
AMPLADA COLZE-COLZE	40,9	50,5
AMPLADA ESPATLLLES	43,2	52,6
AMPLADA MALUC	43,4	40,4
ALTURA GENOLLS	54,6	60
ALTURA POPLITI	44,5	49
DISTANCIA NALGA-POPLITI	53,4	60
ALTURA COLZE	111	120
ALTURA ULL	162,8	174,2
DISTANCIA ESQUENA-MÀ	80,5	89
DISTANCIA TERRA-BRAÇ VERTICAL	213,4	225
AMPLADA MÀXIMA COS	58	
PROFUNDITAT MÀXIMA COS		25,7

Figura 21: Mides en cm de dimensions antropomètriques

Dimensions a tenir en compte per persones amb **mobilitat reduïda**.

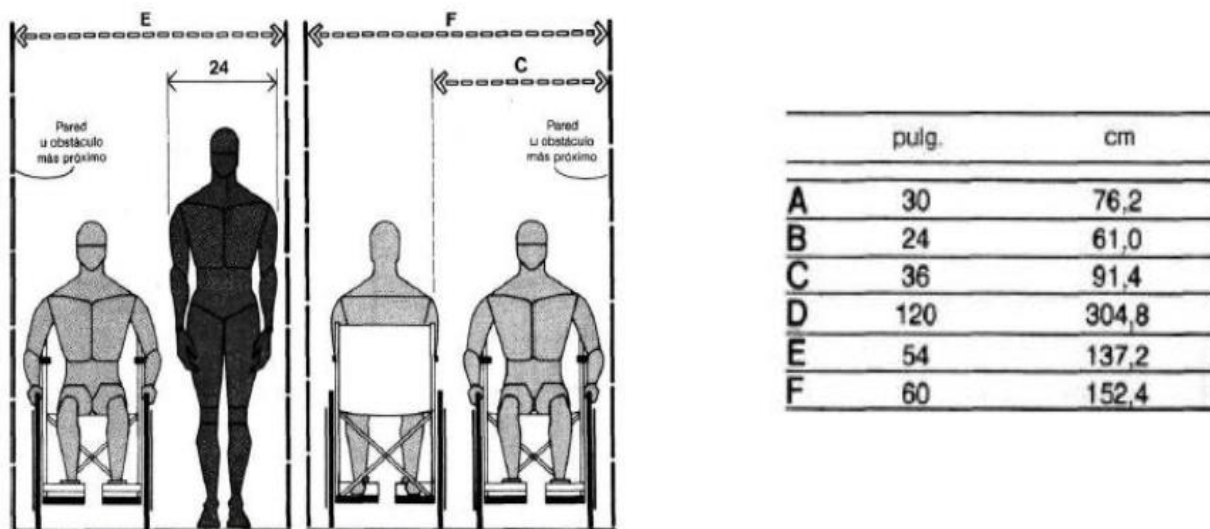


Figura 22: Mides antropomètriques persona amb cadira de rodes

- **Proxèmica**

El Dr. Edward T. Hall, antropòleg americà, va ser el primer en identificar el concepte de proxèmica, o espai vital. Si ens fixem en una aglomeració de gent, per més apinyades que estiguin les persones mantenen una àrea al seu voltant que intenten conservar. Aquest fet és provocat per la necessitat psicològica de les persones de mantenir una certa distància mínima al seu voltant per tal de no sentir-se aclaparades ni molestes.

Segons l'antropòleg Edward T. Hall, es poden distingir quatre tipus de distàncies en zona segons la distància amb l'altre persona. Destacar que aquesta distància varia en funció de cada persona, cultura i societat de l'individu.

- **Zona íntima**

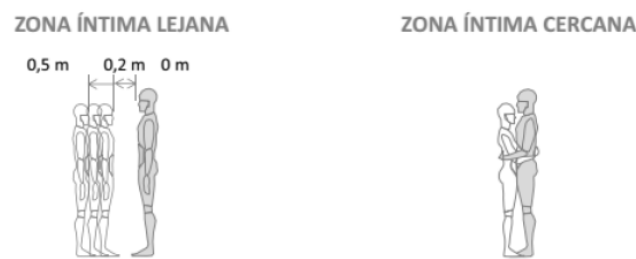


Figura 23: Zona íntima

- **Zona personal**

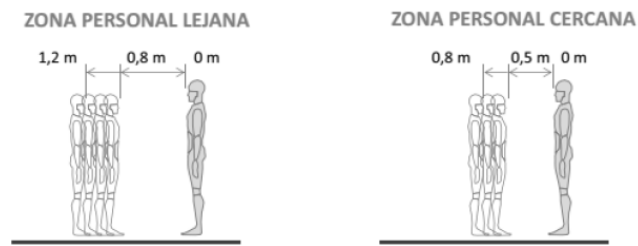


Figura 24: Zona personal

- **Zona social**

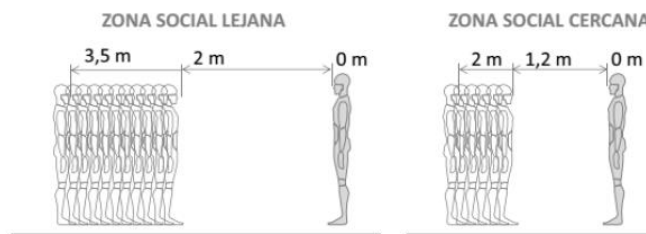


Figura 25: Zona social

- **Zona pública**

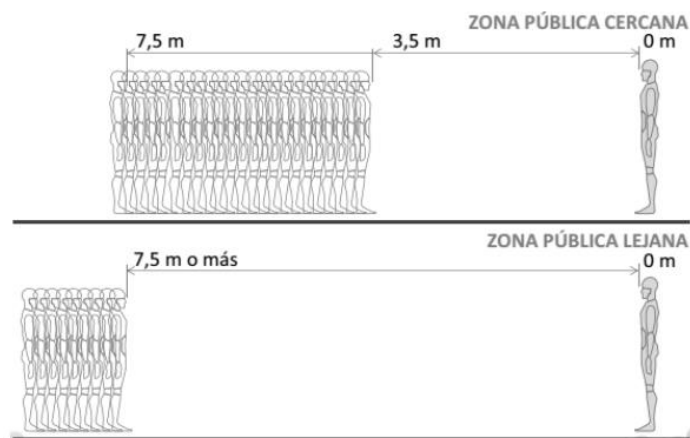


Figura 26: Zona Pública

3.1.5 Estudi il·luminació

La il·luminació és l'acció o efecte d'il·luminar, una tècnica que es relaciona amb l'objectiu de produir certs efectes lluminosos, pràctics i decoratius. Amb la il·luminació es pretén aconseguir un nivell de luminància adequat a l'ús que es requereix en un espai determinat. Aquest espai dependrà de la tasca que els usuaris hagin de realitzar.

Hi ha dos conceptes bàsics que ajudaran a poder determinar el nivell d'il·luminació requerida pel sistema de la marquesina; **lux i lumen**.

- **Lumen (Lm):** És la unitat del Sistema Internacional per mesurar el flux lluminós. **La mesura de la potencia lluminosa** emesa en un angle determinat per una font, és a dir, la unitat que indica la "quantitat" total de llum que percebem en un angle determinat.
- **Lux (Lx):** És la unitat derivada del Sistema Internacional de Unitats per el nivell d'il·luminació. **És la sensació de lluminositat.** Aquesta a diferència del lumen té en compte la superfície sobre la que el flux lluminós es distribueix, per tant, és la quantitat de llum que tenim en un metre quadrat. La seva equivalència és de un lumen/m².

Seguidament s'adjuntaran unes taules on especifiquen el nivell mínim de lux recomanat per a diferents àrees de treball:

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Figura 27: Taula 1 de nivell mínim de lux

Iluminancias Mínimas para Locales Educativos y Asistenciales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

*Figura 28: Taula 2 de nivell mínim de lux***3.1.6 NORMATIVA**

-Llei 54/1997, de 27 de Novembre, Sector Elèctric

-Real Decret 842/2002, del 2 d'Agost, que aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (B.O.E. de 18-9-2002)

-Real Decret 314/2006, del 17 de Maig, per el que s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació.

-Real Decret 1663/2000, (article 11) sobre proteccions en instal·lacions fotovoltaïques.

-Real Decret 1663/2000, (article 12) sobre les condicions de posta a terra.

També s'aplicaran totes les normes UNE en relació a totes les part del disseny de la marquesina, ja sigui instal·lació elèctrica, disseny i construcció.

També, pel dimensionament elèctric es seguiran les premisses del Reglament Electrotècnic de Baixa tensió.

Referent a l'estructura, com ja s'ha comentat, el projecte es regirà per el Codi Tècnic d'Edificació per tal de donar una solució òptima i segura.

3.2 Presentació de la solució

Tenint en compte tots els apartats anteriors i l'annex de Càlculs estructurals s'ha donat solució a tots els components i parts de la marquesina. En aquest apartat s'exposaran totes les característiques de cada part del disseny final.

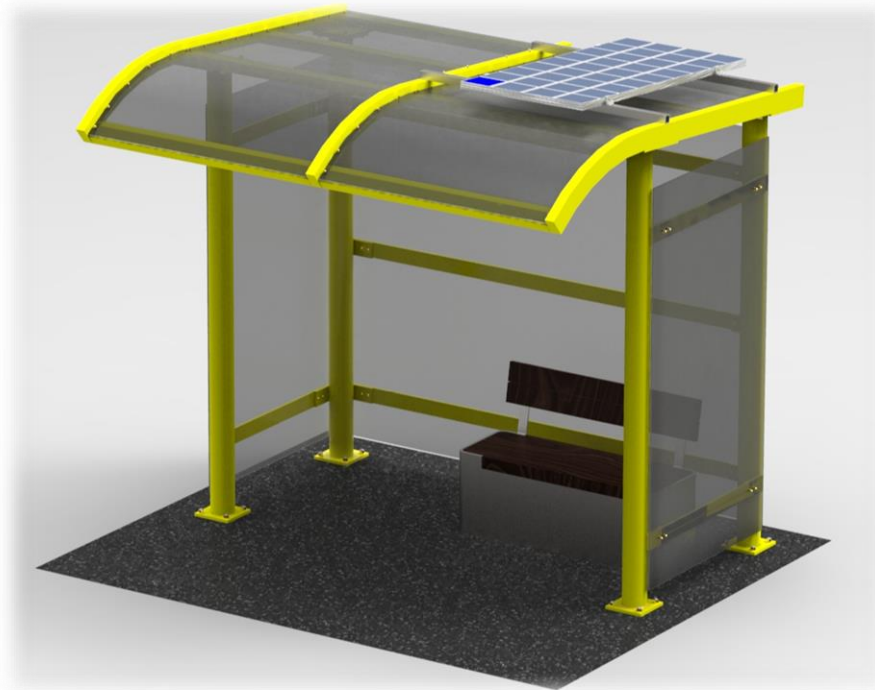


Figura 29: Render Solució final parada de bus autosostenible

3.2.1 Estructura

Gràcies als estudis previs realitzats, recolzats pels càlculs d'elements finits, s'han pogut definir totes les característiques que compondran el cos de la marquesina.

3.2.1.1 Material i acabats

L'acer és un material que posseeix una excel·lent relació resistència mecànica/massa, però com a contrapartida requereix d'una protecció adequada contra la corrosió per poder assegurar una vida útil llarga, especialment si el seu destí és a l'exterior.

Per tant, en el disseny de la marquesina tots els elements que componen l'estructura seran d'**Acer S275JR galvanitzat i posteriorment pintat amb color RAL 1016**. Aquest galvanitzat s'aplicarà seguint la normativa UNE-EN ISO 1461 sobre Recobriments de galvanització en calent sobre peces de ferro i acer.

Bàsicament, el galvanitzat per immersió en calent es un procés per el qual l'acer es revesteix amb una capa de zinc pur, que actuant per sacrifici, evita la penetració d'aigua/oxigen i evita l'acció d'aquests sobre l'acer i per consegüent evita l'oxidació d'aquest. D'aquesta manera es dona solució a la manca de l'acer, de manera senzilla i econòmica.



Figura 30: Capes aplicables al galvanitzat

Un dels inconvenients a l'hora d'utilitzar acer galvanitzat és la part estètica, ja que queda d'un color gris metàl·lic. I en aquest projecte com ja s'ha mencionat anteriorment la part estètica és un dels punts importants a tenir en compte, per tant, també se l'hi aplicarà una capa de pintura final de **color groc RAL1016**. Aconseguint així, apart d'una millor decoració final, que la duració del galvanitzat duri aproximadament el doble que si només se li apliques la capa de zinc.

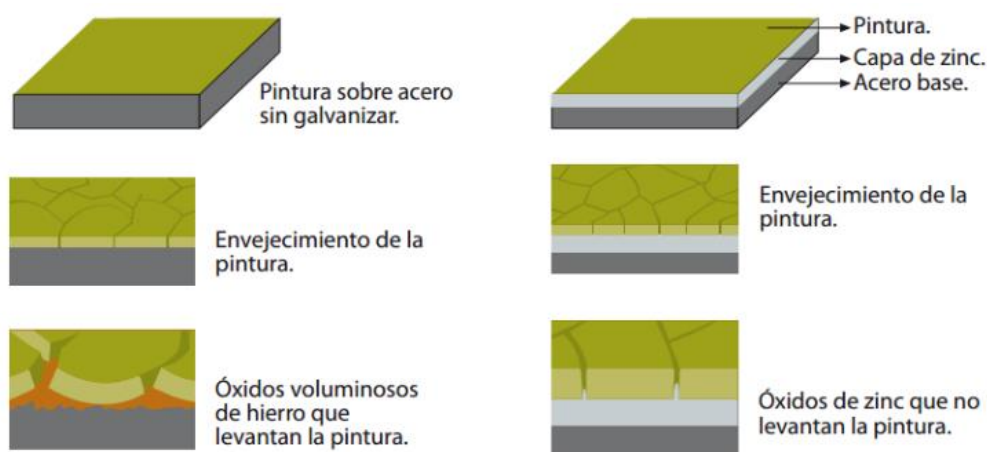


Figura 31: Diferències entre pintat i pintat sobre galvanitzat

Procés per pintar sobre galvanitzat:

1. Netejar amb Dirt out. Amb aquest producte es netejarà tota la superfície per eliminar restes d'olis, brutícia, contaminació, etc.



Figura 32: Producte comercial Dirt Out

2.Aplicar Galvaproa. És una pintura que permet una adherència directe sobre superfícies galvanitzades prèviament netejades amb Dirt out.



Figura 33: Producte comercial Galvaproa

3.2.1.2 Estructura base

Per tal de complir amb les especificacions mínimes dels càlculs d'elements finits, ja sigui tant per les condicions meteorològiques definides pel Codi Tècnic d'edificació, com per el propi pes del sostre i el sistema fotovoltaic, es posaran 4 pilars base de diàmetre 125x6mm **d'acer estructural UNE-EN 10219 S275JR**, amb unes platines de 200x200x15mm **d'acer UNE-EN 1025 S275JR** als extrems per poder collar-hi l'estructura superior i el terra.

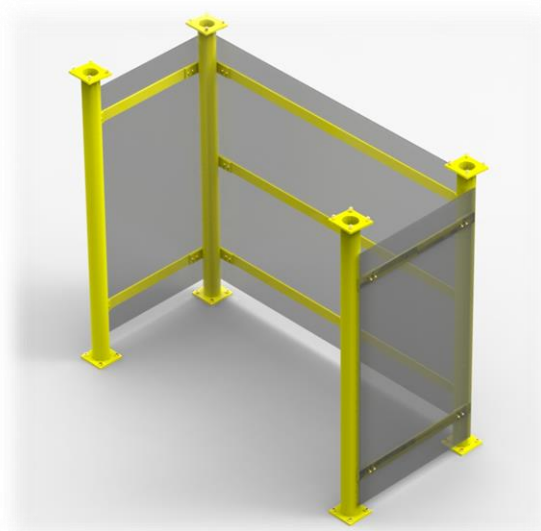


Figura 34: Render Estructura Inferior

La separació d'aquests pilars determinarà l'amplitud, profunditat i altura de la marquesina. Tenint en compte les dades antropomètriques estudiades prèviament, es donarà la solució per tal de que es puguin allotjar 2 persones al banc i una altre amb cadira de rodes al cantó.

Es soldaran unes platines als pilars per així connectar-los entre ells a partir d'uns passamans **d'acer UNE 10058:76 S275JR**, de 80x12mm. En aquests passamans es collaran les parets **de policarbonat compacte** transparent de color GRIS d'espessor 10mm.

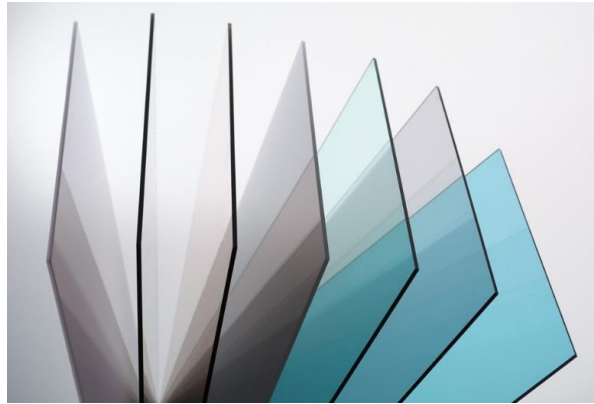


Figura 35: Exemple planxes policarbonat compacte transparent

3.2.1.3 Estructura superior

És la part encarregada de sostenir el panell solar (gràcies unes subjeccions normalitzades que s'exposaran més endavant) i protegir dels efectes meteorològics a les persones que es trobin dins la marquesina. Per consegüent tenint en compte la part estètica i formal de la marquesina serà la que determinarà la inclinació i direcció del panell solar per tal d'obtenir els millors valors energètics, complir que la irradiació anual rebuda estigui entre el 80% i el 100%. Per tant, es donarà la solució següent:

- **Direcció:** Sur
- **Inclinació:** 5°

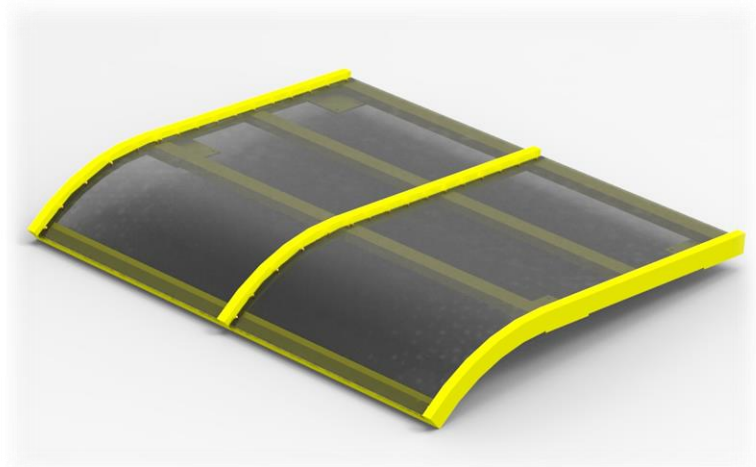


Figura 36: Render estructura superior

Aquesta estructura estarà composta de perfils rectangulars **d'acer estructural UNE-EN 10219 S275JR** de 100x50x10mm, soldats entre ells. Els perfils estan normalitzats per tal de reduir el pes econòmic del disseny final.

Tres dels perfils mencionats es doblaran per tal d'aconseguir un disseny final més estètic.

Per tal de reduir pes es posarà un sostre de **policarbonat cel·lular** d'espessor 10mm, subjectat a partir d'uns passamans rectangulars de 30x5mm **d'acer UNE 10058:76 S275JR**, collats a l'estructura superior.

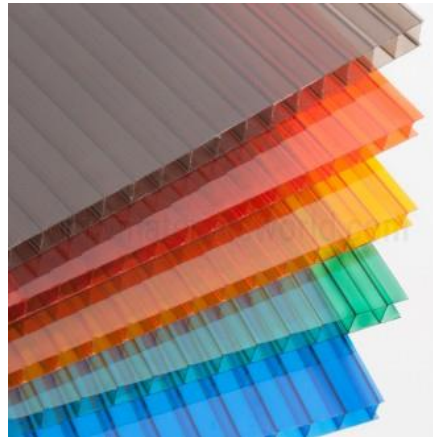


Figura 37: Exemple policarbonat celular

Per evitar problemes d'humitat a dins del policarbonat se li aplicarà una cinta d'alumini als extrems acompanyat d'una "U" de policarbonat.

També es deixarà uns 5mm entre el final del policarbonat i l'estructura superior, per evitar problemes de dilatació del material.

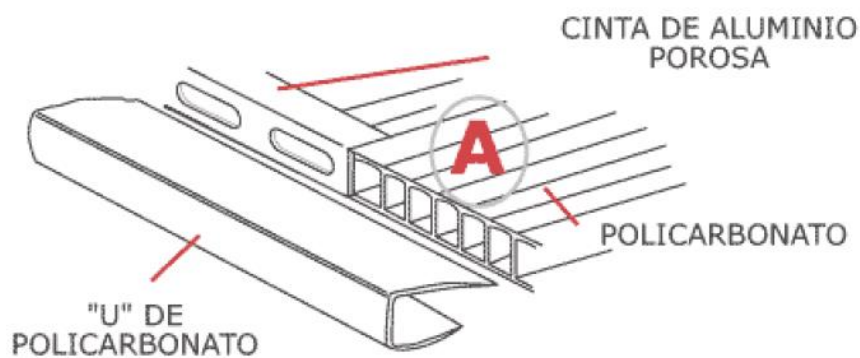


Figura 38: Sistema tancament policarbonat celular

3.2.1.4 Banc

Un dels elements indispensables en una parada de bus és el banc. Per tant, sabent que el disseny de la marquesina ha de comptar amb molts elements elèctrics, s'aprofitarà l'espai que ocupa el banc i es dissenyarà per poder allotjar-hi tots aquests components en el seu interior i així, evitar qualsevol acte vandàlic en contra d'aquests.



Figura 39: Render banc

Com s'observa a la foto s'ha optat per un disseny rústic/modern, posant-hi com a base d'atracció la fusta **tropical tipus Massaranduba**. S'ha triat aquesta fusta pel seu acabat estètic i per la resistència a elements atmosfèrics.

L'estructura del banc estarà composta per 3 tipus de xapes **d'acer inoxidable DIN-17440/EN 10088-2**, soldades entre elles. Les laterals seran de 15mm d'espessor, la base inferior i superior de 10mm i les laterals, inclosa la comporta, de 8mm.

A la part posterior s'hi posaran unes xarneres comercials que connectaran l'estructura base del banc amb una comporta, la qual no podrà ser oberta per a persones que no tinguin autorització. S'aconseguirà gràcies uns elements comercials de bloqueig amb clau.



Figura 40: Bloqueig amb clau

A la part lateral hi aniran ubicats dos USB amb protecció contra humitat per tal de donar solució al requeriment de poder carregar el mòbil. Aquests components s'explicaran amb més detall més endavant.

3.2.1.5 Fonamentació

El principal requisit d'aquest projecte és que la marquesina ha de ser instal·lada a una zona rural per facilitar als veïns una solució a l'hora de agafar el transport públic. Tenint en compte aquesta premissa en aquesta zona sabem que no hi hauran uns fonaments previs on instal·lar la marquesina i, per tant, s'hauran de fer des de zero.

Aquests fonaments seran de formigó HA-25/B/25/IIb, i tindrà les dimensions 3x2,5x0,45m.

Per altre banda s'ha de tenir en compte que en aquesta fonamentació s'hi collarà el banc i els pilars de l'estructura. Per collar el banc s'utilitzaran 9 espirrots M10.



Figura 41: Espirrots M10

Per collar els pilars a la fonamentació s'utilitzaran espigues M16 que aniran enterrades una distància de 0,35m.



Figura 42: Espigues M16 per subjecció de pilars

També s'haurà de passar un tubo de polietilè especial per enterrar en formigó de diàmetre 60mm. Aquest tubo haurà d'anar des del pilar de la part davantera fins a la base del banc. Gràcies a aquest podrem portar els cables elèctrics des del banc a la part superior, passant per l'interior del pilar.

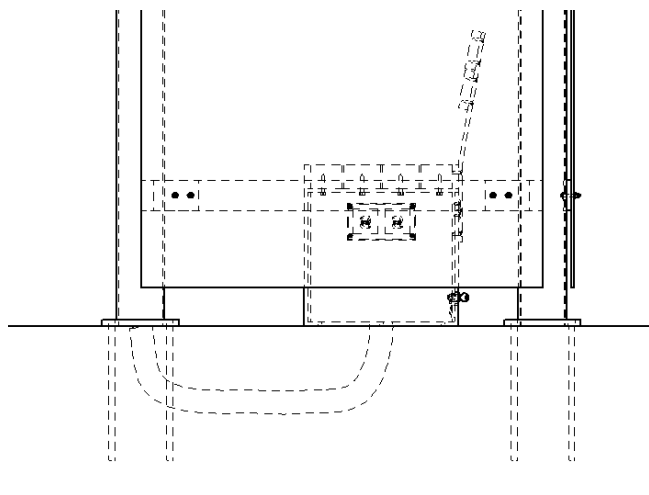


Figura 43: Dibuix esquemàtic de la longitud de tubo enterrat al formigó



Figura 44: Tubo comercial especial per enterrar en formigó

3.2.2 Components elèctrics

Tot el sistema elèctric de la marquesina està dissenyat en base a dos premisses. La primera és que ha de ser un sistema aïllat de la xarxa elèctrica, i segon, que tot el sistema serà a corrent continua a 12V, per tal d'evitar posar inversor i reduir costos.

Per tant, partint d'aquesta idea i recolzada pels càlculs de l'annex de Càlculs elèctrics, es determinaran tots els components de la solució final.

3.2.2.1 Panell solar

Per a la elecció del panell solar es triarà el proveïdor "Zytech", els quals tenen un rang molt ampli de plaques fotovoltaïques, i a un preu molt assequible.



Figura 45: Placa solar model 2T150P

Com es pot observar a la següent imatge, s'instal·larà una placa on les cèl·lules siguin de **silici policristal·lí de 36 cèl·lules**. La potència serà de 150W amb unes dimensions de 1482x680x35mm, model 2T150P. L'elecció d'aquest ha estat donat pels resultats dels càlculs de l'annex de Càlculs elèctrics.

Zytech polycrystalline PV module specifications

Wp (W)	Model	Dimensions LxWxH (mm)	Cells	Voc (V)	Isc (A)	Vmpp (V)	Imp (V)	Cell alignment	Cell dimensions (mm)	Module Efficiency
140	ZT140P	1482 x 680 x 35	36	21,96	8,41	17,6	7,95	4X9	156X156	14,07 %
145	ZT145P	1482 x 680 x 35	36	21,96	8,5	17,8	8,15	4X9	156X156	14,56 %
150	ZT150P	1482 x 680 x 35	36	21,87	9,28	18,23	8,22	4X9	156X156	15,06 %
260	ZT260P	1640 x 992 x 35/40	60	37,12	9,65	30,43	8,54	6X10	156X156	16,00 %
270	ZT270P	1640 x 992 x 35/40	60	37,94	9,489	30,94	8,73	6X10	156X156	16,60 %
275	ZT275P	1640 x 992 x 35/40	60	39,96	9,56	30,80	8,39	6X10	156X156	16,90 %
280	ZT280P	1640 x 992 x 35/40	60	37,08	9,71	30,80	8,39	6X10	156X156	17,21 %
320	ZT320P	1956 x 992 x 40/50	72	44,04	9,33	36,70	8,72	6X12	156X156	16,49 %
330	ZT330P	1956 x 992 x 40/50	72	44,28	9,58	36,90	8,95	6X12	156X156	17,01 %
340	ZT340P	1956 x 992 x 40/50	72	44,52	9,80	37,10	9,16	6X12	156X156	17,52 %

Figura 46: Taula Zytech plaques solars

Per poder collar la placa solar a l'estructura superior es triarà l'empresa Suports S.A., líders en el disseny i subministrament de solucions específiques per projectes fotovoltaics.

Per al disseny de la marquesina, al ser només una placa solar és triarà el carril d'alumini amb forma de "U" amb pestanyes, el qual collat a partir d'uns M10 a l'estructura quedarà totalment fix.



Figura 47: Peça comercial subjecció placa solar

Seguidament per tal de collar la placa a el perfil "U" es triarà el M8 amb forma de "T" el qual gràcies a una arandela i femella, es quedarà subjectat al perfil de fixacions laterals dels mòduls (ja que en el disseny només hi haurà una placa fotovoltaica).



Figura 48: Subjeccions especials per plaques solars

3.2.2.2 Regulador de carga

Es buscarà directament un regulador específic per sistemes fotovoltaics, model MOTOPOWER. L'elecció triada disposa d'una corrent de carga de 20A i la tensió en la que pot treballar és de 12/24V a corrent continua, per tant, sabent que el sistema de la marquesina té les característiques de 12V a corrent continua, l'elecció d'aquest és l'adient.



Figura 49: Regulador de carga MOTOPOWER

Hi ha un gran número de reguladors en el mercat, però sabent que un dels requeriments del disseny de la marquesina era que incorporés un sistema perquè les persones puguin carregar el seu mòbil, s'ha escollit aquest regulador ja que té 2 sortides USB, les quals a partir de dos cables USB amb connexió tipus A a tipus B, i amb dos connectors USB amb connexió tipus B a tipus A, collat al banc, es donaria la solució per carregar 2 mòbils al mateix temps.



Figura 50: Cable USB i connector USB (Tipus A/TipusB)

Per evitar el desgast de la connexió USB se li afegirà un sistema de tancat, per evitar que hi entri humitat o qualsevol altre efecte atmosfèric que pugui malmetre el component.



Figura 51: Protecció USB

3.2.2.3 Bateria

Com a tota instal·lació fotovoltaica un dels components més importants són els acumuladors d'energia. Pel que respecte al nostre disseny i recolzant-se amb els càlculs de l'annex de Càlculs elèctrics, es triarà una bateria **monobloc de plom àcid**, de la marca Trojan model J-185E-AC de 12V i una capacitat 194Ah. Aquest tipus de bateries compten amb una gran varietat d'usos però amb els que destaquen més són les instal·lacions fotovoltaïques per la seves repetitives corrents.



Figura 52: Bateria Monobloc marca Trojan

Aquest acumulador compta amb una eficiència major que moltes altres bateries i referent a la seva auto descàrrega, es troba entre el 5 i el 15% mensual, oferint així una vida de més de 10 anys en condicions òptimes de funcionament.

Les dimensions són 391x175x386mm amb un pes aproximat de 46kg.

3.2.2.4 Lluminaia i programador

Per poder controlar l'encesa i l'apagada automàtica dels llums, s'instal·larà un programador digital a 12V Rail DIN THC15A. Aquest està especialment dissenyat per a instal·lacions d'energia solar ja que funciona a 12V CC.

Permet fins a 17 programacions diferents al dia o a la setmana, d'entre 1 minut a 168 hores de duració, així com a encesa manual.

També porta una bateria interna de liti que evita que es des programi en cas de un possible tall en el subministrament elèctric.



Figura 53: Programador Rail DIN THC15A

Característiques tècniques:

- Tensió de funcionament: 12V CC
- Sortida: 16A 12V CC
- Interval de programació: de 1 minut a 168hores
- Instal·lació en Rail DIN
- Pantalla LCD
- Tecla reset
- Programes disponibles: 17 on/off
- Bateria de liti que manté la memòria i la hora.
- Dimensions: 87x65x35mm

Per el sistema d'enllumenat es triarà lluminària LED, ja que consumeix 9 vegades menys que l'enllumenat convencional. Així aconseguirem un consum molt reduït per un número elevat de lux.



Figura 54: LLum LED Dream Lighting

El model que s'escollirà, recolzat pels càlculs de l'annex d'il·luminació, serà el Dream Lighting de 12V. Amb les següents característiques:

- Marca: Dream Lighting
- Referencia: 613522C
- Pes: 141 grams
- Amperatge: 0,4A
- Dimensions: 250x40x30mm
- Voltatge: 12V
- Potència: 5,4W

3.2.2.5 Cablejat

Pel cablejat de la instal·lació es triarà el model PV ZZ-F DUAL, de l'empresa topcable, amb norma de referència EN 50618 i marcatge CE. Aquest cable és apte per a les instal·lacions fotovoltaïques, tant en servei mòbil com en instal·lacions fixes. Gràcies al disseny dels seus materials, pot ser instal·lat a la intempèrie amb plenes garanties. Cable amb certificat Dual, per als principals fabricants mundials de panells solars. Apte per ambients humits i mullats.



Figura 55: Render de Topsolar PV ZZ-F

Disseny:

- **Conductor:** Coure electrolític classe 5 (flexible) segons UNE-EN 60228.
- **Aïllament:** Goma lliure de halògens (tipo E16 segons TÜV)
- **Coberta:** Goma lliure d'halògens (Tipo EM16 segons TÜV). Color negre.

Característiques:

- **Característiques elèctriques:** Baixa tensió: 1,5/1,5 1kV en DC
- Norma de referència: EN 50618
- Certificacions: CE / TÜV / EN
- Característiques tèrmiques:
 - Temp. Màxima del conductor: 120°C
 - Temp màxima en curtcircuit: 250°C (màxim 5s.)
 - Temp mínima de servei: -40°C
- **Característiques contra foc:**
 - No propagació de la flama segons UNE-EN 60332-1
 - Lliure de halògens segons UNE-EN 60754
 - Baixa emissió de fum segons UNE-EN 61034
 - Baixa emissió de gasos corrosius UNE-EN 60754-2
- Característiques mecàniques:
 - Radi de curvatura: 3 x diàmetre exterior
 - Resistència als impacte: AG2 Mitjà
- **Característiques químiques:**
 - Resistència a grasses i olis: excel·lent
 - Resistència a tacs químics: excel·lent

- **Vida útil:**
 - Vida útil 30 anys segons UNE-EN 60216-2
- **Presència de l'aigua:**
 - Resistència a l'aigua: excel·lent

3.2.2.6 Proteccions

Al tenir un sistema a tanta baixa corrent i ni comptar amb inversor a corrent alterna el tema de proteccions es limita moltíssim, fins a arribar al punt de que és pràcticament innecessari.

Però per evitar qualsevol problema, sobretot encarant cap al tema funcional si es vol disconnectar el panell si s'ha de manipular la bateria es col·locarà un magneto tèrmic entre el Panell-Bateria.



Figura 56: Magneto tèrmic

S'ha triat el magneto tèrmic C60N-ICPM 2P 15A ref. 1193, amb intensitat nominal 15A.

També per curar-nos en salut es posaran uns fusibles de 1A a la sortida de la bateria en direcció els llums LED.

3.2.3 Renders



Figura 57: Render Marquesina en zona rural

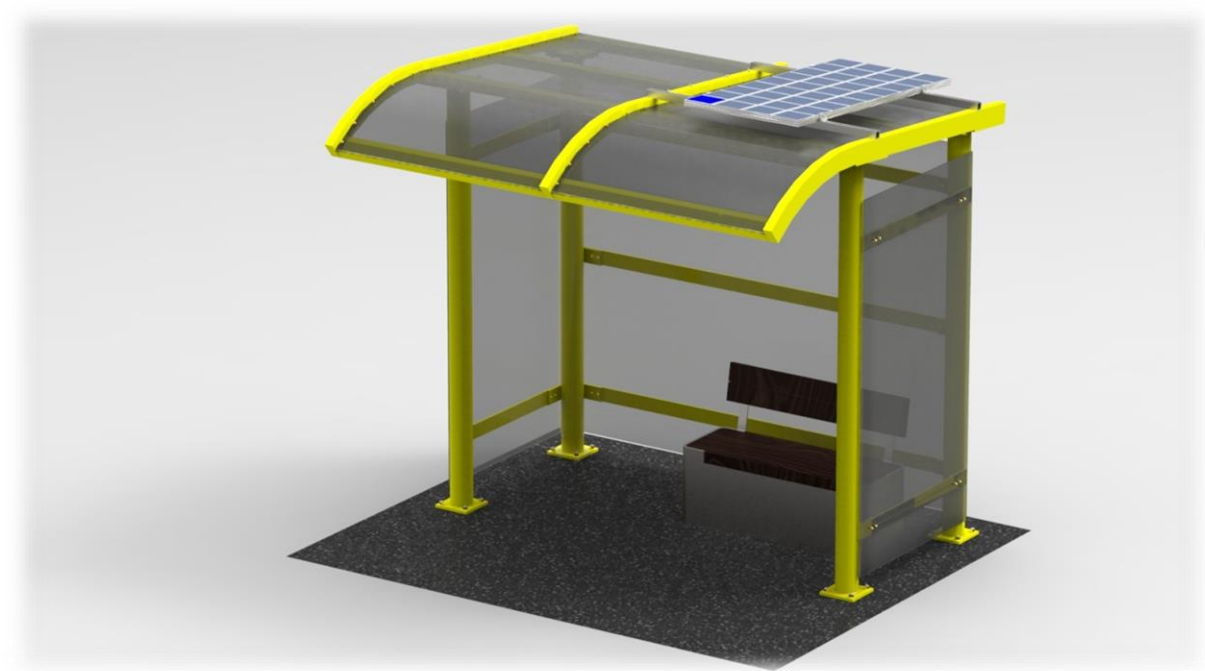


Figura 58: Render Marquesina general

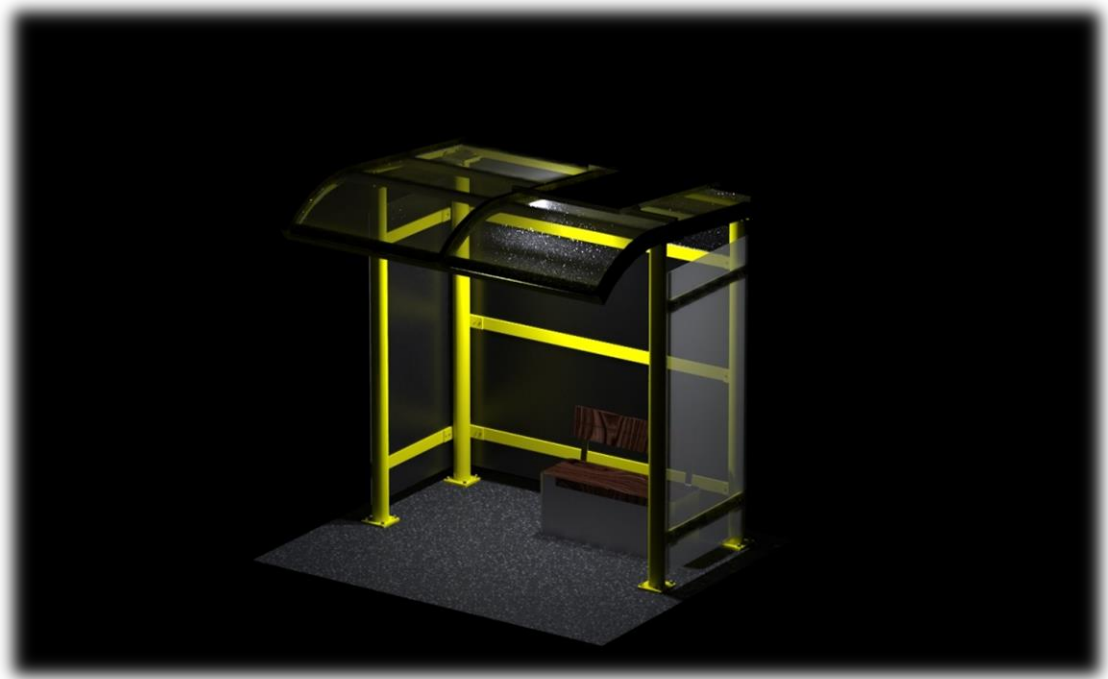


Figura 59: Render simulació il·luminació de nit

4. Resum del pressupost

El cost total del disseny és de El cost és de **set mil vuit-cents vint-i-un.**

Preu total: 7821€

5. Relació de documents

Els documents que formen part d'aquest treball són:

Document número 1 – Memòria i annexos

Document número 2 – Plànols

Document número 3 – Plec de condicions

Document número 4 – Estat d'amidaments

Document número 5 – Pressupost

6. Bibliografia

Llibres:

1. Nicolas Larburu Arrizabalga, (1989), *Prontuario de màquines*, S.A. Ediciones Paraninfo.
2. Richard G. Budynas + J. Keith Nisbett, (Edición 2014), *Shingley's mechanical engg design 10E*, McGrau-Hill Education.

Webs:

1. www.topcables.com
2. www.ansys.com
3. www.elesa-ganter.com
4. www.traceparts.com
5. www.codigotecnico.org
6. www.prontuarios.info
7. www.zytech.es

ANNEX 1:

CÀLCUL ELÈCTRIC

1. CÀLCUL ELÈCTRIC

En el cas d'una instal·lació de energia solar fotovoltaica autònoma (aïllada de la xarxa elèctrica), es fonamental un correcte dimensionament tant per poder a proporcionar amb garanties la demanda energètica que tenim, com també per acotar el cost econòmic de la instal·lació.

1.1 Càlcul de consum estimat

Tots aquells elements que consumiran energia dins el sistema:

$$\boxed{\text{Consums parcials} = u \cdot h1 \cdot P}$$

On u = Unitats, $h1$ = hores útils, P = watts

$$- \text{Tub LED} = 2 \cdot 14h \cdot 5,5W = 154Wh$$

$$- \text{USB} = 2 \cdot 4h \cdot 5W = 40Wh$$

$$\text{Total consums per dia estimats} = Cde = 154 + 40 = 194Wh/dia$$

Aplicarem un **rendiment de la instal·lació** d'un 80% (pèrdues per temperatura i rendiment dels equips), per calcular **l'energia total necessària** per abastir la demanda:

$$\text{Total energia necessària} = Ten = \frac{Cde}{0,8} = 242,5Wh/dia$$

1.2 Radiació solar

Per obtenir aquest valor existeixen moltes gràfiques i taules amb estimacions ja existents (Apartat XXX), però com s'ha mencionat anteriorment en aquest projecte s'utilitzarà l'aplicació PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System – European Commission, Joint Research Center), ens proporciona una plataforma online d'on s'obtenen les dades de producció d'electricitat solar en tot Europa.

PVGIS estimació de la producció d'electricitat solar a Camós, Catalunya:

Lloc = 42°5'37" Nord; 2°46'2" Est; Elevació: 166m. s. n. m

Potencia nominal del sistema FV: 1.0kW (silici cristal · lí)

Pèrdues degudes a la T° i nivells baixos de irradiància: 9.5%

Pèrdues estimades degut als efectes de la reflectància angular: 3.6%

Altres perdues (cables, bateria ...): 14% Perdues combinades del sistema FV: 25%

(Totes aqueste perdues han set definides pel programa)

inclinació = 5° (definida pel sostre de la marquesina)

orientació/azimut (respete el sur) = 0° (explicades a l'apartatXXX)

Sistema fijo: inclinación=5°, orientación=0°				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
Ene	1.81	56.0	2.31	71.7
Feb	2.60	72.9	3.29	92.2
Mar	3.57	111	4.60	143
Abr	3.88	116	5.11	153
Mayo	4.49	139	6.03	187
Jun	4.96	149	6.82	204
Jul	4.86	151	6.76	210
Ago	4.39	136	6.07	188
Sep	3.61	108	4.87	146
Oct	2.73	84.8	3.62	112
Nov	1.92	57.7	2.50	75.1
Dic	1.60	49.7	2.08	64.5
Media anual	3.37	103	4.51	137
Total para el año		1230		1650

Figura 60: Taula dades obtingudes a partir de PVGIS

E_d = Producció d'electricitat mitjana diària per el sistema donat (kWh).

E_m = Producció d'electricitat mitjana mensual per el sistema donat (kWh).

H_d = Mitjana diària de la irradiació global rebuda per metre quadrat per el mòdul del sistema donat $\left(\frac{kWh}{m^2}\right)$.

H_m = Suma mitjana de la irradiació global per metre quadrat rebuda per els mòduls del sistema donat $\left(\frac{kWh}{m^2}\right)$.

El mes més desfavorable de radiació el trobem en Desembre amb 2,08 kWh/m². De forma que es dimensionarà la instal·lació per les condicions mensuals més desfavorables de insolació, i així s'assegurarà cobrir la demanda durant tot l'any.

Una vegada es coneix la radiació solar incident més desfavorable, es dividirà entre la radiació solar incident utilitzada per calibrar els mòduls. (1kW/m²), i s'obtindrà la quantitat d'**hores sol pico (HSP)**. En aquest cas el valor no canvia, però s'utilitzarà igualment HSP, ja que és el número d'hores equivalents que tindria que brillar el sol a una intensitat de 1000W/m² per així obtenir una **insolació total** d'un dia (aquesta intensitat varia al llarg del dia).

$$HSP = \frac{2,08 \frac{kWh}{m^2}}{1kW/m^2} = 2,08HSP$$

1.3 Càlcul de plaques solars

Per definir el número de mòduls (plaques solars) necessàries en el nostre sistema amb les condicions més desfavorables, primerament haurem d'escollir una de les plaques policristal·lines del catàleg:

Zytech polycrystalline PV module specifications

Wp (W)	Model	Dimensions LxWxH (mm)	Cells	Voc (V)	Isc (A)	Vmpp (V)	Imp (V)	Cell alignment	Cell dimensions (mm)	Module Efficiency
140	ZT140P	1482 x 680 x 35	36	21,96	8,41	17,6	7,95	4X9	156X156	14,07 %
145	ZT145P	1482 x 680 x 35	36	21,96	8,5	17,8	8,15	4X9	156X156	14,56 %
150	ZT150P	1482 x 680 x 35	36	21,87	9,28	18,23	8,22	4X9	156X156	15,06 %
260	ZT260P	1640 x 992 x 35/40	60	37,12	9,65	30,43	8,54	6X10	156X156	16,00 %
270	ZT270P	1640 x 992 x 35/40	60	37,94	9,489	30,94	8,73	6X10	156X156	16,60 %
275	ZT275P	1640 x 992 x 35/40	60	39,96	9,56	30,80	8,39	6X10	156X156	16,90 %
280	ZT280P	1640 x 992 x 35/40	60	37,08	9,71	30,80	8,39	6X10	156X156	17,21 %
320	ZT320P	1956 x 992 x 40/50	72	44,04	9,33	36,70	8,72	6X12	156X156	16,49 %
330	ZT330P	1956 x 992 x 40/50	72	44,28	9,58	36,90	8,95	6X12	156X156	17,01 %
340	ZT340P	1956 x 992 x 40/50	72	44,52	9,80	37,10	9,16	6X12	156X156	17,52 %

Figura 61: Catàleg plaques solar Zytech

Per realitzar el càlcul hem triat una placa de 150W.

$$N = \frac{Ten}{HSP \cdot Rt \cdot Ppm}$$

On N = número de mòduls ; Ppm = Potència pico del mòdul (W);

Rt = Rendiment de treball (Pèrdues produïdes per l'embrutiment i/o deteriorament dels panells fotovoltaics (normalment entre 0,75 i 0,8%).

$$N = \frac{242,5Wh/dia}{2,08HSP \cdot 0,8 \cdot 150W} = 0,97 \approx 1 \text{ mòdul fotovoltaic}$$

1.4 Capacitat de la bateria

Per determinar la capacitat de les bateries, es tindrà que establir una autonomia desitjada, en cas de tenir dies desfavorables per culpa de factors mediambientals.

En sistemes d'abastiment elèctric diari els dies d'autonomia desitjada son entre 4 i 6, en el cas de la marquesina, al ser un sistema que es necessitarà cada dia sense excepció, es determinarà aquest valor com a 6 dies per anar sobre segur.

$$Cb = \frac{Ten \cdot dies \ d'autonomia}{Voltatge \cdot Pdb}$$

On Cb = Capacitat de la bateria (Ah)

$Dies \ d'autonomia = 6$

$Voltatge = 12V$

$Pdb = profunditat \ de \ descàrrega \ bateria \ (monoblock) = 70$

$$Cb = \frac{242,5 \cdot 6}{12 \cdot 0,7} = 173,2 \text{ Ah}$$

Per a l'elecció de l'acumulador es tirarà un amb un valor superior a 173,2Ah, de 12V i monobloc.

1.5 Càlcul secció cablejat

Com s'indica en el REBT els conductors han de ser de coure i en tots els casos els conductors han de tenir una secció suficient per evitar una caiguda de tensió, diferent per a cada tram. Aquesta secció es dimensionarà amb una intensitat admissible no inferior a la màxima del generador fotovoltaic, per tant s'agafarà la secció superior a la que es necessita per així sobredimensionar el cablejat.

En aquest sistema fotovoltaic, hi ha 2 trams diferenciats; panells/regulador, regulador/bateria. I per el càlcul de la secció del cable al tenir corrent continua a tots els diferents trams, s'utilitzarà la següent equació:

$$S = \frac{(2 \cdot L \cdot I)}{(k \cdot \Delta V)}$$

On:

S = Secció de cable

L = longitud del cable

I = intensitat màxima potencia (A)

k = conductivitat coure $\left(\frac{m}{\Omega} mm^2\right)$

ΔV = caiguda de tensió

En tots els casos es calcularà per un cable de coure, el qual la seva conductivitat és $k = 56 \left(\frac{m}{\Omega} mm^2\right)$.

La caiguda de tensió màxima admissible segons la IDAE (instituto para la diversificación y ahorro de energia), segons el subsistema a analitzar son:

Subsistema	Caiguda tensió màxima
Panells/regulador	3%
Regulador/bateria	1%
Bateria/Llums	1%

Per tal de poder triar una secció de cable normalitzada haurem de seguir la Norma IEC 60228 de la Comissió Electrotècnica Internacional para conductors de cables aïllats, que defineix unes àrees de seccions transversals normalitzades:

Norma internacional para secciones de cables eléctricos (IEC 60228)					
0.5 mm ²	0.75 mm ²	1 mm ²	1.5 mm ²	2.5 mm ²	4 mm ²
6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
70 mm ²	95 mm ²	120 mm ²	150 mm ²	185 mm ²	240 mm ²
300 mm ²	400 mm ²	500 mm ²	630 mm ²	800 mm ²	1000 mm ²

Figura 62: Seccions normalitzades cables elèctrics

Panell solar – Regulador:

$$L \approx 4m$$

$$I = \text{intensitat (A)} = 9,28A \text{ (Taula del panell)}$$

$$k = 56 \left(\frac{m}{\Omega} mm^2 \right),$$

$$\Delta V = \text{caiguda de tensió} = 12V \cdot 0,03 = 0,36V$$

$$S = \frac{(2 \cdot 4 \cdot 8,22)}{(56 \cdot 0,36)} = 3,68 \approx 4mm^2 \text{ de secció}$$

Regulador - Bateria:

$$L \approx 1m$$

$$I = \text{intensitat (A)} = \frac{150W}{12V} = 12,5A$$

$$k = 56 \left(\frac{m}{\Omega} mm^2 \right),$$

$$\Delta V = \text{caiguda de tensió} = 12V \cdot 0,01 = 0,12V$$

$$S = \frac{(2 \cdot 1 \cdot 12,5)}{(56 \cdot 0,12)} = 3,72 \approx 4 \text{ mm}^2 \text{ de secció}$$

Bateria - Llums:

Aquí hi ha un parell de premisses a tenir en compte a l'hora de fer el càlcul.

La primera és que no es tindrà en compte la potència del programador dels llums LED, al ser tan insignificant la introduïrem dins el consum dels llums LED.

La segona premissa es tracta del cablejat dels llums, aquest es considerarà com un cable únic, el qual en el sistema de la marquesina en realitat es divideix en dos, però agafarem el mateix cable per tot i així tindrem una resposta òptima.

$$L \approx 5m$$

$$I = \text{intensitat (A)} = \frac{(5,4W + 5,4W)}{12V} = 0,9A \approx 1A$$

$$k = 56 \left(\frac{m}{\Omega} \text{ mm}^2 \right),$$

$$\Delta V = \text{caiguda de tensió} = 12V \cdot 0,01 = 0,12V$$

$$S = \frac{(2 \cdot 5 \cdot 1)}{(56 \cdot 0,12)} = 1,48 \approx 1,5 \text{ mm}^2 \text{ de secció}$$

1.6 Proteccions

Al tenir un sistema a tanta baixa corrent i ni comptar amb inversor a corrent alterna el tema de proteccions es limita moltíssim, fins a arribar al punt de que és casi innecessari.

Però per evitar qualsevol problema, sobretot encarant cap al tema funcional si es vol desconectar el panell si s'ha de manipular la bateria es col·locarà un magneto tèrmic entre el Panell-Bateria.

Ha de ser inferior a els 9,28A que ens dona el fabricant del panell solar:



Figura 63: Magneto tèrmic

Amb el magneto tèrmic C60N-ICPM 2P 15A ref. 11935 seria suficient, ja que té una intensitat nominal de 15A.

També per curar-nos en salut es posarà uns fusibles de 1A a la sortida de la bateria en direcció els llum LED.

$$I = \text{intensitat (A)} = \frac{(5,4W + 5,4W)}{12V} = 0,9A < I_{\text{fusibles}}$$

Per últim aclarir que no és necessari cap posta a terra per un sistema amb uns valors d'intensitat tant baixos com és el cas de la marquesina.

1.7 Esquema elèctric

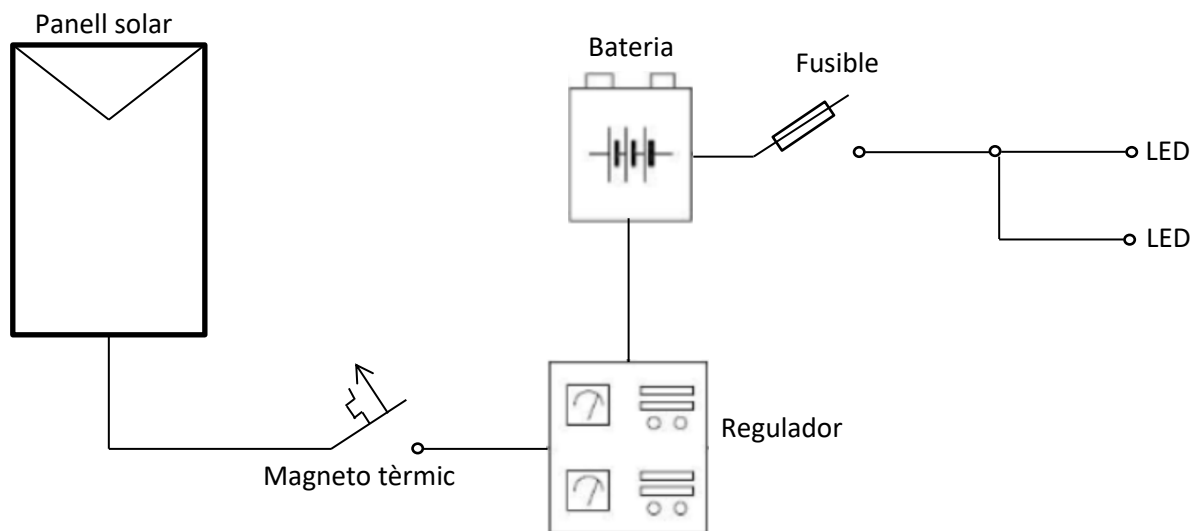


Figura 64: Esquema elèctric parada de bus autosostenible

ANNEX 2: CÀLCUL ESTRUCTURAL

2. CÀLCUL ESTRUCTURAL

Per tal de realitzar el càlcul definitiu de l'estructura s'utilitzarà l'aplicació ANSYS WORKBENCH. A més, aquest apartat es regirà per les condicions del Codi Tècnic d'Edificació, concretament el document bàsic SE-AE de Seguretat estructural i accions en la edificació.

2.1 Càrregues

Per el correcte dimensionament de l'estructura, com ens indica el CTE, s'hauran de calcular diferents sobrecàrregues que proporcionaran les forces i reaccions màximes que exerciran sobre la marquesina. S'han de tenir en compte 4 tipus:

- Sobrecàrrega de neu
- Sobrecàrrega d'ús
- Sobrecàrrega del vent
- Pes propi de l'estructura

2.1.1 Sobrecàrrega de neu

La distribució i intensitat de carga de la neu sobre un edifici, o en particular una marquesina, depèn del clima del lloc, del tipus de precipitació, del relleu de l'entorn, de la forma de l'edifici o coberta, dels efectes del vent i dels intercanvis tèrmics en els paràmetres exteriors.

Normalment en estructures inferior als 1000m, es suficient considerar una carga de neu de 1kN/m². En el nostre cas, al tenir una estructura lleugera, sensible a cargues verticals, els valor es podrà obtenir de la següent manera:

$$q_n = u \cdot s_k$$

On:

u = coeficient de forma de la coberta

s_k = el valor característic de la carga de neu sobre un terreny horitzontal.

Coeficient de forma de la coberta

El vent pot acompanyar o seguir a les nevades, el que origina un disposició regular de la neu sobre les cobertes. Per això, l'espessor de la capa de neu pot ser diferent en cada teulat/coberta.

Per trobar el correcte coeficient seguirem les regles que ens indica el Codi Tècnic d'Edificació, per tant, tal i com es pot llegir a l'apartat 3.5.3 del DB SE-AE les cobertes entre 0° i 30° tindran totes el següent coeficient:

$$u = 1$$

Valor característic de càrrega de neu

En el document SE-AE (Annex E, figura E.2), podem observar un mapa i una taula on relaciona la sobrecàrrega de neu amb la localització on es troba el disseny.



Figura 65: Zones climàtiques d'hivern

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Figura 66: Sobrecàrrega de neu en un terreny (kN/M2)

Al tenir una altitud inferior als 200m s'agafarà el valor corresponent als 0m i ,per tant, trobem que el valor característic de carga de neu és:

$$s_k = 4$$

Sobrecàrrega de neu

Aplicant la formula explicada anteriorment podem trobar la sobrecàrrega de neu:

$$q_n = u \cdot s_k = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2 Sobrecàrrega d'ús

La sobrecàrrega d'ús és qualsevol pes que s'apliqui al disseny de la marquesina per raó del seu ús, com per exemple, el pes d'un operari al pujar a sobre l'estructura per arreglar la placa solar o fer manteniment.

Aquest valor vindrà determinat per la taula 3.1 del document SE-AE

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 67: Valors característics de les sobrecàrregues d'ús

Per tant, observant la taula anterior i definint el nostre sistema com una “Cubierta ligera sobre correas (sin forjado)” i una carga uniforme, tenim que:

$$q_u = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3 Sobrecàrrega del vent

Un dels efectes meteorològics més importants que podem trobar en la zona on es localitza la marquesina és l'acció del vent, ja que és una zona rural on hi ha molts de camps i per tant, no hi ha cap element urbà ni natural, com poden ser boscos, que pugui protegir la parada de bus contra aquest efecte. Per tant, tenint en compte aquesta premissa es faran els càlculs contra aquesta acció del vent (Annex D del document SE-AE) i el propi pes de la marquesina.

L'acció del vent, en general una força perpendicular a la superfície de cada punt exposat, o pressió estàtica, q_e pot expressar-se com:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

On:

- q_e = La pressió dinàmica del vent.
- C_e = El coeficient d'exposició, variable amb l'altura del punt del punt considerat, en funció del grau d'aspror de l'entorn on està ubicat el disseny a calcular.
- C_p = El coeficient eòlic o de pressió, depenguent de la forma i orientació de la superfície respecte al vent, també de la situació del punt respecte a les cantonades de la superfície. Un valor negatiu indicaria succió.

Pressió dinàmica del vent

En el document SE-AE (Annex D, apartat D.1), podem observar una taula on indica la velocitat bàsica del vent en cada zona d'Espanya.

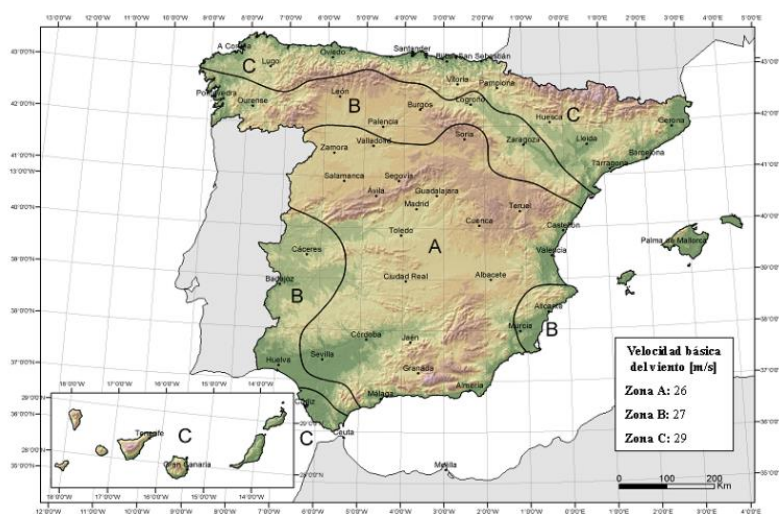


Figura 68: Valor bàsic de velocitat del vent

Catalunya pertany a la zona C, la qual té una velocitat bàsica de 29m/s, que com ens indica el CTE la pressió dinàmica del vent és:

$$q_e = 0,52kN/m^2$$

Coeficient d'exposició

Des del CTE ens proporcionen la següent taula per poder calcular el coeficient d'exposició:

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 69: Valors del coeficient d'exposició C_e

Com ja s'ha comentat anteriorment, el disseny de la marquesina estaria dins l'apartat II, però, tenint en compte que el punt més alt d'aquesta és d'aproximadament 2,4m es reduirà el valor per tal de donar una solució més exacte. Per tant, tenim un coeficient d'exposició de:

$$C_e = 2$$

Coeficient de pressió

Per poder calcular aquest valor s'han de tenir en compte la direcció del vent, de la forma de l'edifici, de la posició de l'element considerat i de la seva àrea d'influència. Per tal de poder calcular-ho d'una manera senzilla i ràpida el CTE proporciona unes taules (D3 a D13) que donen valors de coeficients de pressió per diverses formes simples de construccions.

Pel nostre cas seguirem la taula de Marquesines a un agua:

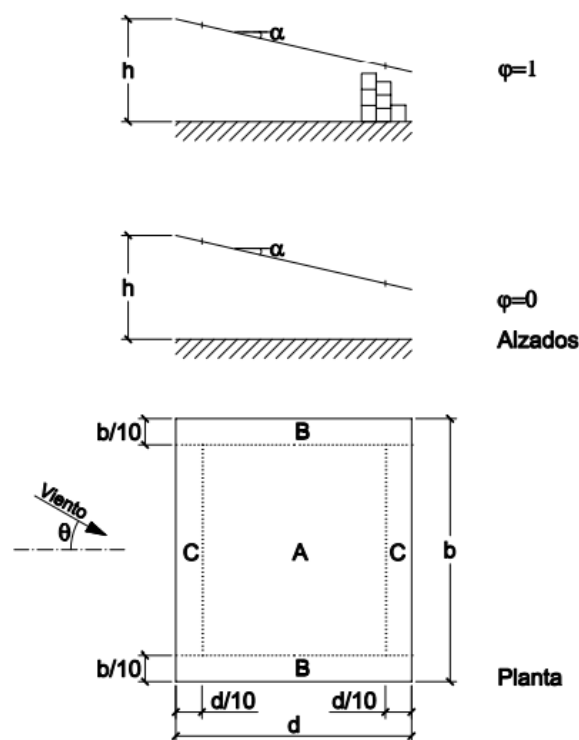


Figura 70: Marquesina a una agua

Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Figura 71: Coeficient de pressió

En el disseny de la marquesina la inclinació de la estructura superior és de 5° i el factor d'obstrucció és 1, ja que està composta de parets que impedeixen el pas del vent, sabent aquests dos valors podem observar en la taula anterior que podríem optar per dos opcions; efecte del vent cap avall o cap amunt (valor negatiu indica succió).

-Direcció cap avall

$$C_{p1,Av} = 0,8 \text{ (PART SUPERIOR ESTRUCTURA)}$$

$$C_{p2,Av} = 2,1 \text{ (LATERAL ESTRUCTURA)}$$

$$C_{p3,Av} = 1,3 \text{ (FINAL ESTRUCTURA)}$$

-Direcció cap amunt

$$C_{p1,Am} = -1,6 \text{ (PART SUPERIOR ESTRUCTURA)}$$

$$C_{p2,Am} = -2,2 \text{ (LATERAL ESTRUCTURA)}$$

$$C_{p3,Am} = -2,5 \text{ (FINAL ESTRUCTURA)}$$

Sobrecàrrega del vent

Aplicant la formula explicada anteriorment podem trobar la sobrecàrrega del vent:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

-Part superior:

$$q_{e1,Av} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p1,Av} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 0,8 = 0,83 kN/m^2$$

$$q_{e1,Am} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p1,Am} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 1,6 = -1,66 kN/m^2$$

-Lateral:

$$q_{e2,Av} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p2,Av} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 2,1 = 2,18 kN/m^2$$

$$q_{e2,Am} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p2,Am} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 2,2 = -2,29 kN/m^2$$

-Final:

$$q_{e3,Av} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p3,Av} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 1,3 = 1,35 kN/m^2$$

$$q_{e3,Am} = q_b \cdot C_e \cdot C_{p3,Am} = 0,52 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 2,5 = -2,6 kN/m^2$$

2.1.4 Pes estructura superior

Una de les altres forces que es tindrà en compte en aquest projecte serà el mateix pes de l'estructura, especialment la part superior. Aquest pes serà totalment vertical i ens ajudarà a contrarestar la força del vent.

Per poder trobar una estimació aproximada d'aquesta força ens ajudarem del mateix programa de disseny, SolidEdge, el qual introduint-l'hi el paràmetre del material que s'utilitzarà (Acer estructural S355) ens donarà la següent estimació:

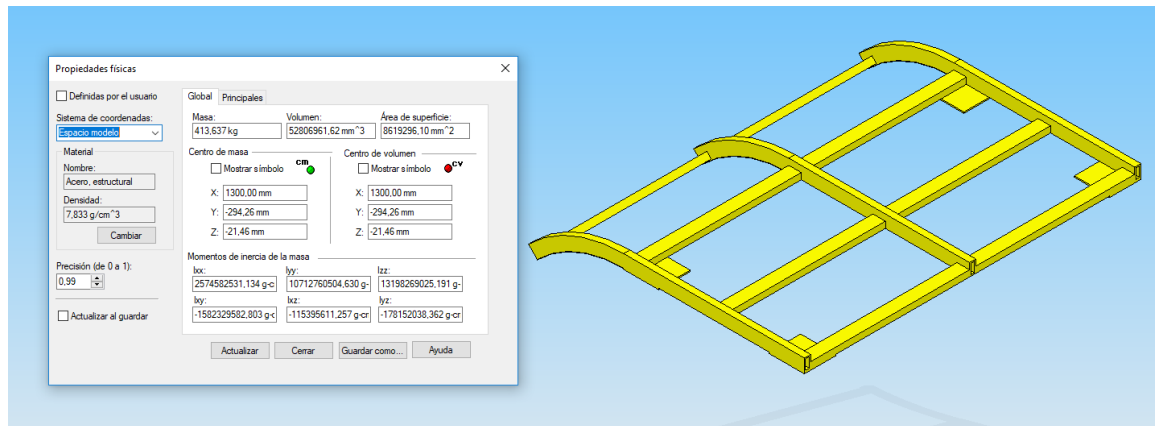


Figura 72: Dades SolidEdge

Com podem observar a la figura anterior ens dona un pes aproximat de 413kg on li afegirem 12kg de pes de la placa solar, el qual multiplicant-lo per la gravetat trobarem la força que aplica:

$$F_{pes} = Pes \cdot g = 420 \cdot 9,8 = 4165N = 4,165kN$$

Per tal de poder igualar-lo amb les altres forces trobades anteriorment passarem aquests Newtons a kN/m², per tant, considerarem que la superfície de l'estructura superior és totalment plana i fa una longitud de 2m x 2,6m.

$$q_{pes} = \frac{F_{pes}}{2 \cdot 2,6} = 0,8kN/m^2$$

2.2 Hipòtesis

A l'hora de comprovar cada part de l'estructura, primerament s'ha de trobar la càrrega màxima a la que està sotmesa. Per tal de trobar aquesta càrrega s'analitzaran varies hipòtesis.

Hipòtesis parets marquesina

Per a les parets de la marquesina només hi ha una hipòtesi viable, que és la càrrega del vent. Per tant només agafarem els valors obtinguts a l'apartat 2.1.3 d'aquest document.

Hipòtesis part superior marquesina

Aquestes hipòtesis es calcularan unint els resultats de les càrregues obtingudes anteriorment. S'aconseguirà gràcies a la següent fórmula:

$$Q_{max} = q_{pes} \cdot \gamma_{pes} + q_n \cdot \gamma_n \cdot (\Psi_n) + q_u \cdot \gamma_u \cdot (\Psi_u) + q_e \cdot \gamma_e \cdot (\Psi_e)$$

On:

γ = Coeficient parcial de seguretat

Ψ = Coeficient de simultaneïtat. Aquest només apareixerà quan tinguis una acció variable predominant, per això s'hauran de fer tantes hipòtesis com accions variables tenim, ja que és molt improbable que els dos factors donin la màxima càrrega simultàniament. El pes sempre serà una acció permanent, per tant, no tindrà aquest coeficient.

Aquests coeficients es poden calcular gràcies a les taules 4.1 i 4.2 del DB SE, tenint en compte si són favorables o en contra:

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 73: Coeficients parcials de seguretat per les accions

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Figura 74: Coeficients de simultaneïtat

- Hipòtesis nº1:

-El vent anirà cap avall.

-La neu és l'acció variable predominant, per tant, el coeficient de simultaneïtat de la neu desapareix, i a totes les altres accions variables apareix el seu propi coeficient de simultaneïtat.

-Al tenir neu i vent a la mateixa hipòtesis la càrrega d'ús no apareix, ja que si fa vent i neva és impossible que hi hagi un operari a la part superior de l'estructura reparant o fent manteniment.

$$Q_{max1} = q_{pes} \cdot \gamma_{pes} + q_n \cdot \gamma_n + q_{e1,Av} \cdot \gamma_e \cdot \Psi_e$$

$$Q_{max1} = 0,8 \cdot 1,35 + 0,4 \cdot 1,5 + 0,83 \cdot 1,5 \cdot 0,6$$

$$Q_{max1} = 2,42kN/m^2$$

- Hipòtesis nº2:

-El vent anirà cap avall.

-El vent serà l'acció variable predominant, per tant, el coeficient de simultaneïtat del vent desapareix.

-Càrrega d'ús no apareix.

$$Q_{max2} = q_{pes} \cdot \gamma_{pes} + q_{e1,Av} \cdot \gamma_e + q_n \cdot \gamma_n \cdot \Psi_n$$

$$Q_{max2} = 0,8 \cdot 1,35 + 0,83 \cdot 1,5 + 0,4 \cdot 1,5 \cdot 0,5$$

$$Q_{max2} = 2,62kN/m^2$$

- Hipòtesis nº3:

-El vent anirà cap amunt

-No aplicarem la càrrega de neu, així es trobarà el valor màxim d'aquesta reacció.

-Càrrega d'ús no apareix.

$$Q_{max3} = q_{pes} \cdot \gamma_{pes} + q_{e1,Am} \cdot \gamma_e$$

$$Q_{max2} = 0,8 \cdot 1,35 + (-1,66 \cdot 1,5)$$

$$Q_{max2} = -1,4kN/m^2$$

Conclusions

Com es poden veure en els resultats obtinguts, estudiariem només la hipòtesis 2 i 3.

La hipòtesis 2 perquè el valor és més elevat que a la 1, i per tant serà on trobarem les reaccions més elevades.

Referent a la hipòtesis 3 al ser en direcció contrària també seria convenient estudiar-la i observar com es comporten els pilars quan rebin aquestes reaccions.

2.3 CÀLCUL ESTÀTIC AMB ELEMENTS FINITS

Al tenir les càrregues que actuen sobre la marquesina el següent pas és la comprovació d'aquesta mitjançant el programa ANSYS Workbench. Però, abans d'aquesta comprovació, s'hauran de trobar les càrregues lineals i/o càrregues puntuals que exerceixen sobre cada part individual a la que es vol estudiar el seu comportament.

Les platines dels pilars (les que connecten l'estructura amb el terra) es consideraran articulacions encastades. Totes les altres s'han definit com articulacions biarticuals, per tant els moments seran molt petits i no els tindrem en compte.

2.3.1 Estudi estructura superior

A l'estructura superior hi trobem només 1 tipus de perfils tubulars rectangulars d'acer estructural S275JR, de 100x50x10mm. Per tal de comprovar que siguin els adients agafarem els dos perfils on la càrrega serà màxima per així donar solució a la resta. Un d'aquest perfil serà el que està en disposició vertical i l'altre horitzontal.

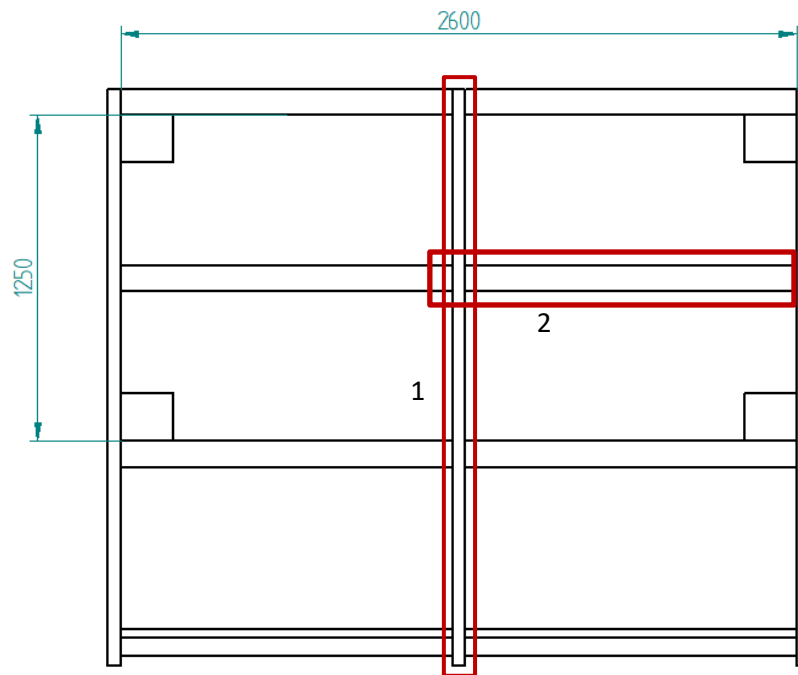
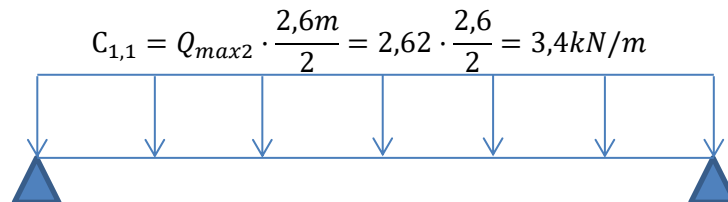


Figura 75: Mides estructura superior

Perfil 1

Primerament per simplificar els càlculs es considerarà que el sostre de la marquesina és totalment pla. A partir d'aquesta premissa considerarem que té dos articulacions biarticulades als extrems.

○ Hipòtesis 2

Tensió de Von Mises:

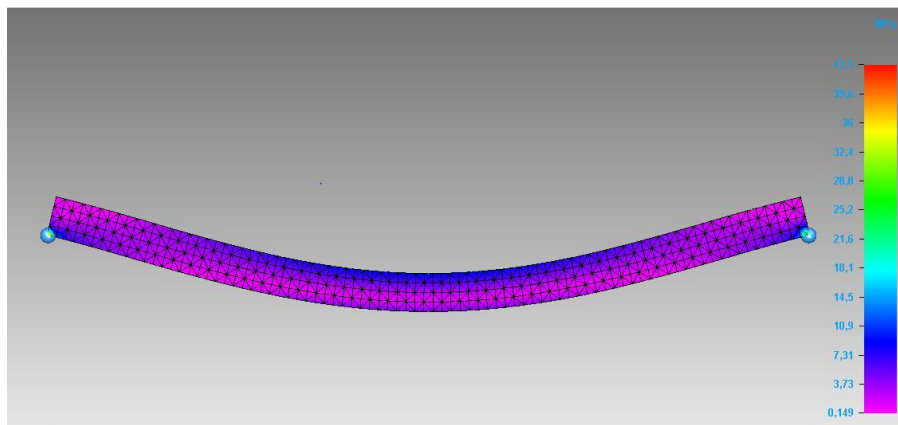


Figura 76: Perfil 1 Hipòtesis 2 Tensió de Von Mises

Deformació:

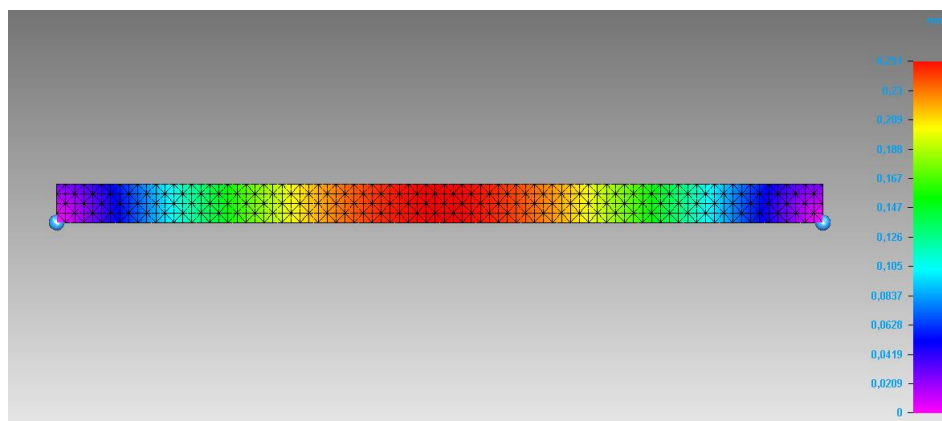
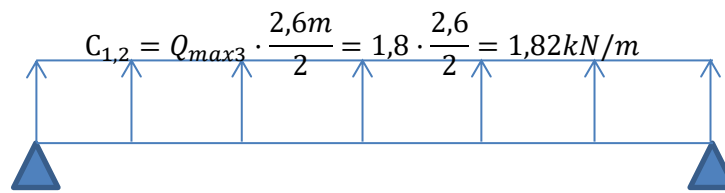


Figura 77: Perfil 1 Hipòtesis 2 Deformació

- Hipòtesis 3



Tensió de Von Mises:

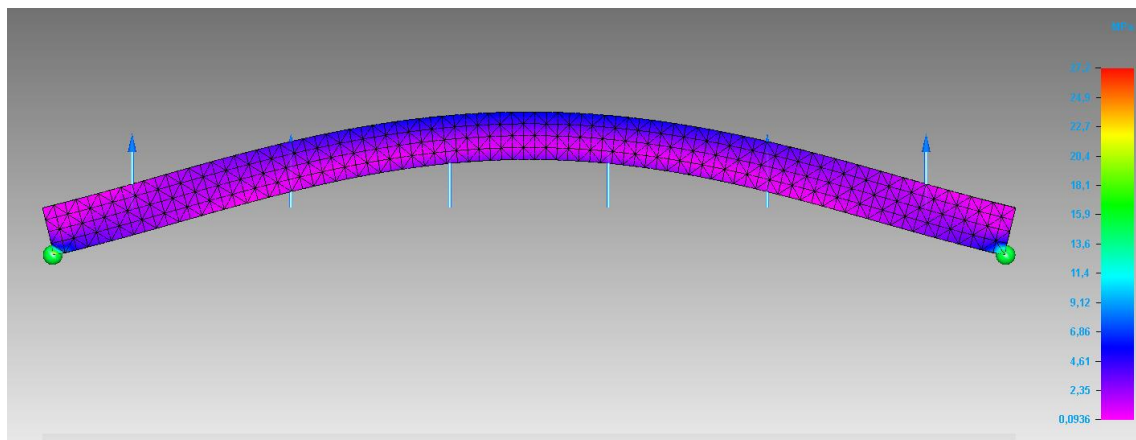


Figura 78: Perfil 1 Hipòtesis 3 Tensió de Von Mises

Deformació:

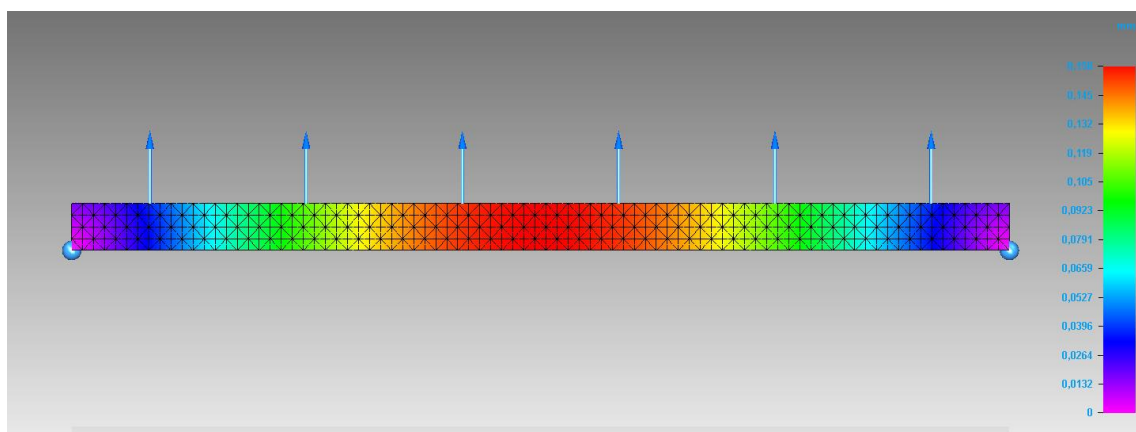
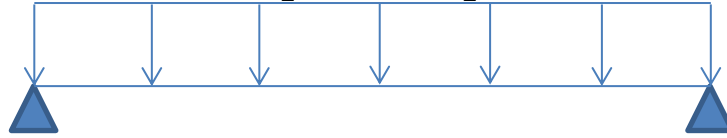


Figura 79: Perfil 1 Hipòtesis 3 Deformació

Perfil 2○ Hipòtesis 2

$$C_{2,1} = Q_{max2} \cdot \frac{1,25m}{2} = 2,62 \cdot \frac{1,25}{2} = 1,63kN/m$$



Tensió de Von Mises:

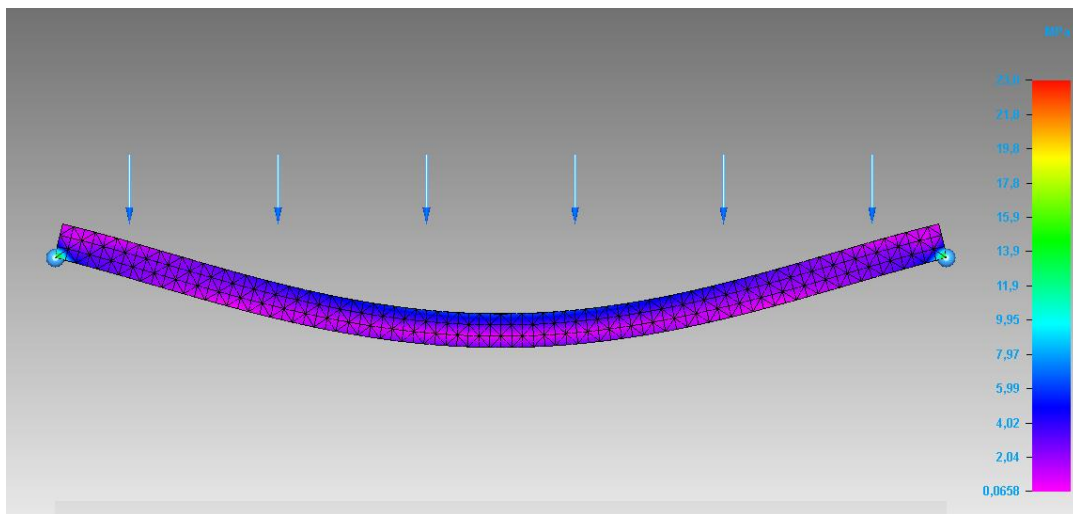


Figura 80: Perfil 2 Hipòtesis 2 Tensió de Von Mises

Deformació:

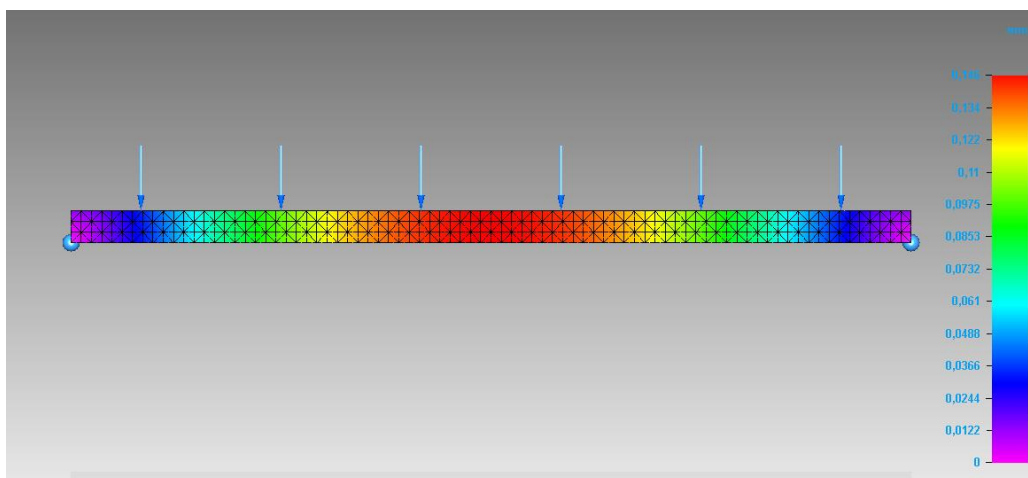
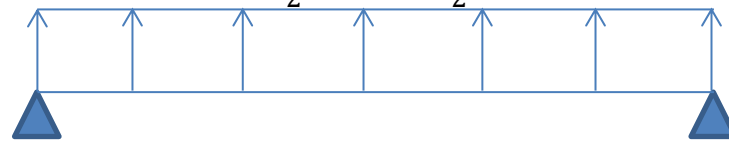


Figura 81: Perfil 2 Hipòtesis 2 Tensió de Von Mises

○ Hipòtesis 3

$$C_{2,2} = Q_{max3} \cdot \frac{1,25m}{2} = 1,4 \cdot \frac{1,25}{2} = 0,87kN/m$$


Tensió de Von Mises:

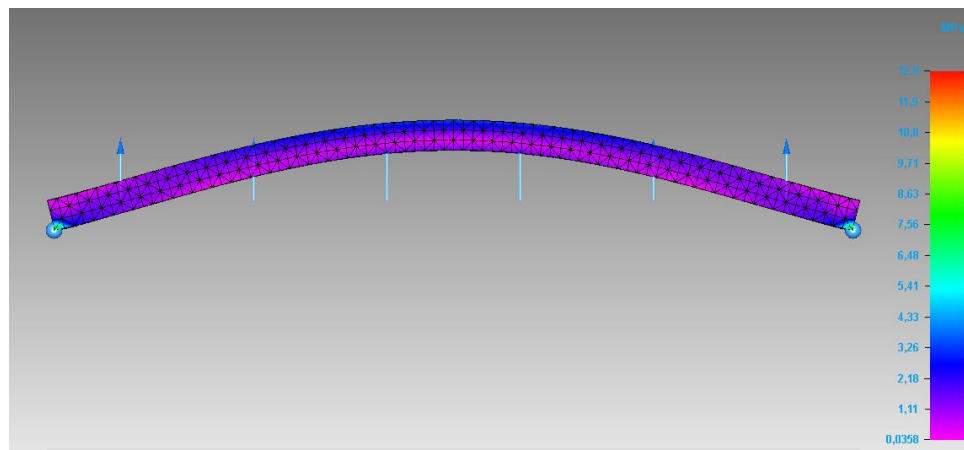


Figura 82: Perfil 2 Hipòtesis 3 Tensió de Von Mises

Deformació:

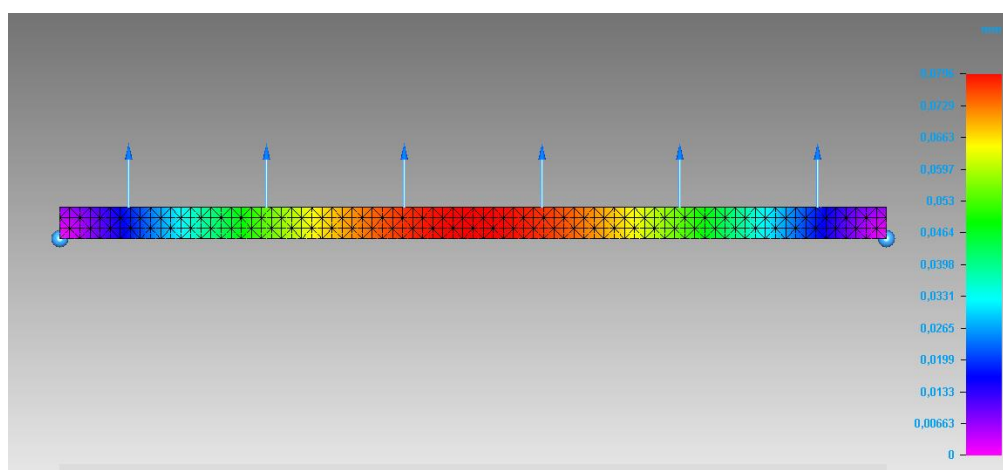


Figura 83: Perfil 2 Hipòtesis 3 Deformació

2.3.2 Estructura inferior

A l'estructura inferior hi trobem només 1 tipus de perfils tubulars rodons d'acer S275JR, de D120x6mm. Es faran els càlculs a partir del pilar més gran, ja que serà on hi haurà els casos més extrems.

La càrrega lateral que multiplicarem serà la trobada a l'apartat 2.1.3 de sobrecàrrega de vent ja que no tenim cap més càrrega que influeixi.

Es farà l'estudi només amb una càrrega provocada pel vent sobre el perfil del pilar, ja que és impossible tenir les màximes càrregues perpendiculars simultàniament, per tant, s'agafarà la més elevada de les dos, que serà la que actua sobre la paret gran.

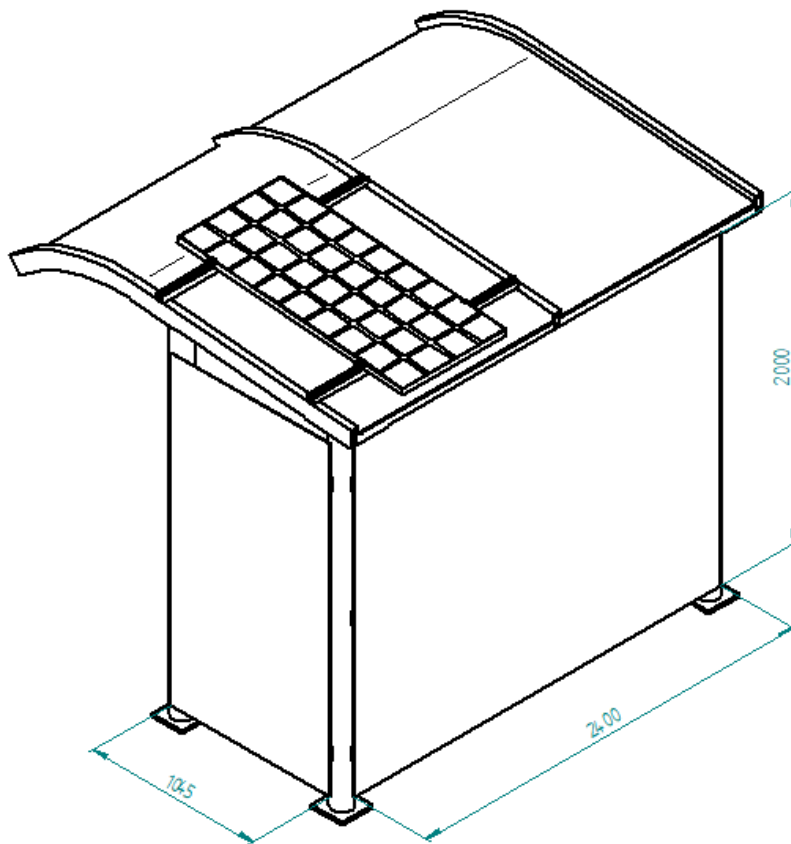
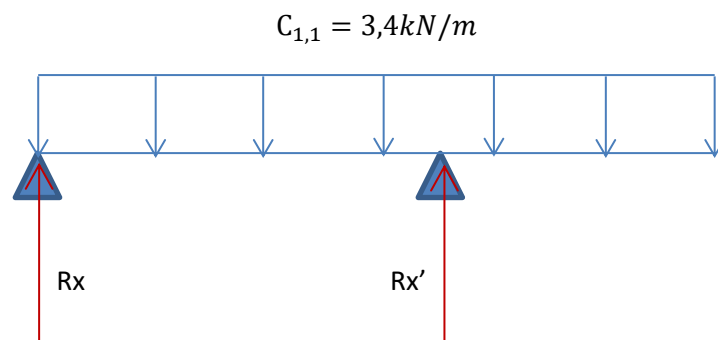


Figura 84: Mides marquesina

○ Hipòtesis 2

Calcularem les reaccions de l'estructura superior per després passar-ho als pilars:



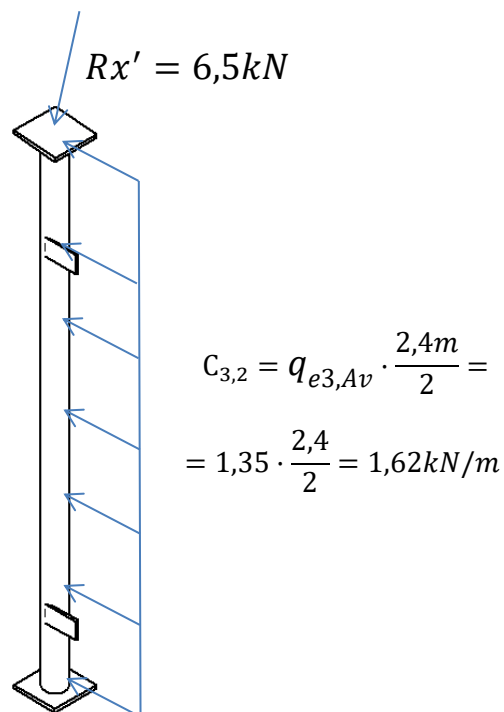
$$F_{C_{1,1}} = 2m \text{ (longitud estructure superior)} \cdot \frac{3,4kN}{m} = 6,8kN$$

$$Rx + Rx' = F_{C_{1,1}}$$

$$Rx' \cdot 1,045m = 6,8 \cdot 1m$$

$$Rx' = 6,5kN$$

$$Rx = 0,3kN$$



Tensió de Von Mises i Deformació:

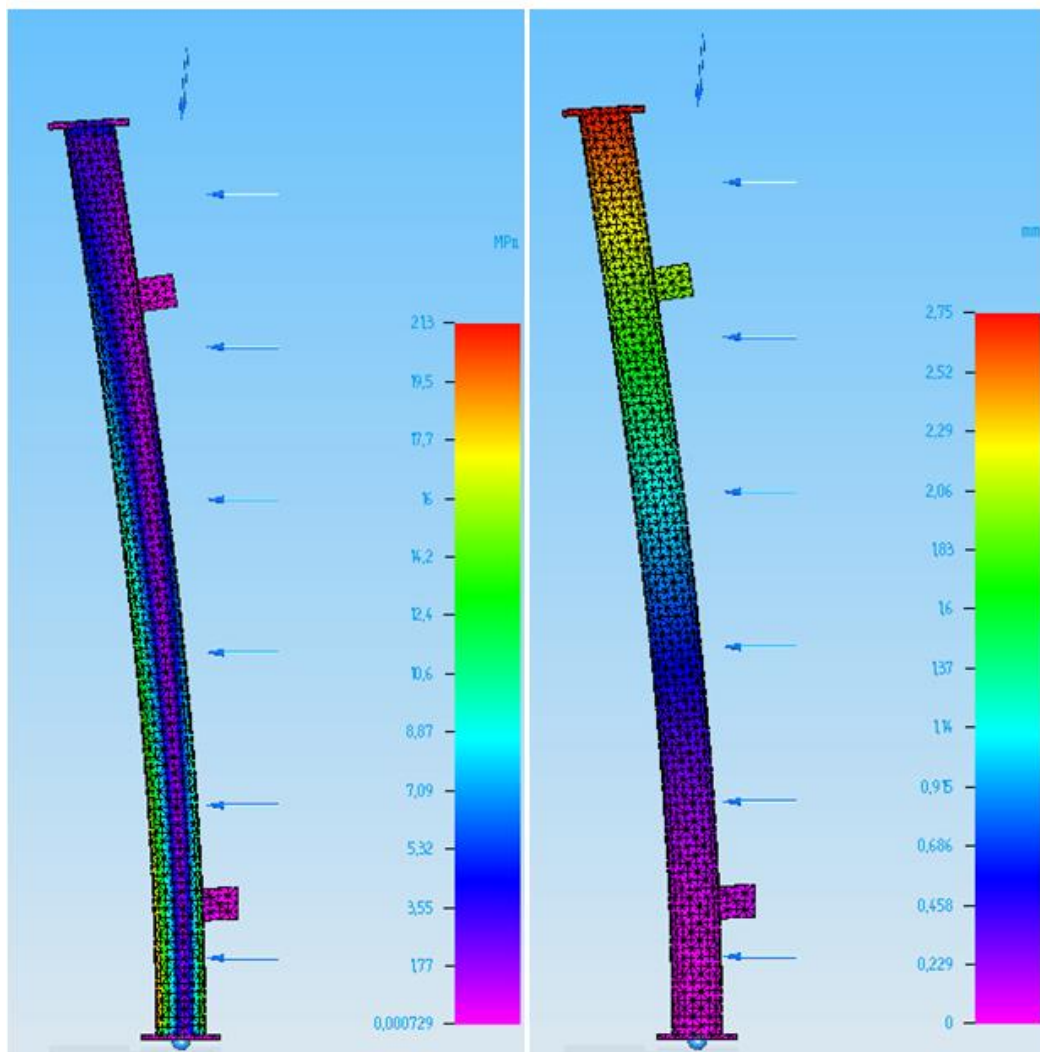
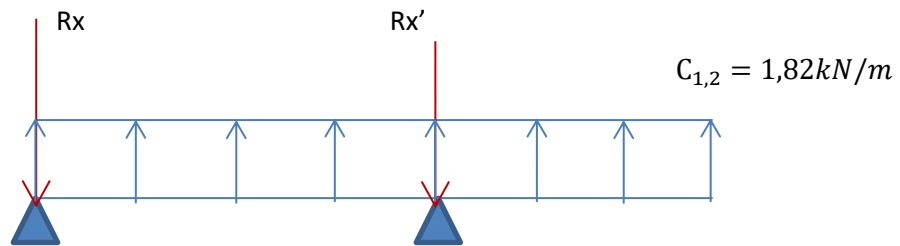


Figura 85: H2 Tensió de Von Mises / Deformació

○ Hipòtesis 3



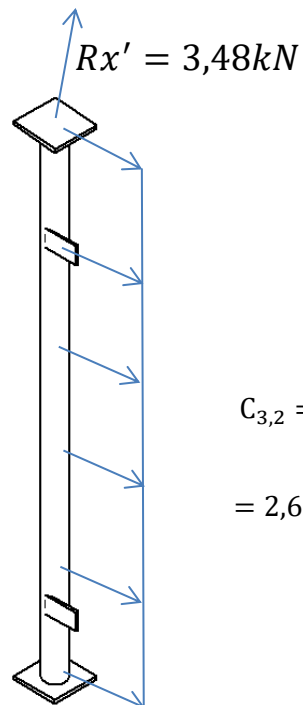
$$F_{C_{1,2}} = 2m \text{ (longitud estructura superior)} \cdot \frac{1,82kN}{m} = 3,64kN$$

$$Rx + Rx' = F_{C_{1,2}}$$

$$Rx' \cdot 1,045m = 3,64 \cdot 1m$$

$$Rx' = 3,48kN$$

$$Rx = 0,16kN$$



$$C_{3,2} = q_{e3,Am} \cdot \frac{2,4m}{2} =$$

$$= 2,6 \cdot \frac{2,4}{2} = 3,12kN/m$$

Tensió de Von Mises i Deformació:

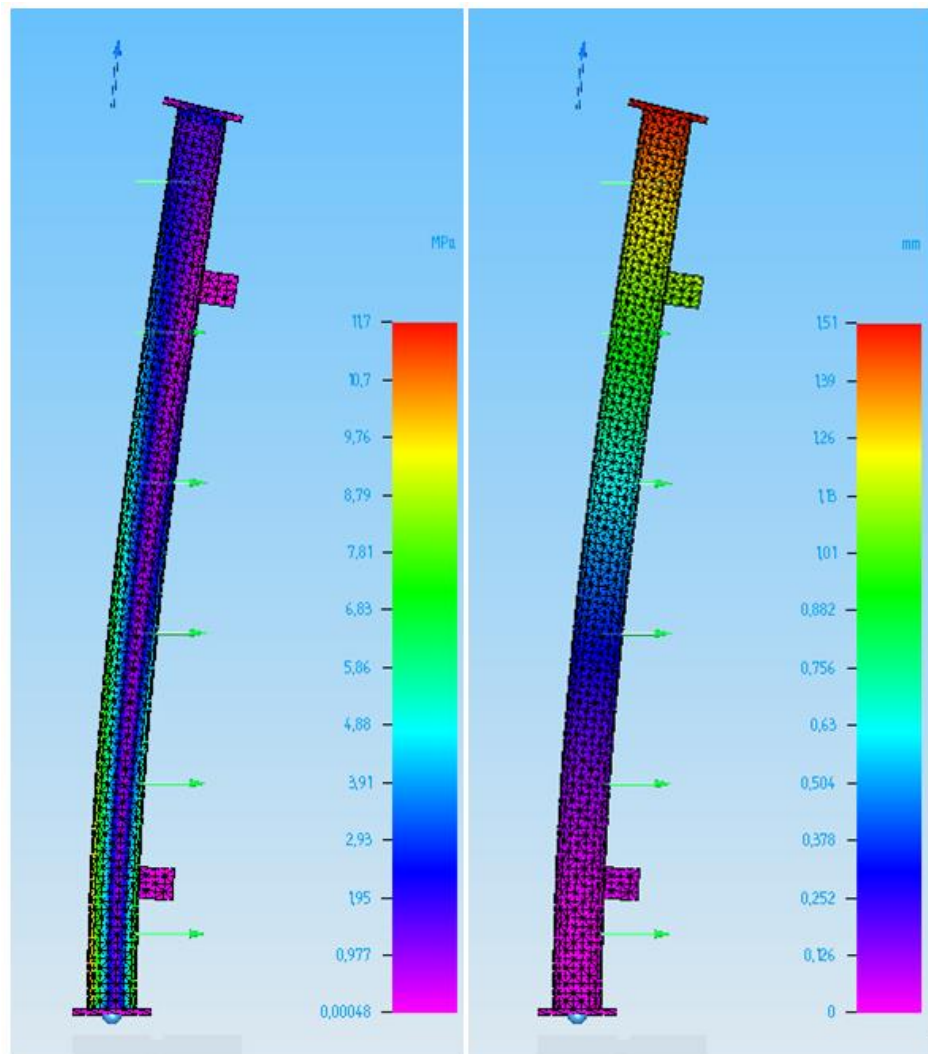


Figura 86: Hipòtesis 3 Tensió de Von Mises / Deformació

2.3.3 Conclusions

Els resultats seran corroborats a partir de dos variables:

- Factor de seguretat

Aquest factor ve donat per la fórmula:

$$n = \frac{\sigma_{VonMises}}{\sigma_{admissible}}$$

On:

- $\sigma_{VonMises}$: Serà la tensió de Von Mises calculada a partir d'elements finits.

- $\sigma_{admissible}$: Límit elàstic o tensió màxima del material abans de fallar. Per l'acer utilitzat en la marquesina (St275JR), té el valor de 275MPa.

Si el factor de seguretat és inferior a 1 l'element falla o trenca, és a dir, rebrà tensions internes superiors a les que pot suportar. Si aquest factor és superior a 1 el disseny és correcte.

- Deformació (fletxa màxima)

Per determinar si la fletxa màxima que trobem és correcte, ens recolzarem sobre els valors les premisses donades des de "Acero Estructural (EAE) y en el Codi Tècnic de la edificació (CTE).

-Límit de fletxa horitzontal:

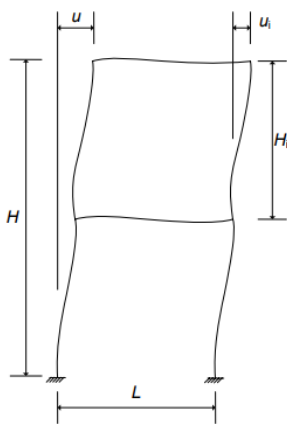


Figura 87: Esquema límit fletxa horitzontal

On:

H= Alçada del perfil on volem calcular la fletxa

u = Fletxa horitzontal màxima permesa. Aquesta variable depèn de l'alçada i se li ha donat un valor de **H/500**.

-Límit fletxa vertical:

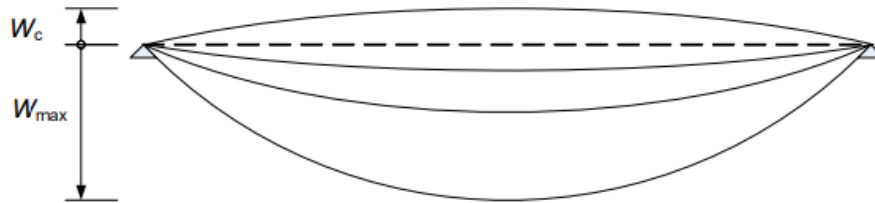


Figura 88: Esquema Límit fletxa vertical

On:

W_{max} = Fletxa màxima permesa. Aquesta variable depèn de l'allargada i se li ha donat un valor de L/350. Aquest valor el donen en l'Annex Nacional de EN 1993-1-1.

Conclusions Finals:

Totes les parts de l'estructura compleixen les normes del CTE, amb perfils i materials estandarditzats per donar una resposta senzilla i barata a la marquesina.

També s'ha comprovat que totes les parts de la marquesina compleixen tant en deformació com en tensió les normes del CTE i EAE, aplicant-li les càrregues majorades (definides per el SE AE) dels efectes meteorològics localitzats en la zona de la marquesina.

Per tant, s'ha donat una resposta viable i segura al disseny de l'estructura de la marquesina.

3 FONAMENTACIÓ

S'hauran de fer els fonaments de zero, aquests fonaments seran de formigó HA-25/B/25/IIb, i tindrà les dimensions 3x2,5x0,45m.

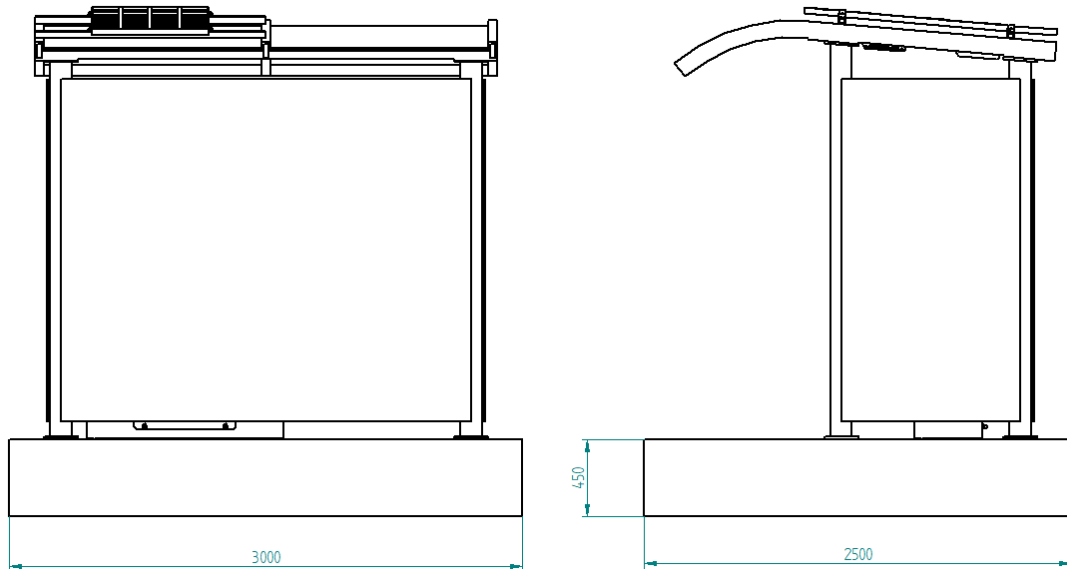


Figura 89: Mides fonamentació

No es faran càlculs respecte a la fonamentació ja que al dissenyar-la amb les dimensions tant grans s'anirà sobre segur.

Per altre banda s'ha de tenir en compte que en aquesta fonamentació s'hi collarà el banc i els pilars de l'estructura. Per collar el banc s'utilitzaran 9 espirrots M10, el qual només treballaran per subjectar el banc, i no s'hi localitzarà cap esforç elevat.



Figura 90: Espirro M10

Com ja s'ha comentat a la solució de la marquesina, s'instal·laran unes espigues M16 per collar els pilars als fonaments. Aquestes espigues patiran 3 reaccions: Tracció, compressió i tallant.



Figura 91: Espigues fixació pilars

A l'hora d'estudiar el seu comportament al ser una estructura de 4 pilars el tallant serà molt inferior a les reaccions de compressió i tracció. Per tant, ja que les espigues tenen un millor comportament a compressió, s'estudiarà l'efecte que tenen a tracció.

Per a la comprovació d'aquest s'aplicarà la següent condició:

$$\frac{Rx'}{\frac{16^2 \cdot \pi}{4} \cdot 4 \text{ cargols}} \leq \sigma_g$$

On:

Rx' = Reacció màxima a tracció (Apartat 2.3.1, Hipòtesis que el vent va direcció amunt)

$A = \frac{16^2 \cdot \pi}{4}$ = Àrea del mètric 16

σ_g = Límit elàstic dividit per un coeficient de seguretat.

$$\sigma_g = \frac{275}{1,15} N/m^2 = 240 N/mm^2$$

$$\frac{3480 N}{\frac{16^2 \cdot \pi}{4} \cdot 4 \text{ cargols}} \leq \frac{240 N}{mm^2}$$

$$4.32 N/mm^2 \leq 240 N/mm^2$$

ANNEX 3: CÀLCUL IL·LUMINACIÓ

4 CÀLCUL IL·LUMINACIÓ

Basarem el càlcul segons el nivell d'il·luminació (lux) recomanat segons les diferents àrees de treball, ja que no hi ha una normativa específica per nivells de il·luminació per a marquesines.

La nostre àrea de la marquesina tindrà el mateix nivell d'il·luminació i equivalent a les següents àrees: Sales d'espera, sales de pacients, passadissos, sales de descans, menjadors i serveis higiènics. Per tant, el nivell d'il·luminació mínim al sistema de la marquesina serà de **150 lux**.

Per poder comprovar que estem dins d'aquests 150 lux calcularem la il·luminació a partir de la següent formula:

$$I = \frac{L_l \cdot C_u \cdot L_{LF}}{A_l}$$

On:

$$I = \text{iluminació} \left(\text{lux}, \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2} \right)$$

$L_l = \text{lumens} = 350 \text{ lumens}$ (segons el llum LED escollit)

$C_u = \text{coeficient de utilització} = 0,7$ determinat pel fabricant

$L_{LF} = \text{factor de perduda de llum} = 0,8$ en el cas de una neteja anual del tub LED

$A_l = \text{àrea per lux} (\text{m}^2)$

$$I = \frac{2 \cdot 350 \cdot 0,7 \cdot 0,8}{(2,3 \cdot 1,1)} = 155 \text{ lux}$$