

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Paviment Generador d'Energia: una possibilitat molt interessant per les ciutats

MEMÒRIA

Autor: Cristina Castells Guiu
Director: Carlos Sierra Garriga
Convocatòria: Febrer 2022



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

La Transició Energètica ha de ser una realitat ja, i en aquests sentit les ciutats tenen un paper importantíssim a jugar donat que es a les ciutats on es consumeix el 75% de l'energia mundial i es en les ciutats on viu majoritàriament la població, que es la clau de volta per aconseguir fer una transició energètica real.

En aquest camí cap a la transició energètica cal fer una aposta decidida per la generació renovable propera als centres de consum, aprofitant qualsevol oportunitat per generar energia. Cal també millorar les condicions constructives dels edificis i infraestructures, així com de l'ús que es fa de l'energia, amb més consciència de l'impacte ambiental que deriva dels nostres hàbits de consum. Volem una ciutat on l'autogeneració i l'autoconsum estigui generalitzat i esdevingui una quotidianitat que ens permeti ser renovables i neutres en carboni al 2050.

Caldrà doncs definir bé totes les eines necessàries per maximitzar el potencial de generació renovable i local en els entorns urbans: en edificis, públics i privats, en cobertes i en façanes però cal també pensar en l'espai públic com una possibilitat en majúscules a explorar. Fent un primer anàlisi de l'espai públic de la ciutat, podem observar que Barcelona té aproximadament 1.380km lineals de carrers pavimentats, amb una superfície d'11km² de calçades i 9km² de voreres. Aquesta superfície es fins i tot superior als 17,64km² de terrats que té la ciutat i en els que tots considerem com a espai bàsic on fer generació a la ciutat. Així doncs, es planteja poder analitzar alguna solució de generació renovable local en paviments de carrers i la factibilitat de la seva aplicació, per tal de validar la seva aplicabilitat generalitzada a la ciutat. Serà necessari poder assegurar que el paviment solar es operatiu com a generador d'energia però també com a material de pavimentació.

Per poder fer un anàlisi concret a nivell de possibilitats de ciutat es planteja abordar-ho a partir d'un projecte pilot. Un pilot permetrà fer un seguiment de la implantació i funcionament més detallat aconseguint extraure conclusions de factibilitat i aplicabilitat. Una instal·lació pilot d'aquestes característiques ha implicat tot un esforç d'anàlisi de la possible ubicació; anàlisi dels possibles productes de mercat encara en un estat de desenvolupament; anàlisi de la producció energètica assolible; anàlisi de que fèiem amb l'energia generada; anàlisi de tot el procés d'execució/implantació i anàlisi dels primer resultats tant com a producte de generació energètica, així com a producte de pavimentació. Els resultats obtinguts son encoratjadors, hi ha possibilitats però encara queda camí per recórrer per tal d'aconseguir un material que assegurí els requeriments de pavimentació necessari per als carrers de la ciutat.

Sumari

RESUM	3.
SUMARI	4.
1. INTRODUCCIÓ	6.
1.1 Objectius del projecte	6.
1.2 Abast del projecte	7.
2. ANTECEDENTS	8.
2.1 Estem en emergència climàtica	8.
2.2 La situació energètica ara a Barcelona	9.
2.3 Els reptes de la ciutat a nivell energètic	12.
3. LA MOTIVACIÓ	13.
3.1 El paviment de la ciutat espai per generar energia	13.
3.2 El plantejament global per la ciutat amb mirada local	14.
4. POSSIBILITAT DE GENERACIÓ ENERGÈTICA APLICADA A PAVIMENT	15.
4.1 El paviment solar Fotovoltaic, la solució plantejada	17.
4.2 Característiques específiques del paviment solar escollit	19.
5. EL PROJECTE PILOT COM A BASE DE L'ANÀLISI	21.
5.1 La ubicació per fer el pilot	21.
5.2 Definim el projecte pilot	22.
6. LA IMPLANTACIÓ DEL PROJECTE PILOT	24.
6.1 La producció energètica solar estimada	24.
6.1.1 Producció energètica	24.
6.1.2 Impacte ambiental	25.
6.2 Descripció de la instal·lació fotovoltaica	26.

6.2.1 Els mòduls fotovoltaics	26.
6.2.2 Els inversors	27.
6.2.3 Les proteccions	28.
6.3 La connexió dels mòduls fotovoltaics	28.
6.4 Interconnexió a la xarxa elèctrica per l'autoconsum	30.
6.5 La connexió elèctrica del conjunt	32.
6.6 Sistema mesurament	34.
6.7 Manteniment	34.
6.8 Obra Civil	35.
6.9 Planificació per la implantació	37.
6.10 Cost econòmic	39.
7. ELS PRIMERS RESULTATS	41.
7.1 Resultats energètics	41.
7.2 Resultats com a paviment	45.
8. TRASLACIÓ DEL PROJECTE PILOT A PROJECTE DE CIUTAT	47.
CONCLUSIONS	49.
AGRAIMENTS	51.
NORMATIVA APLICABLE	52.
BIBLIOGRAFIA	54.
ANNEXES	55.

1. Introducció

Resoldre el problema de l'energia figura entre els reptes més importants de la humanitat en el segle XXI. També a nivell de la nostra ciutat l'energia és una prioritat, tant pel que fa a garantir el subministrament com a minimitzar-ne els impactes.

El model energètic vigent, basat preferentment en els combustibles fòssils, té uns límits evidents de tipus econòmic (alts preus de l'energia, limitació existent dels recursos), social (desigualtat i pobresa energètica) i ambiental (contaminació de l'aire i emissió de gasos d'efecte hivernacle que causen el canvi climàtic).

Cal canviar el model energètic i fer realitat la transició energètica entesa com el canvi estructural cap a una sistema que utilitzi majoritàriament fonts d'energia netes i renovables i faci un consum més racional i eficient de l'energia. Aquesta reestructuració ha de canviar significativament els patrons de generació i consum d'energia, i promoure el desenvolupament sostenible sobre bases d'equitat i justícia social.

Aquest canvi no serà possible sense potenciar i impulsar la màxima generació energètica renovable i local (autoproducció) allà on sigui possible. **El principal espai aprofitable per a generació en una ciutat construïda esdevé en els terrats, cobertes i façanes dels edificis, i aquí cal fer el major esforç e impuls, però no podem obviar l'espai públic, molts m2 de ciutat amb important radiació solar.**

1.1. Objectius del projecte

Cercar nous espais en la ciutat on poder generar energia es una necessitat si volem aconseguir ser el màxim d'autosuficients. En una ciutat densa i compacta com Barcelona, amb una construcció totalment vertical, tot i utilitzar tots els terrats de la ciutat per generar energia, no arribaríem a cobrir, ni de bon tros, la demanda energètica de la ciutat. Una aproximació de potencial i viabilitat, estima que cobrint tots els terrats de la ciutat de Barcelona aprofitables, arribaríem a produir el 60% del consum elèctric domèstic actual.

Per tant, cal cercar nous espais on generar energia La ciutat té una gran superfície de metres ocupada per el paviment, ja sigui en vorera o en calçada, que rep una important radiació solar que dona peu a poder ser analitzada com a superfície de generació energètica.

Així doncs, l'objectiu del projecte serà analitzar la possibilitat de poder utilitzar el paviment de la ciutat com un espai de generació energètica, incorporant un element que serveixi com a paviment i com a instal·lació de generació. L'energia generada serà utilitzada per autoconsum propi de la ciutat, evacuant l'energia produïda directament a la xarxa o be fent autoconsums directes per serveis propers.

1.2. Abast del projecte

Per tal de poder analitzar la viabilitat de que el paviment de la ciutat es converteixi en una instal·lació de generació i analitzar be on tindria el màxim sentit aplicar-ho, es planteja com a projecte, un projecte pilot en un àmbit específic de la ciutat.

El projecte pilot consistirà en l'aplicació d'un paviment generador d'energia basat en tecnologia fotovoltaica en 50m² a l'Avinguda Diagonal 254, al voltant de la zona de transformació de Glories. L'energia generada, en aquest cas, servirà per abastir l'estació de Bicing del carrer Ciutat de Granada i l'excedent es compensarà.

A partir dels resultats del projecte pilot es farà una estimació de poder fer una aplicació massiva a la ciutat i s'analitzarà la seva viabilitat.

2. Antecedents: La Transició Energètica cal fer-la ja!

2.1 Estem en Emergència Climàtica

La crisi climàtica afecta les nostres vides i ens afectarà molt més. Segons els escenaris analitzats, es preveu increments de temperatura importants amb més onades de calor respecte a la situació actual, disminució de dies de pluja, pluges més torrencials quan es produeixin, i altres conseqüències que afectaran la ciutat i la salut i qualitat de vida de les persones.

Davant aquesta situació, Barcelona va presentar el 15 de gener de 2020 la Declaració d'Emergència Climàtica, per reforçar i accelerar les accions necessàries per tal de visibilitzar la contribució de la ciutat a la reducció d'emissions globals, posant com a fita la reducció per l'any 2030 d'un 50% les emissions de gasos amb efecte hivernacle respecte els valors de 1992, el que implica reduir de l'ordre de 1.950.000 tones de gasos d'efecte hivernacle, i ser neutre en carboni l'any 2050.

El principal causant del canvi climàtic són les emissions de gasos d'efecte hivernacle derivades principalment del consum d'energia, per tant, el canvi de model energètic i de les actuals infraestructures energètiques, actualment encara molt basats en combustibles fòssils, passa a ser d'una voluntat exposada a una necessitat prioritària. No actuar no és una opció. Cal canviar els patrons de consum i plantejar nous models més racionals, més eficients i més col·lectius.

Avui tenim més clar que mai què suposa una crisi sanitària i podem entendre què podria suposar una crisi climàtica, per tant cal continuar actuant i amb més intensitat. Obstant cal tenir molt present que el repte que tenim és molt gran, i la situació en la que ens trobem atesa la crisi social i econòmica que derivarà de l'actual crisi sanitària, planteja una realitat més complexa, doncs ens trobarem amb una societat més vulnerable, amb pitjor situació econòmica, i que no serà fàcil prioritzar algunes accions amb resultats no immediats o amb millores a més llarg termini.

La crisi sanitària ens ha fet actuar a reacció i sense marge, la crisi climàtica ens ofereix cert marge per tal d'impulsar una acció pensada i planificada. El context obliga a repensar les estratègies i formes d'intervenció. El que està clar és que cal continuar fent, fer més i fer diferent i el repte és trobar la manera de fer-ho possible.

2.2 La situació energètica ara a Barcelona (dades Agència Energia de Barcelona)

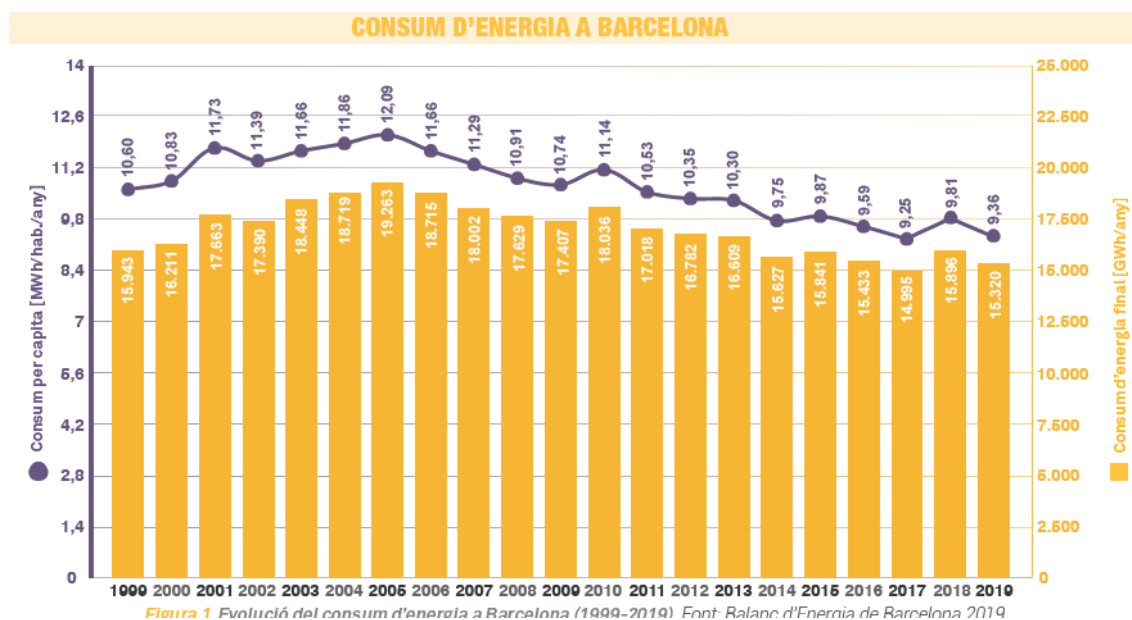
Les ciutats són un dels àmbits on es pot fer un progrés més important en la transició energètica, ja que representen el 75% del consum mundial d'energia i el 80% de les emissions de CO₂. Per tant, les ciutats tenen un paper clau en aquest repte climàtic.

Barcelona, com a ciutat densa, mediterrània i compacta, consumeix menys energia i genera menys emissions comparat amb altres ciutats, però té molt camí per recórrer.

La major part de l'energia consumida a la ciutat es genera fora de Barcelona i té un origen nuclear, essent d'origen renovable únicament un 5%. El mateix succeeix amb altres productes i béns de consum, que provenen de fora de la ciutat, el que provoca que s'indueixin emissions fora del territori.

Barcelona va consumir 15.320 GWh d'energia final l'any 2019 i, per satisfer aquesta demanda d'energia final, és a dir, l'energia que s'aprofita directament a la llar, a la indústria, als comerços o als vehicles, entre d'altres, van ser necessaris 27.164 GWh d'energia primària.

Si parlem dels valors per càpita, l'energia consumida es de 9,36 MWh/hab.any, estem a nivells de mitjans dels noranta, lluny dels valors de 2005.



Del total d'energia final consumida l'any 2019, el 41,7% va provenir del gas natural, un 23,4% de fonts nuclears, un 21,2% dels combustibles líquids.

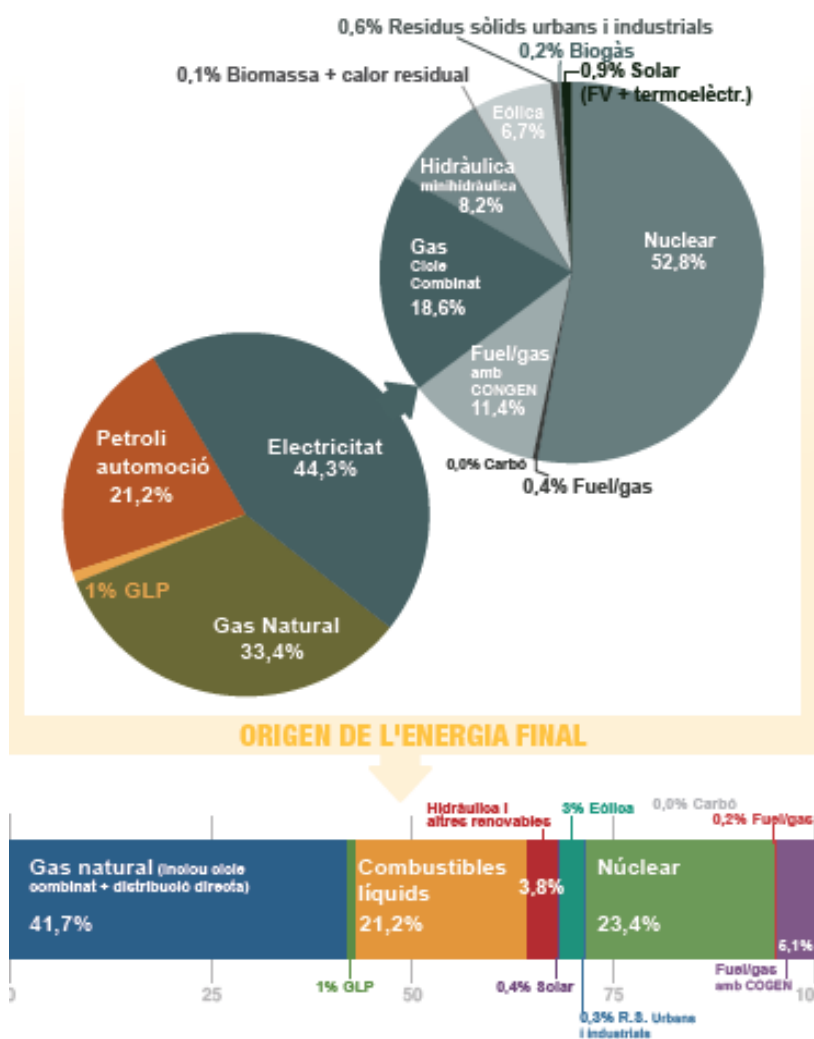


Figura 2. Origen de l'energia final consumida a Barcelona 2019

Font: Balanç d'energia 2019, Agència d'Energia de Barcelona.

Per tant, cal ser contundents i dir que l'energia consumida a Barcelona és molta i prové majoritàriament de recursos energètics no renovables.

Les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) de Barcelona l'any 2019, considerant el mix elèctric de Catalunya, van ser de 3.557.530 tones de CO₂-e, 2,17 t CO₂-e/hab, valor molt inferior al de 2005, on es va comptabilitzar el pic d'emissions quan es van superar lleugerament els 5 milions.

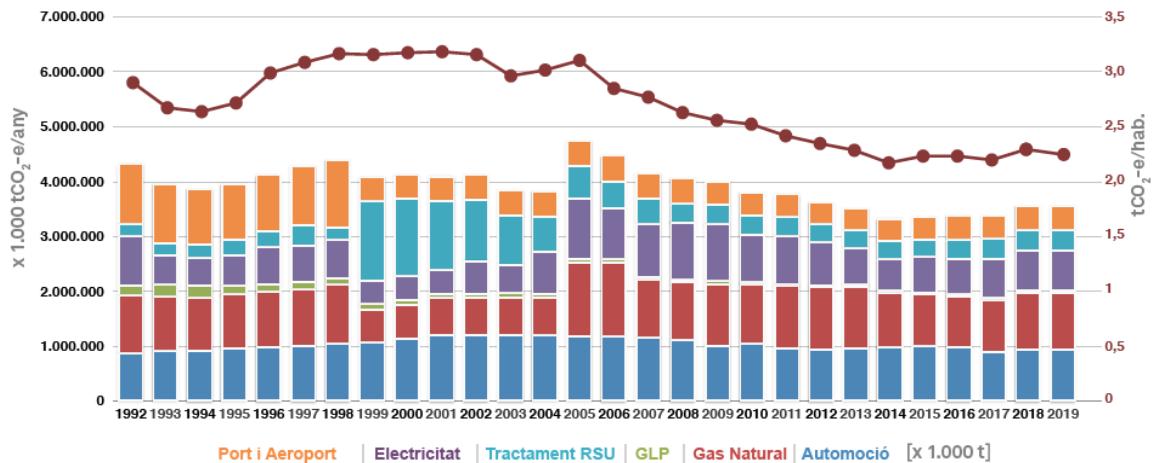


Figura 7. Emissions de GEH generades a Barcelona (1992-2019)
 Font: Balanç energètic de Barcelona 2019.

El 76%, de les emissions van tenir el seu origen en el consum energètic (un 29% de gas natural, un 20% d'electricitat, un 1% de GLP i un 27% de combustibles fòssils per transport) mentre que el 24% restant les van originar altres activitats, com el tractament dels residus municipals (11%) i l'activitat portuària i aeroportuària (13%).

La reducció d'emissions s'ha d'abordar des de tots els sectors, però especialment des de la mobilitat interna (responsable de gairebé el 30% de les emissions), i des del sector domèstic (21%) i el de serveis (21%), és a dir, des de la reducció de demanda i consum en els edificis, ja sigui partir de la implementació de mesures d'estalvi, d'eficiència energètica, incorporació d'instal·lacions de generació renovable, i mesures específiques que en millorin el seu ús, així com la introducció de sistemes de gestió i manteniment.

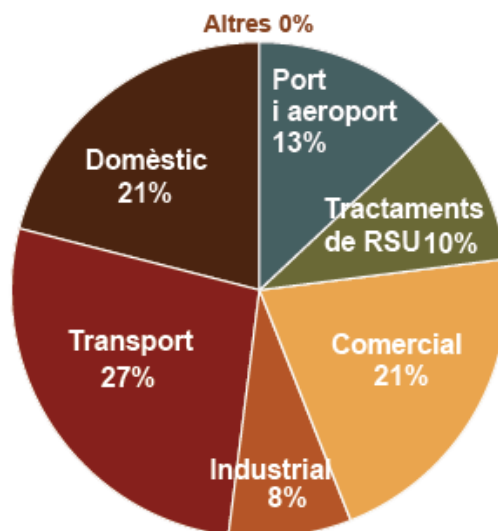


Figura 10. Repartiment de les emissions de GEH per sectors, Barcelona (2019)
 Font: Balanç energètic de Barcelona 2019.

2.3 Els reptes de la ciutat a nivell energètic

Dit que l'energia consumida a Barcelona es molta i prové majoritàriament de recurs no renovables, cal fer una aposta decidida per la generació renovable a la ciutat, cal fer un salt d'escala en aquest sentit, aprofitant qualsevol oportunitat per generar energia a partir de l'aprofitament dels recursos existents, tant renovables com residuals. Cal també millorar les condicions dels edificis i infraestructures i l'ús que es fa de l'energia. La ciutadania ha de tenir-hi un paper cabdal i prendre el lideratge. Sols així aconseguirem fer aquesta transició energètica volguda.

Volem una ciutat on l'autogeneració i l'autoconsum estigui generalitzat i esdevingui quotidianitat, amb un model energètic just, democràtic i renovable, que ens permeti ser renovables i neutres en carboni al 2050.

A nivell normatiu, el Reial Decret 244/2019, d'5 de abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica, esdevé un marc interessant per a poder potenciar l'autoconsum fotovoltaic, tant a nivell individual com col·lectiu, el que ens suposa una oportunitat per a donar resposta a aquests objectius. Tenim el marc, cal ara fer-ho realitat.

Caldrà doncs definir bé totes les eines necessàries per maximitzar el potencial de generació renovable i local, tant per l'impuls d'instal·lacions a nivell municipal com d'instal·lacions privades. **Es necessari poder aprofitar qualsevol espai disponible a la ciutat per generar energia. Crear la quotidianitat en generació energètica vol dir plantejant-nos generar energia en edificis, públics i privats, en cobertes i en façanes però cal també pensar en l' espai públic com una possibilitat en majúscules a explorar.**

3. La Motivació

Cal canviar la tendència energètica actual i que les ciutats en general, i Barcelona en particular, facin de la generació energètica renovable local una quotidianitat. Cal per tant cercar tots aquells espais en el entorn urbà on es pugui generar energia.

Busquem generar energia a la ciutat, prop del centre de consum i evitar així, dependre el mínim de les grans infraestructures energètiques i ser el màxim d'autosuficients.

En el cas de Barcelona, donat que el principal i quasi únic recurs renovable del que disposa la ciutat es el Sol, cal cercar tots aquells espais de la ciutat que rebin una important radiació solar: cobertes d'edificis, façanes d'edificis, murs, mitgeres i perquè no el propi espai públic.

3.1 El paviment de la ciutat un espai per generar energia a estudiar com objectiu del projecte

Fent un primer anàlisi de l'espai públic de la ciutat, podem observar que Barcelona té aproximadament 1.380km lineals de carrers pavimentats, amb una superfície d'11km² de calçades i 9km² de voreres. Aquesta superfície es fins i tot superior als 17,64km² de terrats que té la ciutat i en els que tots considerem com a espai bàsic on fer generació a la ciutat.

També cal tenir present, que les ciutats tenen un procés natural de renovació del paviment. Renovant-se els metres lineals de paviment de calçada i els metres lineals de paviment de vorera, de forma continuada en la ciutat, es coneix una taxa de renovació que s'aproxima als 7-10 anys. Per tant, podria aprofitar-se aquesta renovació natural per incorporar altres materials.

Així doncs plantegem poder analitzar alguna solució de generació renovable local en paviments de carrers, places i vies d'accés a la ciutat i la factibilitat de la seva aplicació, per tal de validar la seva aplicabilitat a la ciutat.

Analitzar aquesta possibilitat generadora d'energia sobre el paviment es una segona volta que es fa sobre el paviment de la ciutat. Fa un temps es va provar d'aplicar sobre el paviment la incorporació de materials fotocatalítics per tal de reduir la contaminació de l'aire per òxids de nitrogen. L'any 2014 es va dur a terme una prova pilot de paviment fotocatalític a la Plaça de Can Rosés, al districte de Les Corts. I ja es va aplicar de forma massiva en tot el paviment de la vorera de la zona de la Diagonal reformada.

3.2 Plantejament global per la ciutat amb una mirada local d'anàlisis: projecte pilot

Es planteja poder analitzar la incorporació de paviment generador d'energia a la ciutat estudiant les necessitats mecàniques d'implantació, la generació energètica produïda, com s'evacuarà aquesta energia, com es gestionarà l'energia generada.

Cal poder validar que la solució plantejada genera energia però també es molt important que la solució plantejada doni resposta a les necessitats operatives d'esser un paviment a la ciutat: robustesa, antilliscant, evacuació d'aigua, poca degradació, facilitat manteniment

En aquest sentit, i per poder fer un anàlisis concret, no sols de resposta tecnològica sinó també de gestió operativa, plantegem desenvolupar un projecte pilot.

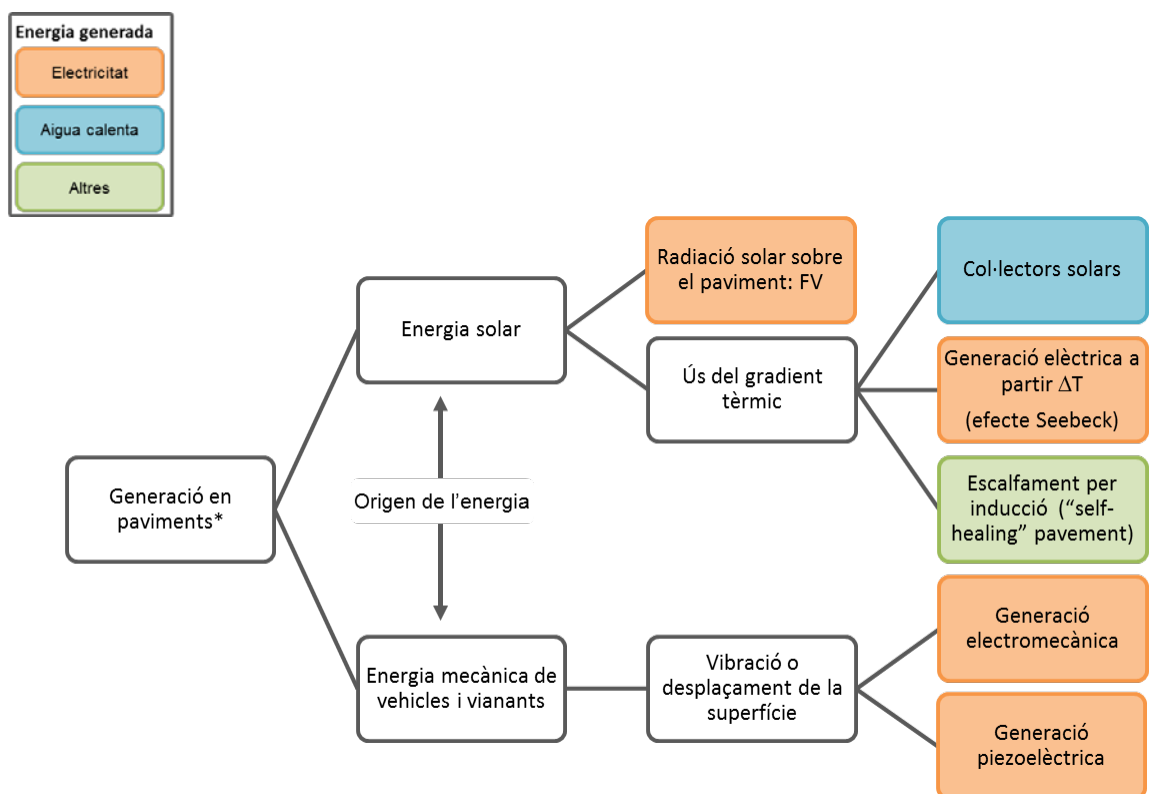
Buscarem una ubicació específica a la ciutat que ens permetin analitzar i fer seguiment del funcionament permetent extraure conclusions de factibilitat i replicabilitat

Els resultats esperats són conèixer la viabilitat d'incorporar de manera sistemàtica la generació renovable local en paviments dels carrers, places i vies d'accés de la ciutat, per tal d'assolir els compromisos i objectius mediambientals locals i globals i millorar la qualitat de vida dels habitants de Barcelona a partir dels resultats de la prova pilot.

4. Possibilitat de generació energètica aplicat en paviment

Calia analitzar quines solucions podien existir alhora de plantejar que el paviment de la ciutat fos alhora generador d'energia.

A mode esquemàtic les diferents solucions de les que s'ha trobat alguna referència específica segons Energy harvesting on road pavements: state of the art, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 2016 serien:



L'anàlisi d'aquestes tecnologies existents ens porta a concloure que es tracta de tecnologies amb potencial però que la majoria estan en fase d'idea i desenvolupament però no estan encara en fase d'industrialització i comercialització.

La realitat es que ens trobem enfront unes solucions encara no industrialitzades, trobem principalment patents de productes més que solucions provades i amb molt poca informació disponible de testos estandaritzats.

Alguns pilots o projectes singulars que permeten extraure alguna conclusió doncs van arribar a tenir una mínima implantació han estat:

Empresa	Descripció	Origen	Aparent maduresa del producte i comentaris
Energy Floors	Piezolètric. Smart Energy Floor made out of walkable solar top sheets with integrated LED Lighting. The Walker panels generate a significant energy output with an efficiency rating of two-third of regular PV panels: 35 Watt per tile.	Holanda	Tenen projectes ja instal·lats (Aeroport d'Eindhoven, L'estació central d'Utrecht...) Però no massivament. Recol·lecta informació de com es mou la gent que hi camina per sobre, pot ser útil per centres comercials (analitzar rutes internes)
OTEM 2000	Solar. - Disseny específic per a drenatge o recollida d'aigua de la pluja (opcional). - Especialmente dissenyat per a diferents usos. - Superfície de vidre o plàstic d'alta resistència i durabilitat. - Tecnologia fotovoltaica - Diferents dimensions	Martorell	
Pavegen	Electro mecànic	Anglaterra	Han fet més de 150 projectes. Sembla força madur
Wayenergy	Electromecànic Per vehicles: afirmen que genera 240W/vehicle Dimensions: 0,25 x 3m, cost: 800€	Portugal	

Així doncs, fent un anàlisi de les solucions actuals que podríem utilitzar ens permetria concloure que:

- La tecnologia solar fotovoltaica, es podria considerar que podria ser una de les més madures però apareixen dificultats alhora de trobar la superfície adient en la qual posar les cel·les generadores per trobar l'equilibri entre seguretat viària i conversió
- La tecnologia Piezoelèctrica presenta una molt baixa conversió mecànica-elèctrica i es complexa d'instal·lar i garantir un bon manteniment sense col·lapsar-se
- La tecnologia electromecànica encara en un estat molt incipient, tot i que sembla que seria més senzilla d'instal·lar i a més obté una millor conversió que la piezoelèctrica però no hem trobat encara tecnologies en fase d'implantació

Donat que es considera que la ciutat de Barcelona té un important nombre d'hores solars a l'any i per tant un important recurs solar, creiem que fer una aposta per la tecnologia solar fotovoltaica es una solució interessant per donar resposta a la generació energètica. Per altra banda, analitzant les diferents solucions tecnològiques actuals també es considera que les solucions en relació a la resposta com a material de paviment també es més robusta.

Així doncs, escollim com a producte a incorporar en el projecte el paviment fotovoltaic doncs pot aproximar-se millor a donar la resposta simultània que estem cercant: generar energia i alhora ser una solució vàlida com a paviment per la ciutat: perdurabilitat, sostenibilitat en l'exploració i ús, neteja, reposició, ...

4.1 El Paviment Solar Fotovoltaic, la solució plantejada

Així doncs, amb el anàlisi de possibilitat anterior i coneixent que el principal recurs renovable de la ciutat es el sol, ens centrarem en buscar una solució per la ciutat que utilitza com a base de generació d'energia el recurs solar.

Però alhora cal tenir molt present que el que ens plantejem es trobar una solució que doni també resposta a la pavimentació dels carrers de la ciutat. Per tant, caldrà que la solució plantejada acompleixi amb els criteris de ciutat que es marquen per tal de donar resposta a la pavimentació dels carrers. La ciutat de Barcelona disposa d'una "Guia de Paviments" que especifica els criteris de disseny, els criteris d'adequació funcional i manteniment que cal assolir (https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Annex_C_Guia_de_Paviments.pdf)

Així, entenent la necessitats de poder donar resposta conjunta generació-paviment, els criteris que caldrà tenir molt presents i als que caldrà donar resposta de forma conjunta son:

Generació d'energia renovable i injecció de l'energia generada a la xarxa o per autoconsum directe. Cal plantejar solucions que permetin generar energia per donar resposta a necessitat de ciutat. La idea es generar energia per el consum de la ciutat no per donar resposta a noves necessitats que ens generem de nou com podria ser il·luminar el paviment ús que no es vol per la ciutat. La solució ha de contemplar tant la generació com l'evacuació de l'electricitat generada

Seguretat, robustesa i resistència de la solució per ser paviment: la solució ha d'estar pensada i provada per a la seva instal·lació a la intempèrie. En concret la instal·lació elèctrica de la solució ha de complir el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) (Reial Decret 842/2002) i qualsevol altra norma de seguretat que apliqui i que garanteixi la seguretat dels vianants i/o vehicles davant del risc elèctric al llarg de tota la vida útil del projecte. La solució ha de permetre el pas segur per sobre d'ella de vianants i vehicles mantenint la seva integritat estructural

Antilliscament: La solució a instal·lar ha de complir la norma UNE ENV12633 amb una resistència al lliscament mínima de classe 3 (Rd>35)

Facilitat d'instal·lació: Aquest es un element clau, cal cercar solucions que permetin una fàcil implantació en la ciutat, minimitzar l'obra civil i la rapidesa d'extensió del producte amb la màxima seguretat

Sostenibilitat: També es considera interessant valorar altres criteris vinculats a la sostenibilitat que permetin reduir el impacte ambiental tal com fabricació local, ús de material reciclat, disponibilitat d'anàlisi de cicle de vida d'alguns dels seus components, generi menys soroll al pas de vianants / vehicles, etc

Una vida útil i garanties que permetin viabilitzar la solució: caldrà garantir una vida útil semblant als materials que actualment s'utilitzen com a paviment i alhora ofereixen garanties de funcionament per la solució completa o com a mínim dels seus components crítics (panells, inversors, ...).

A partir de tots els requeriments anteriors i amb un anàlisi de les diferents possibilitats que poden existir i que acomplirien amb tots els criteris exposats s'acceptarà com a vàlida una solució **de paviment fotovoltaic que l'empresa Sorigué** te en fase de desenvolupament avançat (el seu indicadors de nivell de maduresa tecnològica (TRL, per Technology Readiness Level) s'estableix de 9 o sigui el sistema es real i s'ha provat en un entorn operatiu amb èxit

soriguē

The product

Easy to install

- Modular connection
- Built-in electrical wiring
- Snap-on connection between solar panels and base



Easy to maintain

- Panels can be individually removed
- Equipped with bypass diodes
- High strength anti-slip glass

Easy to monitor

- Real-time energy monitoring
- Seamless IT integration
- Upgradable to other use cases



Com a primer pas es busca resposta a que aquest material sigui viable per les voreres de la ciutat. Per tant s'ha d'aconseguir que el producte planejat doni resposta a la generació energètica però també caldrà que suporti, amb totes les garanties de seguretat, el pas de vianants i el pas esporàdic de determinats vehicles de serveis.

4.2 Característiques específiques del paviment solar fotovoltaic escollit: Sorigué - Platio

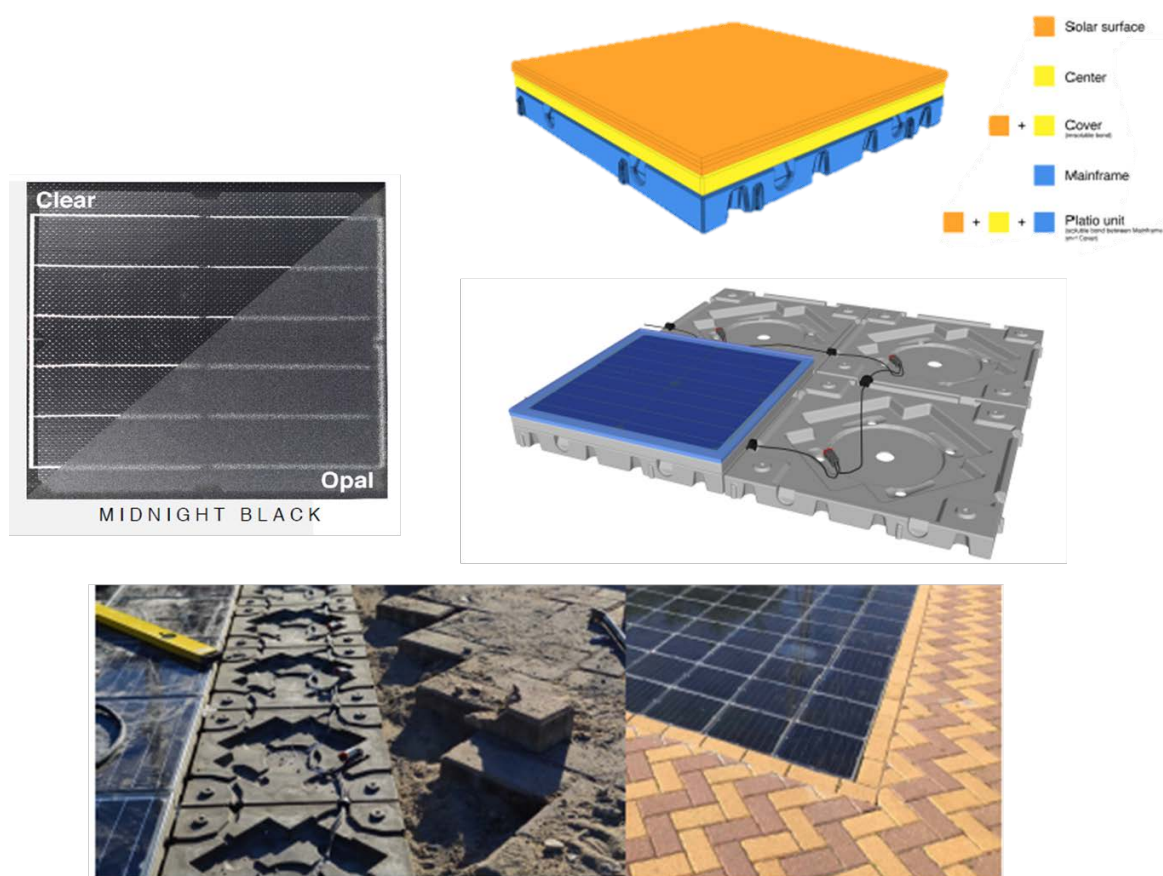
Es tracta d'unes lloses generadores de 33'7X33'7 cm i 4cm de gruix. Aquest tamany es interessant donat que s'acosta força al panot típic de la ciutat de Barcelona que s'utilitza en la pavimentació de les voreres i que presenta unes dimensions de 20X20X4 cm



Les lloses s'ofereixen com una peça compacta formada per 3 elements:

- el element generadors la cèl·lula FV
- la placa de connexions
- la base resistent.

Contempla un sistema mecànic d'anclatge per evitar aixecaments de peces i robatoris.



El conjunt sembla presentar-se com un producte molt fàcil d'instal·lar i mantenir, bàsicament demanda una neteja de pols i material dipositat sobre la llosa generadora a la que es pot donar resposta via uns regs de carrer com el que ja es fa avui per avui a la ciutat.

S'ofereix una garantia de vida útil de 25 anys i amb la possibilitat de substituir alguna llosa generadora d'energia un cop el conjunt estigui ja instal·lat. Aquesta possibilitat es molt interessant en una mirada d'aplicació massiva de futur, doncs significa que es pot reparar sols un tram, sense actuar en el conjunt, que es el que vegades ja passa ara amb el manteniment del paviment. Alhora que la vida útil garantida està dins del període de renovació del paviment de la ciutat, uns 10 anys.

5. El projecte pilot com a base de l'anàlisi

Una vegada escollida la solució a aplicar a la ciutat per tal d'incrementar la generació energètica en l'espai públic i més concretament en el paviment de la ciutat; i per tal d'analitzar la viabilitat de la seva aplicació, plantejem fer l'anàlisi a partir d'una implantació pilot. Concretament plantejar l'anàlisi via un pilot ens pot permetre un seguiment més directe i fer les extrapolacions oportunes en visió global de ciutat.

Per fer aquest pilot, es cercarà un espai a la ciutat on instal·lar un conjunt de m² que ens ha de permetre analitzar la viabilitat tècnica, tant amb la visió de generació energètica com d'operativa de paviment, i la viabilitat econòmica per poder fer replicable aquesta solució.

5.1 La ubicació per fer el pilot

Es planteja poder ubicar aquesta instal·lació en un espai de ciutat que permeti estudiar el seu comportament i per tant emuli les característiques en les que es troba **un paviment a la ciutat no en vial sinó en calçada**. Es planteja una instal·lació de 50m². Aquesta superfície es considera suficient per tal de poder avaluar la generació energètica produïda i alhora valorar la implantació i el comportament com a paviment (una superfície inferior no seria vàlida per poder analitzar el impacte en degradació).

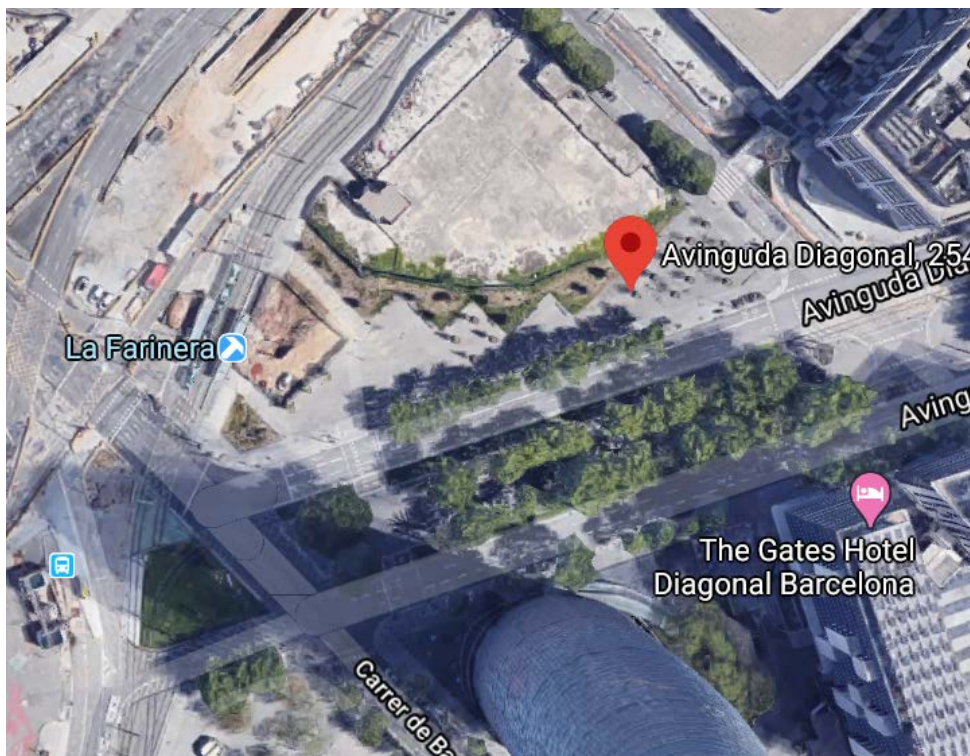
Donada la característica específica d'aquest tipus d'instal·lació, que genera energia a partir de la radiació solar, també cal poder ubicar-ho en una zona que rebi assolellament, però entenent que te que ser l'assolellament tipus que la calçada de la ciutat rep. O sigui, poder assumir ombratge per els arbres situats en calçada a la ciutat i l'ombra que alguns edificis poden aportar.

Per altra banda, donat que es planteja com un projecte pilot, i per tant que la seva implantació tindrà una durabilitat finita i establerta, es planteja que el millor lloc on situar-se és en una zona de la ciutat en estat de transformació urbanística.

Un altre factor important alhora de determinar la ubicació, en aquest anàlisi pilot, es determinar l'ús de l'energia generada. Es van considerar 2 possibilitats, o injectar directament a la xarxa elèctrica, o buscar un punt de consum proper al que poder subministrar aquesta energia per autoconsum. Donada que la quantitat d'energia generada en una ubicació pilot de 50m² es poca, i que l'evacuació directament a la xarxa elèctrica actual implica tot un procés no àgil de connexió i molts tràmits amb companyia elèctrica, es va decidir que la segona opció es la que considerem més interessant per un pilot.

Amb totes aquestes premisses s'escull una ubicació que es considera força propera a la realitat que ens trobem a la ciutat, en quan a ser una calçada trepitjada i utilitzada i per tant tingui la degradació que es pot considerar "normal" en una calçada de la ciutat de Barcelona, i alhora tingui uns nivells de radiació també correctes i es trobi ubicat en un espai de transformació urbana.

Concretament es determina ubicar el pilot en el àmbit Glories. La instal·lació ocuparà una parcel·la pública a Diagonal 254 de Barcelona.



5.2 Definim el projecte pilot

El projecte pilot consistirà en instal·lar en el àmbit Glories de la ciutat de Barcelona (Avinguda Diagonal 254), utilitzant el producte de Sorigué – Platio com paviment generador. L'energia generada serà injectada al quadre elèctric que subministra l'energia a l'estació de Bicing del carrer Ciudad de Granada a uns 50m de la superfície pavimentada amb el paviment generador.

Es tractarà d'una generació legalitzada com una instal·lació d'autoconsum amb compensació d'excedents, doncs l'energia que el Bicing no consumeixi serà compensada en la factura mensual.

El projecte pilot consisteix en una instal·lació integrada per un mosaic de peces de

34x34cm. Concretament es planteja un rectangle de 420 peces (30 x 14), amb una dimensions de 10,20 m x 4,76m i una superfície total de 48,55 m², les peces es connectaran entre si, alhora que ho faran al seu armari de connexions.



Aquesta serà la estructura que determinarà el paviment generador d'energia, però caldrà també plantejar l'estructura complementària que serà la que permetrà poder emprar l'energia generada per el paviment.

Aquesta segona estructura serà el tram de connexió entre l'armari de connexions i l'escomesa del bicin situat al carrer Granada. Aquest tram es farà amb cablejat aeri donat el caràcter de projecte pilot. En un projecte de ciutat caldria definir en traçat mes idoni i desenvolupar les rases oportunes.



6. La implantació del projecte pilot

6.1 La producció energètica solar estimada

6.1.1 Producció energètica

El mòdul de generació energètica plantejat es del fabricant Platio-Sorigue, de tecnologia monocristal·lina i amb una potència pic de 21'52 W.

El camp solar s'ubica de forma coplanar al propi paviment. Per poder instal·lar aquest mosaic es farà la demolició del paviment actual, per tal d'incorporar el nou paviment i s'instal·laran els elements que acaben de compondre una instal·lació de generació fotovoltaica.

Azimut:	0°
Nº Paneles	420
Marca:	PLATIO
Inversores:	23
Marca:	Enphase

Inclinació:	0°
Potencia:	21,52 Wp
Modelo:	MIDNIGHT BLACK
Potencia:	295 VA
Modelo:	IQ7+

En l'àrea concreta on es planteja la instal·lació pilot conta amb uns obstacles que li produiran ombres tal i com s'observa en la imatge següent:



Aquest es un aspecte interessant, doncs aquesta situació d'elements que produeixen ombres es una realitat que ens trobarem en tota la ubicació del paviment de la ciutat i per tant es considera necessari poder-se analitzar. Dificilment trobarem uns metres lineals de paviment a la ciutat que no tinguin algun element que li produeixi ombres al llarg de

l'asselellament diari, ja sigui per l'arbrat viari, per els edificis, fanals, ...

Per tal de calcular l'energia que es generaria s'utilitza un programa de simulació de producció elèctrica d'instal·lacions fotovoltaïques, concretament el simulador PVGIS, simulador que disposa de unes bases de dades actualitzades d'alta fiabilitat.

Introduïts en el simulador els paràmetres dels mòduls, la orientació i les inclinacions definides en el projecte, s'obté una producció energètica mensual com es mostra en el gràfic següent. Aquesta producció mensual implica una producció anual de 7.560 kWh/any que equivaldria al consum d'energia de 3 llars de Barcelona.



Aquesta energia generada estimada, es considera eficient doncs s'aproxima força a l'energia que genera una instal·lació fotovoltaïca de la ciutat instal·lada sobre la coberta d'un edifici. Podem dir que una instal·lació amb panells fotovoltaïcs tipus en una coberta d'un edifici sol produir uns 1350 kWh/any per 1kWp i la projectada en el pilot produiria uns 840 kWh/any per 1kWp

6.1.2 Impacte ambiental

Segons la Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), versió 2018, de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC), es recomana utilitzar 321 g CO₂/kWh, calculat a partir de les dades del mix elèctric peninsular general durant 2018. Tenint en compte aquest coeficient, la producció anual de la instal·lació solar descrita evitarà 2,43 tones d'emissions de CO₂ anualment considerant la totalitat de la producció solar autoconsumida.



6.2 Descripció de la instal·lació Fotovoltaica

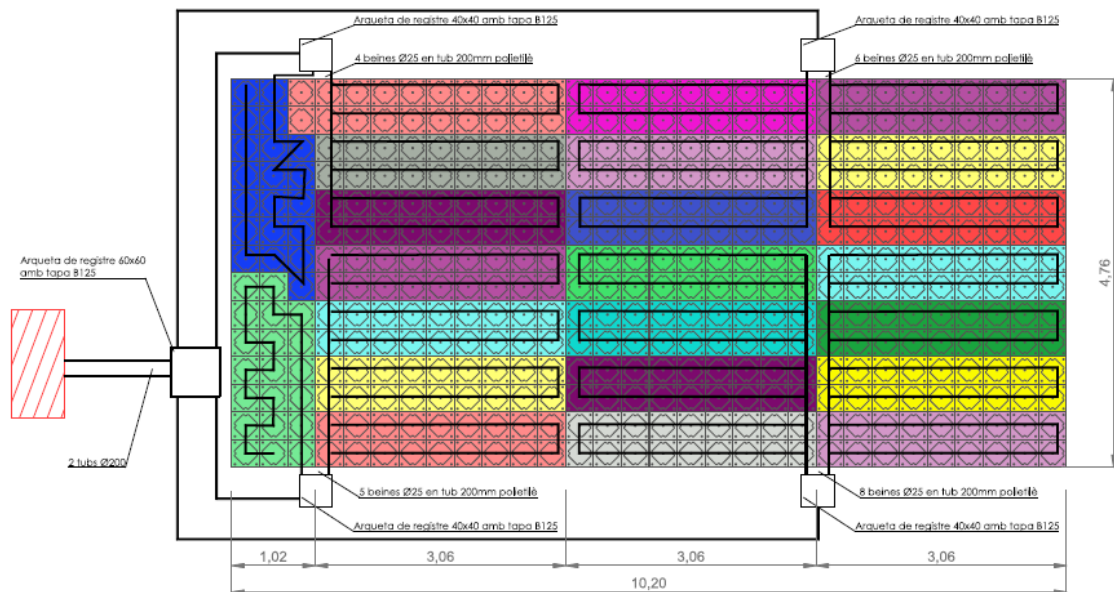
6.2.1 Els mòduls fotovoltaics

El sistema fotovoltaic que es planteja esta compostat per 420 mòduls fotovoltaics Platío-Sorigé de potència unitària de 21'52 Wp, el que comporta 9.047 Wp instal·lats que generaran electricitat a corrent continua.



Fabricante	PLATIO
Modelo	MIDNIGHT BLACK
Potencia nominal	21,52 Wp
V_{MPPT}	2,292 V
I_{MPPT}	9,39 A
V_{oc}	2,95 V
I_{sc}	9,85 A
Dimensiones	340 x 340 x 61 mm
Peso	8,5 kg
Rendimiento	22 %

Els 420 mòduls es distribueixen en 23 series elèctriques.



Es important especificar que donat que els mòduls fotovoltaics estan situats a ran de terra, actuen com a paviment, i per tant accessible al pas de vianants, cal assegurar que compleixi amb la normativa de resistència al lliscament DIN51130 R12 i presenta un nivell de rugositat de classe 3 ($R_d > 3$) per evitar lliscament.

6.2.2 Els inversors

Un dels elements significatius a part del mòdul fotovoltaic són els microinversors que serà el encarregat de transformar l'energia continua que generen els mòduls fotovoltaics, en alterna i així poder-se consumir fàcilment per el autoconsumidor, concretament l'estació del Bicing.



Il·lustració 1 Microinversor Enphase IQ7+

Fabricante	Enphase
Modelo	IQ7+
Màxima tensió de entrada	60 V
Màxima corrent de entrada	15 A
Potència de salida màxima	295 VA
Frecuència de salida	50 Hz
Tensió de salida	230 V
Intensidad de salida	1,26 A
Dimensiones unidad	212 x 175 x 30,2 mm
Peso unidad	1,08 kg
Rendimiento	96,5 %

Aquesta conversió de la generació elèctrica del camp fotovoltaic de corrent continua en corrent alterna en aquesta instal·lació es realitzarà via 23 microinversors que donen resposta a les 23 series elèctriques definides.

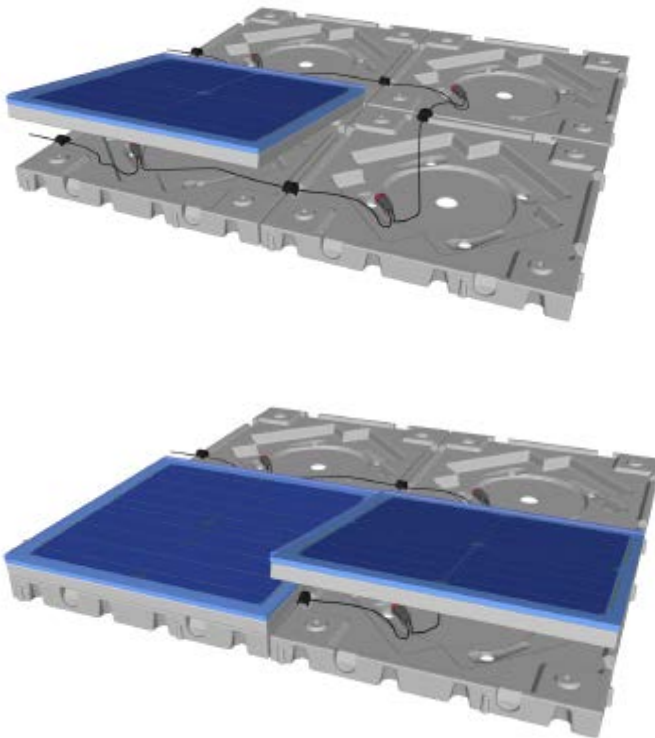
6.2.3 Les proteccions

S'han previst proteccions per la desconexió dels sistema fotovoltaic de la xarxa, de manera que qualsevol variació o anomalia en les condicions de treball imposades per la companyia subministradora elèctrica permeti la desconexió. Aquestes proteccions garanteixen la qualitat de la corrent injectada, limitant la tensió nominal dins dels marges del 85 al 110% de la tensió nominal de la xarxa i la freqüència entre 49 i 51 Hz. També caldrà tenir presents proteccions de seguretat per possibles sobretensions i per curtcircuits o sobreintensitats.

També s'han considerat tots es registres necessaris per tal de poder accedir fàcilment als diferents elements significatius de la instal·lació així com els sistemes de mesura que permetin analitzar l'energia generada en cada moment.

6.3 La connexió dels mòduls fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics es connectaran en corrent continua entre si, formant diversos agrupacions de mòduls connectats en sèrie per tal d'assolir la tensió d'entrada al microinversor.



La intensitat que circula per un grup de mòduls connectats en sèrie ve definida per la intensitat del mòdul més desfavorit. D'aquesta manera, de cara a maximitzar la producció, és important connectar en sèrie mòduls que tinguin condicions de radiació el més similar possible.

Les connexions entre conductors a les caixes de connexió dels mòduls FV i altres caixes de la derivació es faran mitjançant borns de subjecció per rosca o bé amb borns. Es tindrà especial cura en les connexions d'ambdós pols i degut a la particularitat del corrent continu, es ruixaran els contactes amb antioxidant; abans de tancar les caixes, s'asseguraran les connexions collant de nou tots els borns i revisant tots els contactes, a fi i efecte de minimitzar el manteniment per avaries.

Els conductors que uneixen les caixes de protecció amb els diversos equips de la instal·lació i que discorren per la superfície on s'ubica el paviment generador es situaran en canals de plàstic amb tapa, o bé dins de tub.

Els conductors que uneix l'armari dels microinversors i l'armari de protecció i mesura seran de coure flexible de classe IV, amb coberta de poliolefina termoplàstica i aïllament de polietilè reticulat, no propagadors de la flama segons UNE-EN 60.332, no propagadors d'incendi segons EN 50399, de baixa emissió de fums i opacitat segons normes UNE 61.034 i baix contingut d'halògens segons IEC 60754-1 i 60754-2.

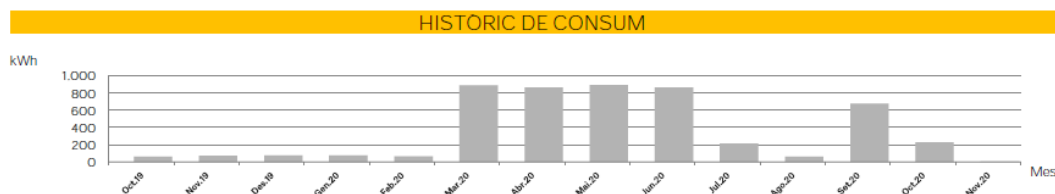
6.4 Interconnexió a la xarxa elèctrica per l'autoconsum. Connexió a la instal·lació del Bicing

L'energia elèctrica generada serà evacuada al quadre elèctric de baixa tensió que dona subministrament elèctric al Bicing situat al carrer Ciutat de Granada a uns 50 metres del espai generador.



La legalització del conjunt serà amb la modalitat d'autoconsum amb compensació d'excedents. Tota l'energia generada donarà cobertura a les demandes elèctriques del Bicing (carregar de les bateries de les bicicletes elèctriques, anclatge i desanclatge de les bicicletes a la barra de suport, funcionament de la guixeta) i la resta d'energia elèctrica no consumida serà compensada en la factura.

Actualment la estació de bicing situada al carrer Ciutat de Granada té un consum al voltant dels 5.200 kWh/any, per tant es planteja un autoconsum del 100%.



Aquesta legalització cal fer-la amb la companyia distribuïdora, en el cas de Barcelona amb Endesa i fer-la constar a la Generalitat de Catalunya.

GENERALITAT DE CATALUNYA

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Empresa
i Coneixement

**Document acreditatiu d'acompliment del procediment administratiu
i de la inscripció en el Registre d'Autoconsum de Catalunya d'una
instal·lació generadora**

L'Oficina de Gestió Empresarial, us informa, en nom de la Direcció General d'Energia, Seguretat Industrial i Seguretat Minera, que s'ha inscrit en el Registre d'Autoconsum de Catalunya (RAC), la instal·lació descrita a la sol·licitud d'autorització presentada en data 25/05/2021 i codi identificador (ID) ZHFQ3G509, amb les dades següents:

Tràmit
Autorització d'explotació definitiva d'una instal·lació generadora d'autoconsum amb compensació d'excedents de fins 15 kW en sòl urbanitzat amb les dotacions i serveis requerits per la legislació urbanística

Dades identificatives
Nom de la persona titular
AGENCIA DE L'ENERGIA DE BARCELONA

NIF
P0800115H

Nom de la instal·lació
IESFV Paviment Solar Glòries

CAU: ES0031408567168001PZ0FA000

Adreça de la instal·lació
Avinguda Diagonal, 254 VIA PUBLICA(AV. DIAGONAL . 08018 Barcelona

Tipologia d'autoconsum
Secció: Amb excedents

Subsecció (segons article 19 RD 244/2019): Amb excedents i mecanisme de compensació simplificat

Col·lectiu: NO

Núm. d'inscripció al Registre d'Autoconsum de Catalunya
RAC- 14011531



Data d'autorització d'explotació definitiva i d'inscripció al RAC
09/06/2021

Dades tècniques
Tecnologia:
Solar fotovoltaica

Potència nominal (kW):
6,785

Potència pic total (kWp)
9,038

Contra aquest acte administratiu, que no exhaurix la via administrativa, es podrà interposar recurs d'alçada davant el director general d'Energia, Seguretat Industrial i Seguretat Minera en el termini d'un mes a comptar des de l'endemà de la seva notificació, sens perjudici que puguin interposar qualsevol altre recurs que considerin procedent, d'acord amb l'article 121 i 122 de la Llei 39/2015, d'1 d'octubre, del procediment administratiu comú de les administracions públiques, i l'article 76 de la Llei 28/2010, de 3 d'agost, de règim jurídic i de procediment de les administracions públiques de Catalunya.

	Doc. original signat per: Serveis Administració Electrònica Generalitat de Catalunya 09/06/2021	Document electrònic garantit amb signatura electrònica. Podeu verificar la integritat d'aquest document a l'adreça web csv.gencat.cat	Data creació còpia: 09/06/2021 15:47:27
		Original electrònic / Còpia electrònica autèntica	Data caducitat còpia: 09/06/2026 00:00:00
		CODI SEGUR DE VERIFICACIÓ	Pàgina 1 de 1
			
		0MEVASD2OAB1RHUYEDPOR9792PBDQNYU	

La instal·lació de connexió dels mòduls generadors d'energia al punt d'autoconsum serà aèria al tractar-se de un projecte pilot. En el cas de tractar-se d'un projecte quotidià de ciutat, aquesta connexió tindria que ser via línia soterrada, amb el pertinent estudi del millor traçat a seguir i la pertinent rassa i soterrament.

El marc legal que regula la present instal·lació de generació serà el Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre de 2011, per qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.

Segons les definicions de l'article 2 de l'esmentat Reial Decret, la instal·lació solar fotovoltaica objecte d'aquest projecte és del tipus d'instal·lació que es connecta a la línia de tensió inferior a 1 kV de l'empresa distribuïdora.

D'aquesta manera la instal·lació de generació estarà connectada a la xarxa de distribució elèctrica, compartint per tant infraestructures de connexió amb la xarxa de distribució urbana de la companyia Distribuïdora.

6.5 La connexió elèctrica del conjunt

La instal·lació complirà amb les Condicions Tècniques per la Connexió d'Instal·lacions Fotovoltaiques a la xarxa de BT i amb les Normes particulars d'instal·lacions d'enllaç de la companyia elèctrica corresponent

Elèctricament, les rajoles (mòduls fotovoltaics de paviment generadors) estaran agrupades en 20 microinversors (1 string) de 18 lloses-mòduls fotovoltaics generadors cadascun d'ells, i 3 microinversors (1 string) de 20 lloses-mòduls fotovoltaics generadors cadascun d'ells. Aquest microinversors seran monofàsics, de potència nominal de 290 kWn cadascun, i aniran situats en un armari metàl·lic pròxim al paviment. Tal i com ja s'ha esmentat els mòduls fotovoltaics es connectaran entre si, fins arribar als respectius microinversors

Características eléctricas de la instalación	
Nº de módulos	420
Superficie total de captación	48,552 m ²
Potencia total DC	9.038,4 Wp
Número de microinversores	23
Potencia máx AC	6785 VA
Tensión de salida	230 V

Els mòduls fotovoltaics es col·locaran sobre el sòl, a mode de paviment, totalment horitzontals, de manera que comptaran amb una inclinació de 0° , i l'orientació podrà assimilar-se amb un azimut a 0° sud. Al ser la instal·lació completament horitzontal, els mòduls no projectaran ombra entre ells.

L'electricitat produïda per aquests generadors fotovoltaics és de corrent continu i per tant, s'haurà d'adequar per poder ser injectada a la xarxa de distribució (corrent altern trifàsic).

Es important tenir molta cura en la incorporació dels elements de protecció necessaris per tal d'evitar sobretensions, curtcircuits i sobreintensitats tant en el sistema fotovoltaic com en el sistema de connexió amb la xarxa elèctrica de l'armari del bicing.

Així doncs la instal·lació en conjunt la podem dividir en 3 trams:

Tram 1

Des dels mòduls fotovoltaics fins als microinversors, aquest tram treballa a corrent continua i la canalització es subterrània. Concretament la solució presentarà una distribució de 23 series, 20 strings de 18 mòduls en sèrie i 3 strings de 20 mòduls.

Tram 2

Aquest segon tram comprendria des de la sortida dels microinversors a la protecció general de l'armari de proteccions del camp solar. Aquest tram transcorre amb corrent alterna i en sistema monofàsic. Per tant ens trobem amb 23 microinversors connectats en sèrie, donat que la intensitat màxima de cada microinversor es de $1'26A$ assolim uns $28'98A$, aplicant el factor de correcció de $1'25$ arribem a una intensitat de $36'22A$

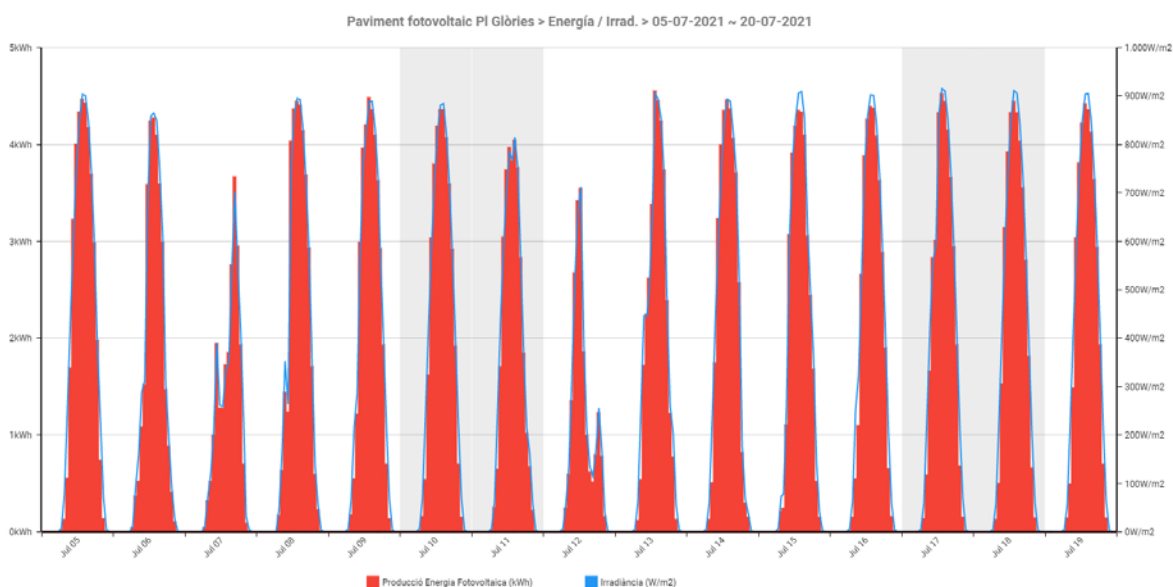
Tram 3

Aquest tram parteix de l'interruptor diferencial general de la instal·lació fotovoltaica ubicat en el quadre de proteccions, fins al punt de connexió del punt frontera de la empresa distribuïdora, que es troba en el quadre elèctric de la instal·lació del bicing del carrer Ciutat de Granada. Aquest tram es realitza via un xarxa aèria de 50m.

6.6 Sistema de mesurament

El sistema de mesurament serà col·locat en el punt de generació del sistema fotovoltaic per tal d'aconseguir tenir dades a temps real de la producció energètica. Serà mitjançant una connexió wifi, via un ruter, s'envien les dades a un software d'anàlisi i monitoratge específic. Com l'Ajuntament de Barcelona té un protocol per controlar les instal·lacions de generació de la ciutat, aquesta informació serà bolcada a la plataforma SENTILO permetent així bolcar la informació a la plataforma municipal.

Així doncs la generació energètica del paviment es pot visualitzar d'aquests mode:



Per controlar el consum s'incorpora un comptador digital de règim bidireccional ubicat en el punt frontera entre la xarxa elèctrica i la xarxa interior.

6.7 Manteniment









Aquest es un projecte pilot i per tant el manteniment que es planteja es de mínims. Concretament es preveu la neteja mitjançant reg del paviment, que s'executarà via la neteja establerta de la vorera, seguiment de la degradació del material (mòduls fotovoltaic i juntes d'unió entre elements) i seguiment de la producció energètica.



6.8 L'obra civil

Per tal de poder instal·lar aquests elements de generació energètica com a paviment en la ubicació plantejada caldrà primer fer una demolició i rebaix de l'actual paviment d vorera i executar les rases necessàries per fer passar tot el cablejat elèctric necessari.

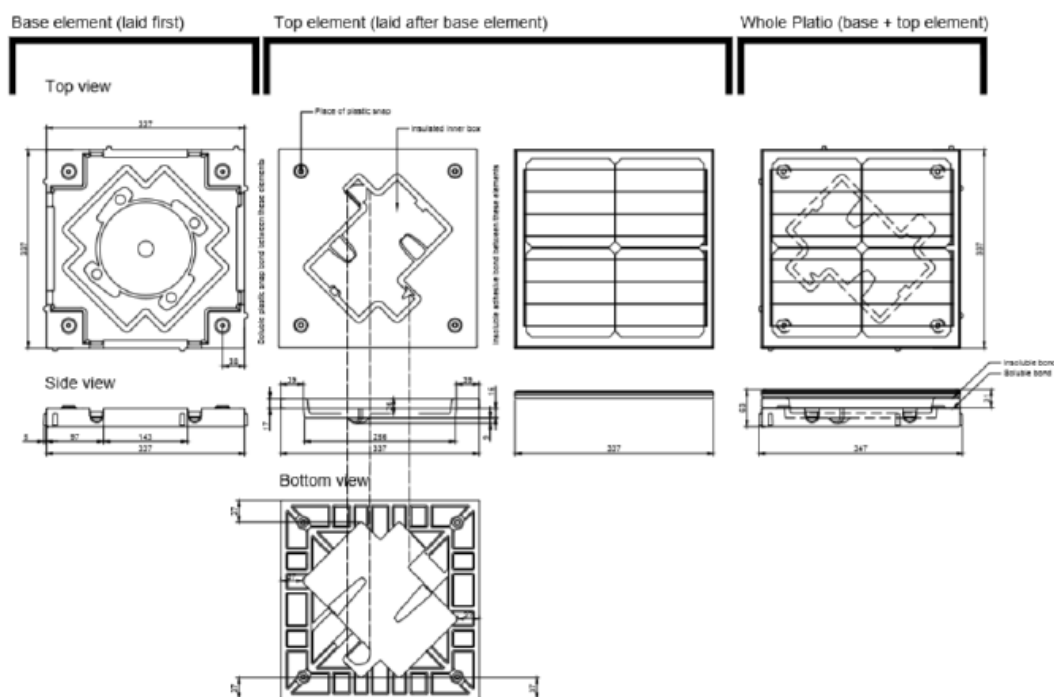
Esquemàticament, les actuacions d'obra civil que es realitzaran són:

	Tancament de espai afectat per les obres.
	Enderroc de paviments per a la col·locació de paviment fotovoltaic i per a rases.
	Implantació de noves canalitzacions i pericons.
	Encintat del paviment fotovoltaic.
	Execució de solera de formigó per a fixació de panells
	Reblert de rases.
	Formigonat de la base i col·locació peanyes d'armaris elèctrics.
	Pavimentació de l'espai (paviment de mescla bituminosa i panot)

Concretament es farà la demolició d'uns 70m² de paviment de de mescla bituminosa i la seva base, corresponents a la superfície necessària per a la incorporació del nou paviment i les instal·lacions perimetrals. La profunditat de l'excavació serà de 24 cm a l'àmbit estricte del nou paviment i de 60 cm per a les rases.



Un cop realitzada la demolició, es procedirà a senyalar les posicions exactes de les sortides del cablejat des del paviment per deixar uns passatubs abans de la execució d'una nova solera de formigó de 15 cm, sobre la que es fixaran els nous mòduls de paviment fotovoltaic.



Cal destacar que els treballs de demolició es realitzaran de manera manual amb martell pneumàtic, carregant també manualment els residus generats al contenidor corresponent.

La base de formigó de l'àmbit del paviment fotovoltaic es deixarà vista per a la instal·lació del paviment i es realitzarà un drenatge per evitar la inundació del paviment solar,

mitjançant canalització cap a la zona de terres.

El tram de connexió entre l'armari de connexions i l'escomesa del bicing situat al carrer Granada, es farà amb cablejat aeri travessant el solar existent.

Caldrà acomplir amb tots els paràmetres que determini l'estudi de seguretat i salut que requerirà aquest projecte.

6.9 Planificació per la implantació del paviment generador

La durada de l'execució de l'actuació de la implantació dels 50m² de paviment generador en la ubicació determinada en l'Avinguda Diagonal 254, es d'unes 3 setmanes, una setmana per cada una de les fases de l'obra civil i 1 setmana per la instal·lació dels mòduls fotovoltaics de generació energètica.

PAVIMENT FOTOVOLTAIC	SETMANA 1	SETMANA 2	SETMANA 3
1. Implantació (tancaments proteccions)			
2. Enderrocs			
3. Canalitzacions			
4. Solera de formigó i encintat			
5. Fixació dels marcs de plàstic			
6. Peanya quadre			
7. Repavimentació MBC			
8. Col·locació de mòduls platio			
9. Col·locació de quadres			
10. Connexions			

	OBRA CIVIL 1a FASE
	OBRA CIVIL 2a FASE
	INSTAL·LACIONS

L'obra civil s'executa en 2 fases. La primera fase serà la corresponent a la demolició i rebaix de l'àmbit estricte de la ubicació del paviment fotovoltaic i les rases que l'envolten. Concretament en aquesta primera fase es procedirà a:

- Tancament
- Enderroc del paviment de l'àmbit de vorera afectat
- Rebaixes de terra
- Transport i gestió dels residus generats

La segona fase constarà de les actuacions vinculades a l'obra civil per tal d'instal·lar el

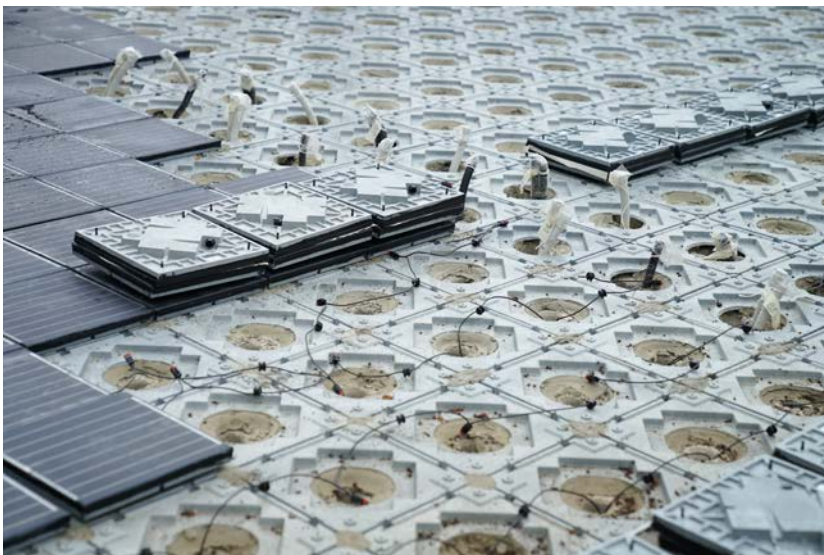
paviment generador. Concretament es desenvolupa:

- Canalitzacions
- Solera de formigó
- Fixació marcs de plàstic
- Peanya quadre
- Repavimentació



En la tercera fase, que va vinculada a la instal·lació dels mòduls generadors d'energia en si, consta de les següents actuacions:

- Col·locació dels mòduls fotovoltaics (Platio)
- Col·locació dels quadres elèctrics
- Connexions





6.10 El cost econòmic

El cost econòmic del projecte pilot cal entendre'l com el que es, un projecte pilot. Cal entendre que aquesta actuació, plantejada com una actuació de mes grans dimensions, hi ha un conjunt de costos fixes que caldria entendre que assolirien una economia d'escala molt important que en un pilot no està reflectida.

També es important ressenyar que estem analitzant una implantació en ciutat, d'un producte que no es troba encara en una fase totalment industrialitzada i per tant, el cost del producte que es reflexa, no està ara per ara, a un valor que podria assolir amb un producte consolidat.

Es important introduir aquestes reflexions, doncs alhora de poder plantejar una replicabilitat massiva en ciutat, està clar que es podrà assolir una reducció econòmica de la implantació important, que ara no podem estimar però que existirà.

Dit tot això, la valoració econòmica de la implantació del paviment solar a la ciutat a nivell del pilot plantejat ha estat al voltant dels 100.000€, dels quals 74.279€ corresponen directament a l'element del paviment en si (placa fotovoltaica en format paviment), la resta es el cost associat a la implantació i connexió. Així podem determinar que el cost per watt pic instal·lat, donat que la potència total instal·lada en el pilot ha estat de 9kWp, es d'uns 11€/Wp.

Podem descomparar el cost de la implantació del paviment en el projecte pilot en:

- Cost d'obra civil que acompanyen a la implantació en el espai ciutat (demolicions, canalitzacions, tancament rases,....)
- Cost del paviment solar i la seva implantació directa
- Gestió de residus
- Seguretat i salut

	Pressupost d'execució material	Amb despeses generals (13%) i benefici industrial (6%)	Amb 21% IVA
Demolicions	2.058	2.449	2.963
canalitzacions	4.039	4.806	5.816
Treballs complementaris instal·lació paviments (subbase de formigó, tancament rases, etc).	8.664	10.310	12.475
Paviment (mòduls FV, cablejat de connexió, armari proteccions, microinversors, equip de control, sistema de posada a terra, segellament, i ma d'obra)	51.586	61.387	74.279
Gestió de residus	587	698	845
Seguretat i Salut	2.250	2.678	3.240
TOTAL	69.184	82.329	99.618

Aquest cost, 11€/Wp podem dir que suposa quasi el triple del cost d'incorporar instal·lacions de generació energètica en cobertes de la ciutat, i del doble del cost d'instal·lacions de generació en pèrgoles de la ciutat. Les instal·lacions de generació energètica fotovoltaica en cobertes de la ciutat tenen un cost estimat que s'emmarca en el rang de 1'5 a 3€/Wp i en pèrgoles al voltant del 6€/Wp.

7. Els primers resultats del projecte pilot

7.1 Resultats energètics

La Potència màxima de la instal·lació en el projecte pilot ha estat de 9 kWp. Amb aquesta potència i la radiació estimada en aquesta zona de la ciutat de Barcelona utilitzant el simulador PVGIS, es va estimar que l'energia anual generada seria de 7.500 kWh, uns 840 kWh/kWp.

Donat que el projecte es va implantar en la ciutat a meitats del mes de maig, sols podem tenir dades de producció dels primers mesos. També cal comentar que una actuació vandàlica que va suposar el robatori de cable provocant tenir la instal·lació no operativa durant el mes d'octubre i novembre. Es per això que es farà l'anàlisi a partir dels resultats obtinguts durant els primers mesos de funcionament.

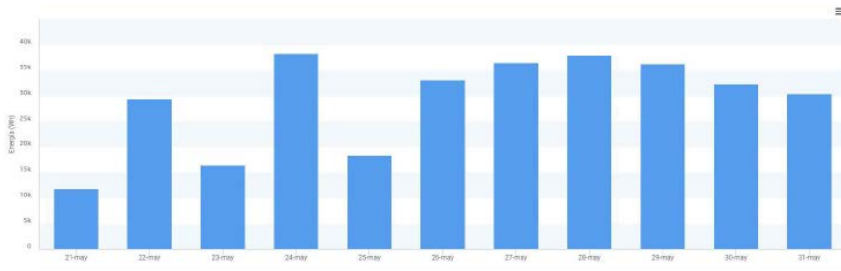
Els primers resultats obtinguts d'energia generada han estat:



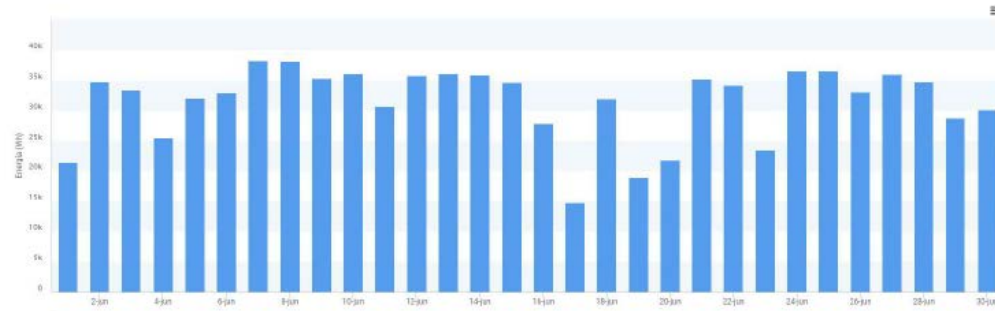
Mes	Previsió producció [kWh]	Energia generada [kWh]	Diferència de producció [kWh]	Diferència de producció [%]
Maig	324*	321	3	0,99%
Juny	1011	944	67	6,63%
Juliol	1098	969	129	11,75%
Agost	889	730	159	17,89%
Setembre	614	480	134	21,82%
TOTAL	3936	3444	492	12,50%

* Energia produïda prevista durant 11 dies del mes de maig.

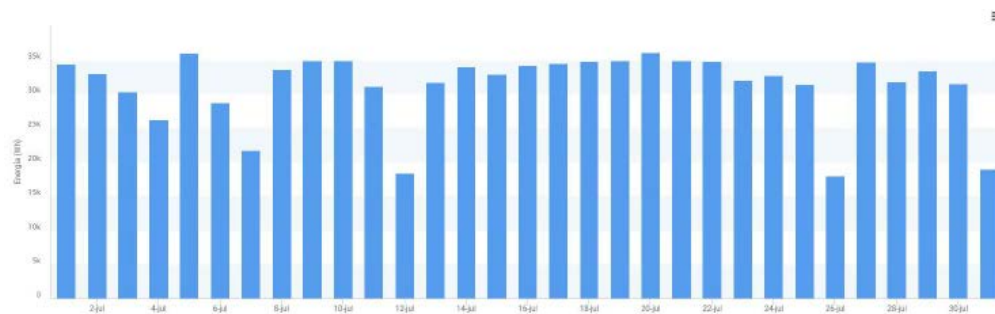
Es pot apreciar que l'energia produïda real és més baixa que l'estimació prevista en el simulador. La desviació obtinguda és de 492 kWh, que equivaldria a una reducció de un 12% respecte al previst.



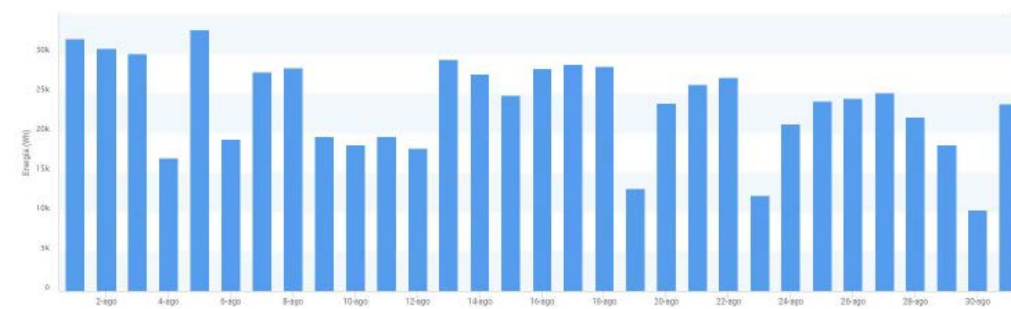
Energia produïda durant el mes de maig



Energia produïda durant el mes de juny

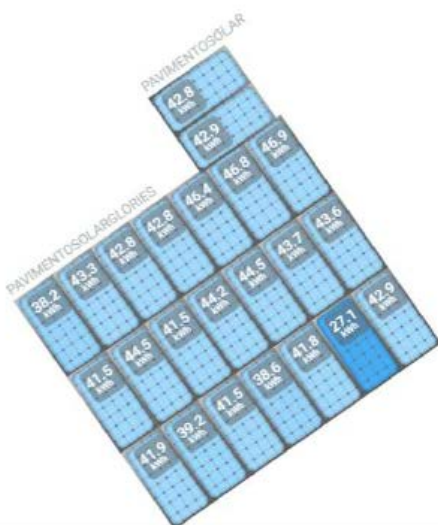


Energia produïda durant el mes de juliol



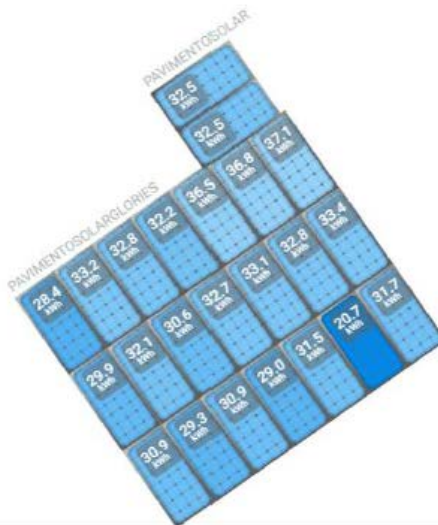
Energia produïda durant el mes d'agost

< julio 2021 >



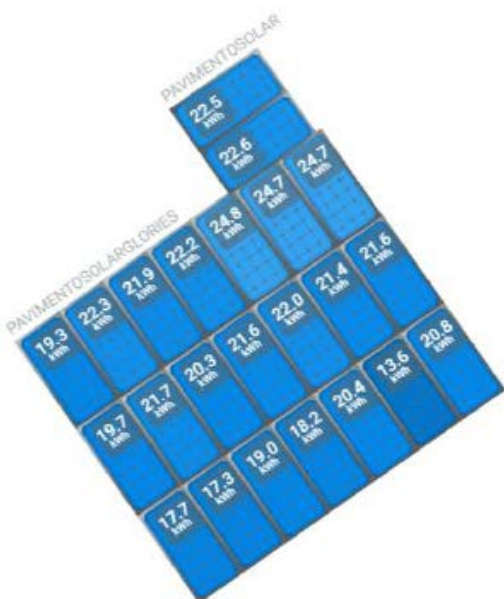
Producción 969,43 kWh

< agosto 2021 >



Producción 730,39 kWh

< septiembre 2021 >



Producción 480,07 kWh

Analitzant tots aquests resultats podem establir que els primers resultats han estat satisfactoris en relació a la producció energètica del sistema. **També es pot significar el importat impacte que impliquen les ombres, tant de les ombres fixes provocades per els edificis i elements que integren les voreres de la ciutat i el de les ombres variables que son les persones que trepitgen el paviment.** La reducció de la generació obtinguda del 12% en relació a l'estimada té una resposta molt clara, i no es deguda a la tecnologia i tampoc al producte emprat sinó al no haver tingut en consideració, en la simulació inicial les ombres variables que generen les persones que circulen per damunt del paviment.

També es important destacar que el paviment solar produeix uns nivells de generació energètica propers a la generació que s'obté d'instal·lacions en cobertes d'edificis. El projecte pilot genera uns 740 kWh per kWp instal·lat i les instal·lacions de generació fotovoltaica en coberta tenen una generació aproximada a uns 1.000/1.200 kWh per kWp instal·lats. Cal destacar que en les cobertes dels edificis es busca la inclinació òptima dels panells, els 45° i en el projecte pilot al ser paviment, la inclinació es de 0°.

Pe tant es considera que el producte emprat en relació a la generació energètica es satisfactori i permetria introduir de forma senzilla generació energètica en el espai públic sense que tenir que incorporar estructures noves de suport com es necessari en la incorporació de pèrgoles fotovoltaiques.

7.2 Resultats com a paviment

Aquesta prova pilot volia analitzar la resposta del paviment solar generador com a sistema generador d'energia però també calia analitzar la resposta com a material de pavimentació dels carrers de la ciutat.

La idea clara era poder aconseguir altres espais urbans per generar energia, però cal garantir que aquet producte també donarà resposta com element que configura el espai urbà, en aquest cas paviment.

Sembla que els primers resultats, com a material per pavimentar la ciutat no acaba d'aconseguir tots els requeriments de robustesa i degradació que es demana al material aplicat a la ciutat per ser instal·lat en les voreres. Però cal tenir molt present que estem treballant amb un material que encara no està en un procés d'industrialització total i que de ben segur hi ha millores que s'introduiran que donaran robustesa al producte.

Concretament s'ha pogut observar en aquest període d'implantació i anàlisis que:

- hi ha algunes peces que han tingut que estar substituïdes;

- el vidre amb tractament antiliscament s'ha tacat;
- s'ha detectat un reblert important de les juntes el que suposa filtració d'aigua i acumulació de brutícia;
- un desgast important del vidre fruit de l'erosió pel pas de persones que arrossequen partícules minerals al caminar; aquest fet també provoca una reducció del poder antilliscant del tractament aplicat.

Aquest conjunt d'elements detectats plantegen que aquest material manifesta un grau de deteriorament superior al que suposa els elements, llosetes, que pavimenten les voreres de la ciutat, però no tant elevat com per ser descartat. Entenent que encara estem en procés de millora del material al estar encara en un procés pre-industrialització, es considera que podria ser viable en la seva etapa industrial, sobretot per places i espais de concurrència.

8. La translació del projecte pilot a projecte de ciutat

Donats els resultats obtinguts tant en la vessant generadora com del funcionament com a paviment del "paviment generador" analitzat, plantejem fer una translació del producte estudiat a nivell de ciutat per tal de convertir-se com a element de pavimentació de la ciutat.

Obstant si que cal tenir presents algunes consideracions com:

- aquest paviment pot ser emprat per pavimentació de voreres i no de vial
- aquest material, donat que té uns elements més sensibles, com el propi material fotovoltaic, es considera més adient per places o espais de concurrència que en voreres extenses de carrers
- les possibles ombres que puguin realitzar edificis o arbrat, així com les ombres variables dels vianants, ja els hem considerat en el nivell de generació energètica estimat en el pilot
- donat que l'energia generada pot ser autoconsumida en algun consum proper, o podem revertir a la xarxa. El ús de l'energia generada no serà element de preocupació alhora de fer el plantejament de ciutat

Amb aquestes consideracions de base, permet fer la següent estimació d'ús massiu en la ciutat de Barcelona donant una possibilitat interessant d'incrementar la generació energètica local i renovable en espais urbans.

Partint que la ciutat de Barcelona té un total de 11km² de calçada i 9 km² de vorera pavimentada, i que amb la prova pilot realitzada es determina que el paviment solar té sentit en pavimentació de vorera i donada la seva sensibilitat, es recomanable per places o espais de concurrència, es planteja que la superfície de ciutat on es podria aplicar seria un 30% dels m² de pavimentació de vorera de la ciutat. **Així doncs partirem que tenim un total de 3km² on aplicar aquest paviment solar a la ciutat.**

Amb aquest valor de superfície on actuar, 3km², plantejarem quina seria la quantitat d'energia generada i el seu cost d'implantació per la ciutat.

Hem pogut determinar que el paviment solar proposat suposa una producció elèctrica de 740 kWh/kWp, llavors amb 3.000m² podríem implantar quasi 540kWp que aconseguirien **una generació elèctrica d'uns 400.000 kWh/any.**

Aquesta energia elèctrica generada suposaria poder **abastir elèctricament a quasi 160 famílies** de la ciutat de Barcelona.

El cost d'aquesta intervenció massiva de la ciutat seria, entenent que la implantació del projecte pilot va suposar 11€/Wp instal·lat, i amb totes les consideracions ja fetes en el plantejament del cost del projecte pilot, **de 5'9M€**

Entenent que aquesta inversió no tindria que ser de cop, sinó que es podria assolir en els moments del repavimentació d'espais, valors de renovació estimats en uns 10 anys, es planteja com una inversió totalment assolible per la ciutat.

Amb aquest anàlisi podem dir que com a producte de generació energètica seria assumible per la ciutat i seria molt interessant al poder plantejar nous espais del àmbit públic de la ciutat on generar energia.

Cal però tenir present que si el paviment solar ha de substituir l'actual paviment en els àmbits proposats, places i espais de concurrència, caldrà encara treballar una mica més les prestacions d'aquets material de paviment solar escollit com a material de paviment de ciutat. Concretament analitzar amb mes detall i millorar les prestacions vinculades a la robustesa i degradació.

Conclusions

Per tal d'aconseguir que les ciutats, les grans consumidores d'energia, siguin el màxim d'autosuficients energèticament, cal trobar solucions per poder generar energia en els possibles espais de ciutat amb un nombre important de metres que reben radiació solar. Cal cercar més solucions per tal d'incrementar la generació energètica en el espai públic de les ciutats.

El paviment de la ciutat es va interpretar com un espai de la ciutat on poder analitzar si el material actual utilitzat es podria reconvertir amb sistemes de generació energètica doncs tenim molts m² a la ciutat que reben una important radiació solar. Calia doncs trobar un material/sistema que pogués ser alhora paviment i generes energia.

Mitjançant un anàlisi del mercat es van analitzar diferents solucions però totes elles encara en fase de desenvolupament. Aquesta realitat actual va fer plantejar la idea d'un anàlisi via projecte pilot. Un projecte pilot que permetés extraure conclusions de la seva viabilitat i les possibilitats de reproduir-se a nivell de ciutat.

Una instal·lació pilot d'aquestes característiques ha implicat tot un esforç d'anàlisi de la possible ubicació; anàlisi dels possibles productes de mercat; anàlisi de la producció energètica assolible en la ubicació determinada; anàlisi de que fèiem amb l'energia generada; anàlisi de tot el procés d'execució/implantació i anàlisi dels primer resultats tant com a producte de generació energètica, així com a producte de pavimentació.

Els resultats han esta que la solució del paviment solar analitzat, te un bon comportament com element generador d'energia, doncs s'ha comprovat una bona eficiència en kWp instal·lats i kWh generats.

Obstant el comportament de paviment solar generador com a element de paviment de la ciutat no ha estat tant satisfactori com els resultats en generació energètica. La degradació del material es superior a la degradació del material de paviment de la ciutat el que suposaria una renovació més continuada i un sobrecost a assumir. Però cal dir que aquesta degradació no es considera tant negativa que faci descartar el producte totalment i mes entenen el estat actual del producte analitzat que encara no esta industrialitzat i per tant es poden incorporar millores fins entrar en la fase final d'industrialització de producte. Així doncs, entenen les particularista concretes del material, es considera que amb alguna millora podria ser una solució viable per pavimentació de places i espais de concurrència urbana.

Hi ha un altre fet important a considerar i es que es podria fer una introducció progressiva del paviment generador, donat el caràcter de vida útil i nivells de repavimentació de la ciutat que es van realitzant, així com en les noves urbanitzacions que es realitzin a la ciutat. Aquest fet evita entendre el paviment generador com un sobrecost en si, sinó que es podria entendre com un element més a considerar en les actuacions de repavimentació de ciutat.

Així docs sembla que el plantejament de substituir el paviment actual de la ciutat per paviment generador pot tenir molt interès com a una nova ubicació d'elements de generació energètica a la ciutat. Aquest paviment a més no suposarà un sobrecost excessiu i per tant s'entén viable i recomanable a la ciutat i d'una manera específica en la pavimentació de places i espais de concurrència.

Caldrà però treballar encara una mica la sinergia com a producte de pavimentació. Hi ha aspectes com la degradació, el manteniment del antilliscant i el grau de permeabilitat, que caldria treballar més i que aquetes s'incorporin en el procés d'industrialització del materials, permeten així que el paviment generador estigui incorporat com una solució en el catàleg de paviments de la ciutat.

Agraïments

Un agraïment molt especial a l'Agència d'Energia de Barcelona, per tota la informació facilitada i el coneixement compartit en el desenvolupament i anàlisi d'aquest projecte.

Normativa aplicable

Farem referència principal a la normativa a complir en el element principal de l'instal·lació analitzada, o sigui a les instal·lacions elèctriques i autoconsum solar fotovoltaic:

- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) segons RD 842/2002, de 2 d' Agost i Instruccions Tècniques Complementàries, especialment pel que fa referència a les instruccions amb esment a les instal·lacions en locals mullats (ITC BT 030) i les instal·lacions generadores en baixa tensió (ITC BT 040)
- Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència
- Reial Decret Llei,15/2018 de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors
- Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric
- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica
- Reial decret 413/2014, de 6 de juny, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric
- Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables
- Normes UNE específiques

- Normes particulars de l'empresa distribuïdora d'energia elèctrica, en el nostre cas Endesa
- Requeriments de Seguretat i Salut
- Llei de prevenció de Riscos Laborals 31/1995 de 8 de novembre (parcialment modificada per la Llei 54/2003, de 12 de desembre, de reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals)
- RD 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball
- Tota la normativa urbanística vigent i les Ordenances municipals locals, en aquest cas les de la ciutat de Barcelona

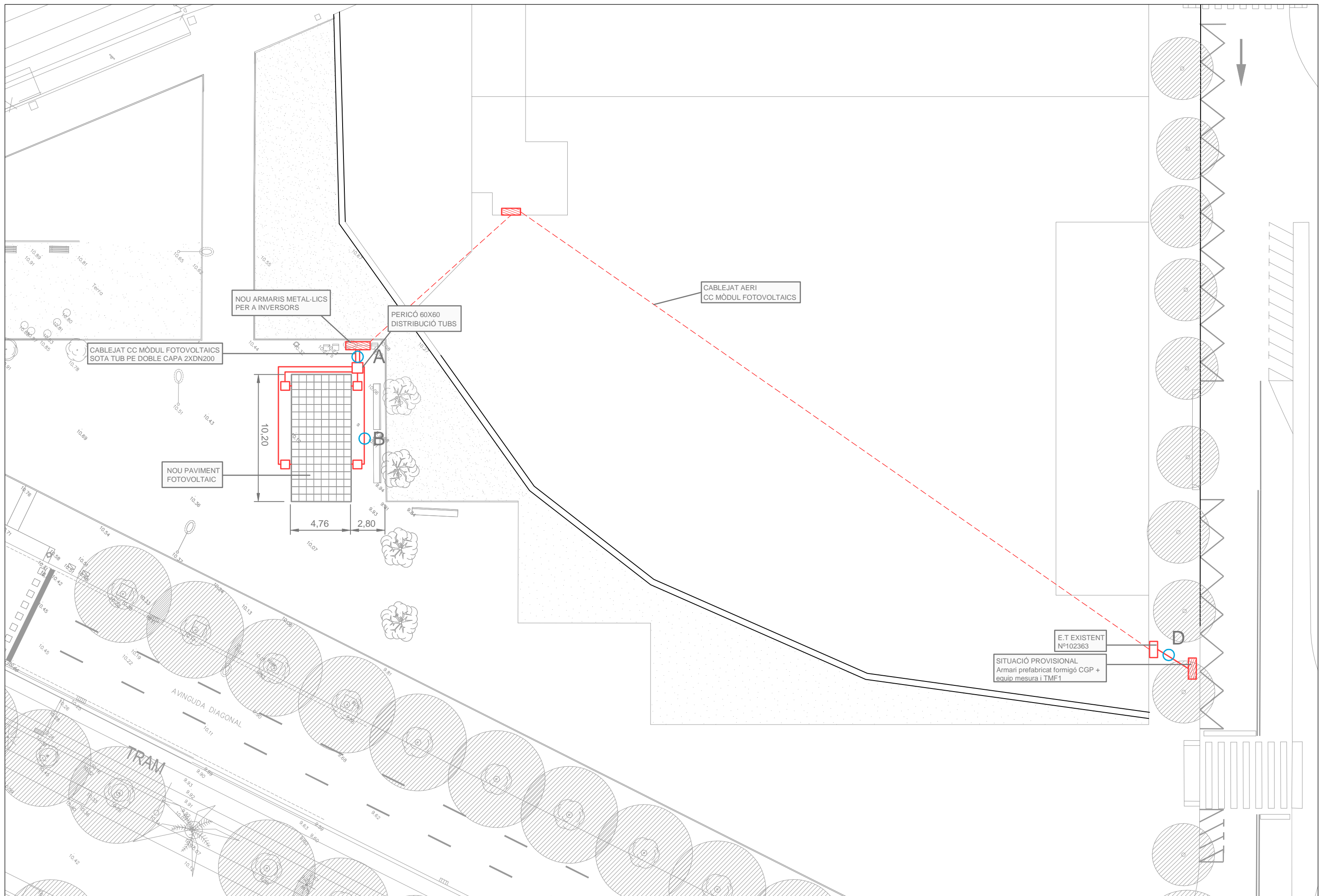
Bibliografia

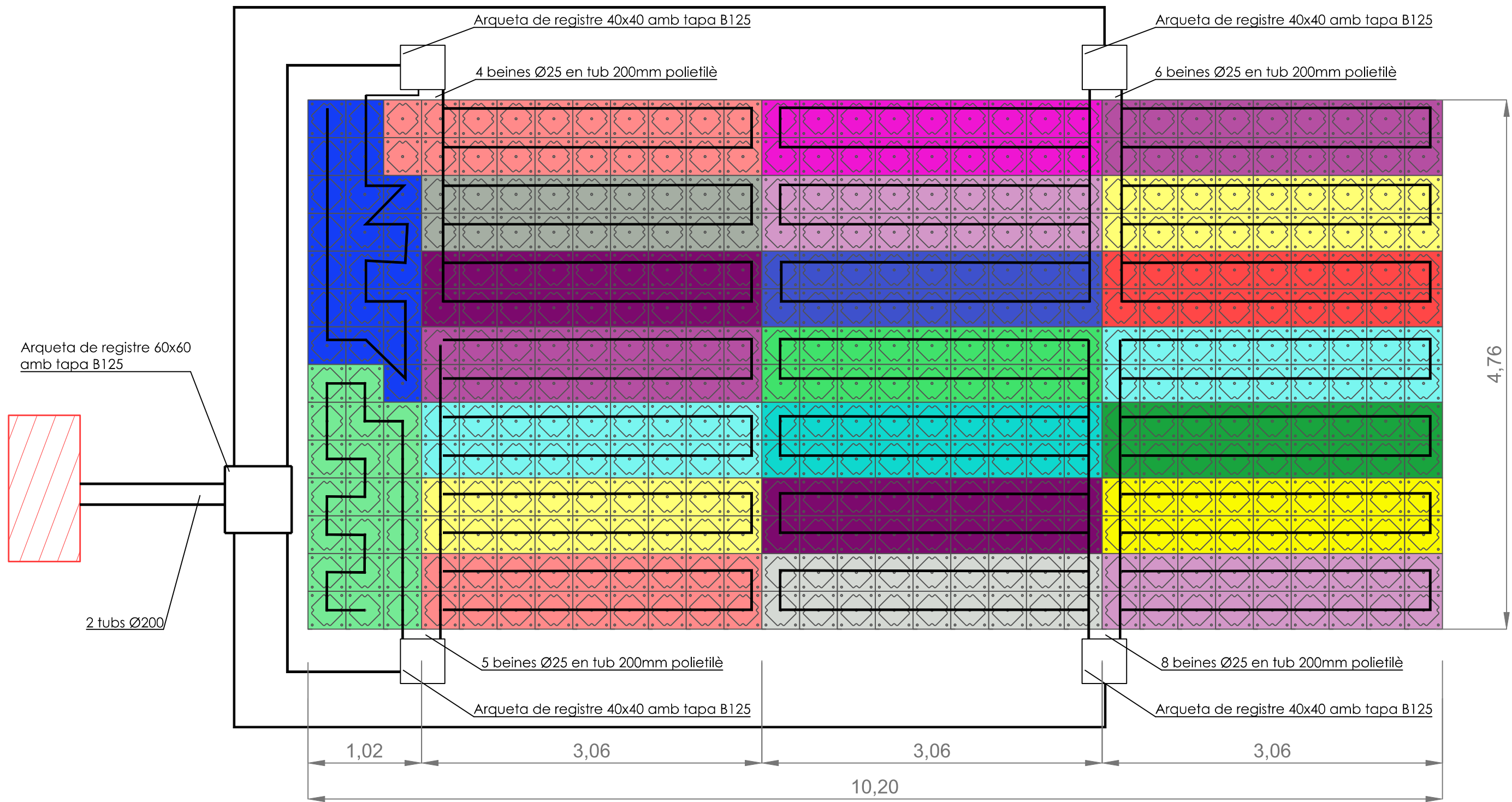
Referències bibliogràfiques

- [1] PAVENERGY - Pavement Energy Harvest Solutions, Francisco Duarte i Adelino Ferreira. https://www.researchgate.net/publication/297688049_Energy_harvesting_on_road_pavements_State_of_the_art
- [2] Guia de Paviments Ajuntament de Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Annex_C_Guia_de_Paviments.pdf
- [3] Declaració Emergència Climàtica Barcelona. <https://www.barcelona.cat/emergenciaclimatica/ca>
- [4] Pla Clima Barcelona. https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/pla_clima_cat_maig_ok.pdf
- [5] Balanç Energia Barcelona 2019. <https://www.energia.barcelona/ca/observatori-de-energia>
- [6] Installation Manual for the Platio Systems
- [7] Sistema d'Informació Geogràfica Fotovoltaica PV-GIS. <https://photovoltaic-software.com/pv-softwares-calculators/online-free-photovoltaic-software/pvgis>

Annexes

Annex 1: Plànols





Annex 2: Manual d'implantació Platio



PLATIO

Installation Manual for the Platio System

v2020.4



Table of Contents

Table of Contents	2
Important safety information	3
Disclaimer	3
Safety precautions	3
Storage	5
Before installation	6
Introduction	8
Platio parts and nomenclature	8
WARNING!	9
Outdoor understructures	10
Retrofitting	10
Concrete foundations	11
Permeable foundations	15
Building integrated understructures	16
Fixed on concrete slabs	16
Using sleepers	16
Using pedestals / buzones	17
Laying the Platio units	19
Placement of the mainframe	20
Installing wiring harnesses	21
Standard wiring harnesses	22
Custom wiring harnesses	23
Laying the wiring harnesses	24
Connection to wires with factory wiring harnesses	26
Placing the cover	28

Important safety information

Disclaimer

This manual provides important safety instructions about the installation, maintenance and handling of Platio solar modules. Anyone installing Platio solar pavement must read these guidelines carefully and strictly follow the instructions. Not following these instructions may result in death, injury or property damage. The installation and handling of PV modules require professional skills and should only be performed by qualified professionals. The installers must inform end-users (consumers) the information given in this material accordingly.

The information contained in this manual is subject to change by Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. owner of Platio brand without prior notice. Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. shall not be held responsible for damages of any kind, including – without limitation – bodily harm, injury or damage to property, in connection with handling Platio modules, system installation, or compliance or non-compliance with the instructions given in this manual.

Safety precautions



Before installing, wire, operate and / or service the Platio modules and other electrical equipment, all instructions should be read and understood. Platio connectors pass direct current (DC) when exposed to sunlight or other light sources. Contact with electrically active parts of the module, such as connectors, can result in injury or death, not depending on whether or not the module and the other electrical equipment have been connected.



Any connection to the grid, batteries, any wiring expect factory wiring harnesses (while never exceeding SELV – Safety Extra Low Voltage, see

next paragraph) or connection to any device must be installed by licensed electricians in accordance to all applicable national or international electrical codes.

WHEN CONNECTING PLATIO ELEMENTS TOGETHER IN SERIES NEVER UNDER ANY CIRCUMSTANCES EXCEED THE SELV (SAFETY EXTRA LOW VOLTAGE) CODE APPLICABLE FOR DIRECT CURRENT IN YOUR AREA EVEN UNDER THE WORST LOCAL TEMPERATURE CONDITIONS!

Do not allow children or unauthorized persons near the installation site or storage area of modules.



Protective clothing as non-slip gloves, clothes, safety shoes and any other measures applicable in your area or required by code is a must during installation. Prevent direct contact with anything more than SELV (Safety Extra Low Voltage code applicable in your area), and to protect hands from sharp edges.



Never install modules in rain or morning dew and always take appropriate measures to prevent any water ingress into the connectors. Water in connectors can cause serious malfunctions resulting failure in Platio elements and any other connected devices.



Use electrically insulated tools to reduce the risk of electric shock.

Do not use or install damaged modules.

Contact with Platio elements surfaces may cause electric shock if the front glass is broken.



The Platio modules do not contain any serviceable parts. Do not attempt to repair any part of the module. Do not disassemble a module or remove any module part.



Do not immerse modules in water or constantly expose modules to water either fresh or salt (for example from fountains, sea spray). Continuously exposing modules to salt or sulfur incurs the risk of corrosion in connectors. Do not use the product in continuously acidic or alkaline environment.

ONLY USE MICROINVERTERS, CHARGE CONTROLLERS, BATTERIES AND ANY OTHER DEVICES THAT MEET ALL THE REQUIRED STANDARDS AND REQUIREMENTS IN YOUR REGION AND HAS BEEN APPROVED BY INNOVATÍV TÉRBUKOLATFEJLESZTŐ KFT!

Only use cable harness provided by Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. Please ensure that all wiring is in perfect electrical and mechanical condition.

Only copper conductor material should be used. Select a suitable conductor gauge to minimize voltage drop and ensure that the conductor ampacity complies with local regulations.

Storage

Modules should be stored in a dry and ventilated environment to avoid direct sunlight and moisture. If modules are stored outdoors (for example a construction site), the storage time should be less than 1 week, and extra precautions should be taken to prevent Platio elements from being exposed to moisture or sunlight. Storing Platio elements under unsatisfactory conditions may cause water infiltrate into the packaging, thus the stagnant water may cause permanent damage to the units, the uncovered connectors.

Unpack the pallets carefully, following the steps shown on the pallet. Unpack, transport and store the modules with care. Percussion or shaking of the packed or unpacked products must be avoided. Always try to avoid contact of two glass surfaces. Keep all electrical contacts clean and dry at all times. **Do not expose the unconnected**



elements to dirt, dust or mud because it may harm the waterproof connector system. Connectors are not waterproof when unmated. When installing modules, connector should be connected to each other as soon as possible or appropriate measures should be taken to avoid moisture and dust penetrating into the connector.

Keep the product away from acids, alkalis or any corrosive material, fire and extreme temperatures.

FAILURE TO COMPLY WITH THESE INSTRUCTIONS WILL VOID INNOVATÍV TÉRBURKOLATFEJLESZTŐ KFT. WARRANTY.

Before installation

Platio elements come with 3 types of anti-slip surface. All of these meets the requirements of CEN / TS 16165:2012 and DIN 51130 for outdoor surfaces.

On heavily snow and ice-covered, heavily trafficked surfaces only use the R13 anti-slip variant Platio units. Always consult with the representatives of Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. in selecting the suitable surface variant for the climate and use in question. Ask for the latest Guide Table for Platio Surfaces. Please consult the Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. technical support department for more information on the use of modules in special climates, such as an altitude greater than 2000 m.

Before installing modules please obtain information about any requirements and necessary approvals for the site, installation and inspection from the relevant authorities. Consult your local authority for guidelines and requirements.

Always ensure that the wiring is correct before starting up the system. If the measured open circuit voltage (Voc) and short-circuit current (Isc) differ substantially from the specifications, this indicates that there is a wiring fault.

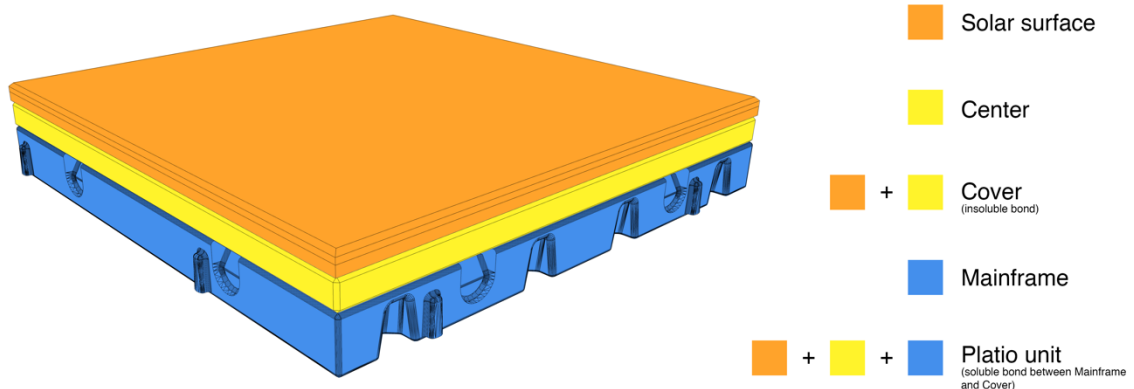


When modules have been pre-installed, but the system has not been connected to the grid or charge controllers yet, each module string should be kept under open-circuit conditions and proper actions should be taken to avoid dust and moisture penetration inside the connectors.

Introduction

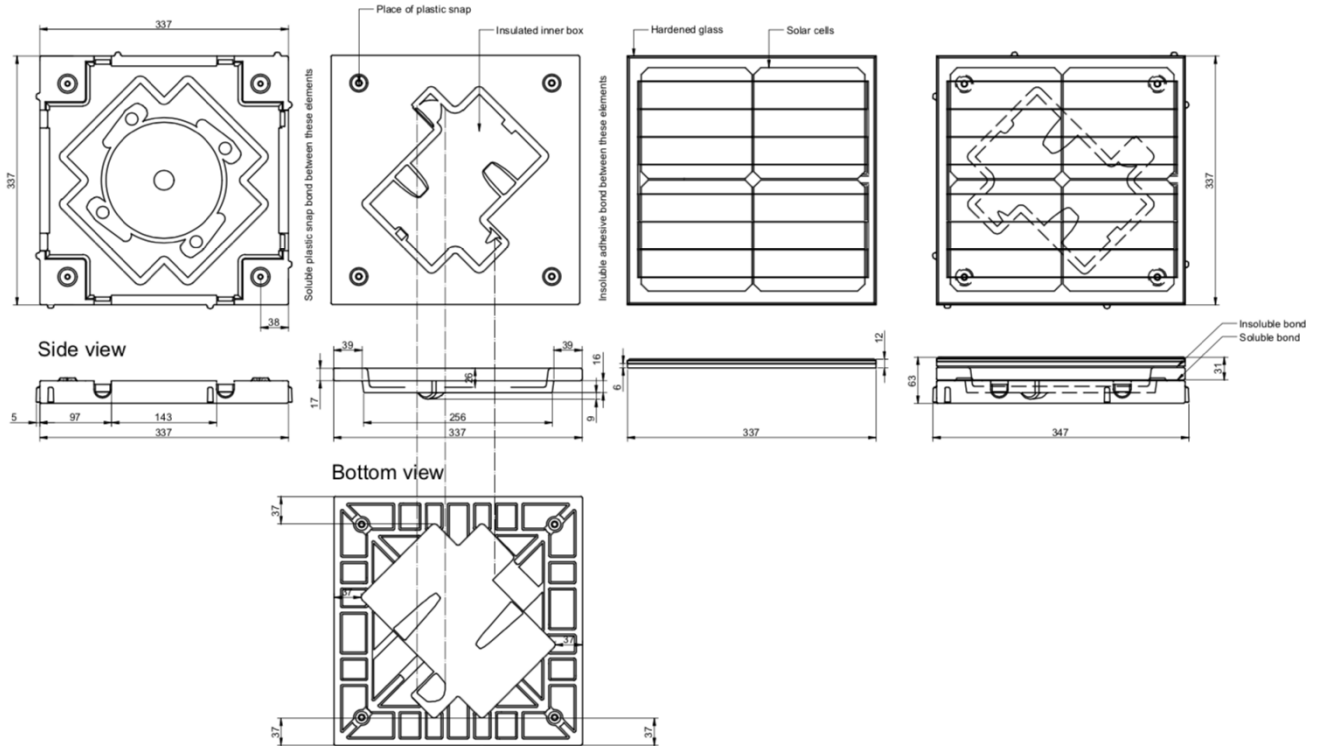
Taking advantage of high-power monocrystalline Si cells, the PLATIO System collects the energy of solar irradiance on the level of pavement. The so-called paving units carry the multifunctional network in themselves; hence no convoluted electric cabling is necessary. These cells are protected by highly solid, tempered and slip proof hardened glass (solar) cover panels/sheets which, in addition to their aesthetic design, ensure long lifespan for the walking surface of the pavement. Hence produced, power can be returned to the electricity grid or, depending on the nature of application, used locally. If island mode operation is run, this system might as well ensure the operation of appliances independently from the electricity grid.

Platio parts and nomenclature



Platio units have two main parts: cover (orange and yellow) and the mainframe (blue) what is made of a plastic composite material. The two parts (cover and mainframe) are connected by a soluble bond during the installation. The cover has two basic parts which are glued together with an insoluble bond. The two basic parts are the upper solar surface (orange) and the center plastic composite part (yellow).

Top view



WARNING!

The installation of the PLATIO Systems (except the construction of the foundation and curbs; see below) must under all circumstances be completed by experts certified by Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft.

Outdoor understructures

The frame of the Platio elements (marked with blue in the previous drawing) should be installed in a similar way to paving slabs. There is no need for a special method during the preparation of the substructure of the cladding, therefore, when describing the construction of different types of cladding, we limit ourselves to solutions for Platio elements that are different from the commonly used element claddings. In all cases, the relevant plans and regulations and standards apply.

Platio elements can be built with several substructures. The nature and stratification of the substructure must be determined by the designer of the surrounding area. If the installation takes place in place of an existing paved surface, in case the substructure is in good condition, the Platio frames can be installed directly. Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. Does not take responsibility for damages resulting from a poorly constructed substructure.

The requirements of the designer of the given project (for example, a road planner, landscape architect, or architect, as the case may be) always apply when installing the substructure, since in the case of the given project, the soil, the conditions of use, etc. always make different substructures necessary or feasible. Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. shall not be liable for any damages resulting from the selection of an unsuitable substructure.

Retrofitting

If the Platio surface is used to replace an existing paved surface, the first step is to cut the elements of the existing pavement (at the edges of the planned Platio surface) and pick up the paving elements to be removed and transport them to a suitable landfill. For aesthetic and durability reasons, it is recommended to use an edging from the same material at the edges of the Platio surface from the elements of the given cladding, similar to the example below.



The bedding (the layer between the cladding elements and the foundation) must be smoothed and / or leveled. **If a sand layer has been used, replace it! The vase of Platio elements can be unstable when placed in a sand bed!** If the Platio is to be built as part of a new investment, the earthwork and substructure must first be built according to the plans of the designer responsible for the surrounding surfaces (see the following sections).

The Platio surface can also be installed directly on an existing paved surface, if the condition of the pavement allows it and the difference in level (6 cm element height + embedding layer, ie approx. 10 cm) compared to the surrounding tiles is not a problem. Typically, such a surface can be a concrete or asphalt pavement.

Concrete foundations

For outdoor installation (so not on a terrace or in the vicinity of a building), the concrete base is the recommended solution. This is the recommended solution if vehicle traffic takes place on the given pavement, as well as on concrete substructure recommended for ramps and sloping pavements. If necessary, depending on the properties of the soil and the use, it may also be necessary to reinforce the concrete substructure. When constructing concrete substructures, often expansion joints, dilatation is necessary; to determine the frequency of such gaps, read the technical data sheet of the product or contact its manufacturer!



The soil must be prepared with compaction appropriate to the soil type, reaching a depth and slope corresponding to the frost limit. The slope is approx. It is worth setting it to 0.5%, 2-3% laterally. Slopes larger than this are not visually favorable and visible to the naked eye. Slopes lower than this do not provide adequate drainage of precipitation.

An anti-freeze layer should be applied to the earthworks. This is made depending on the valid plans (depending on the frost boundary and additional layers), but at a minimum thickness of 15 cm and typically with crushed stone with a fraction of 0-70 mm. The antifreeze layer must be compacted in accordance with regulations (e.g. road standards).

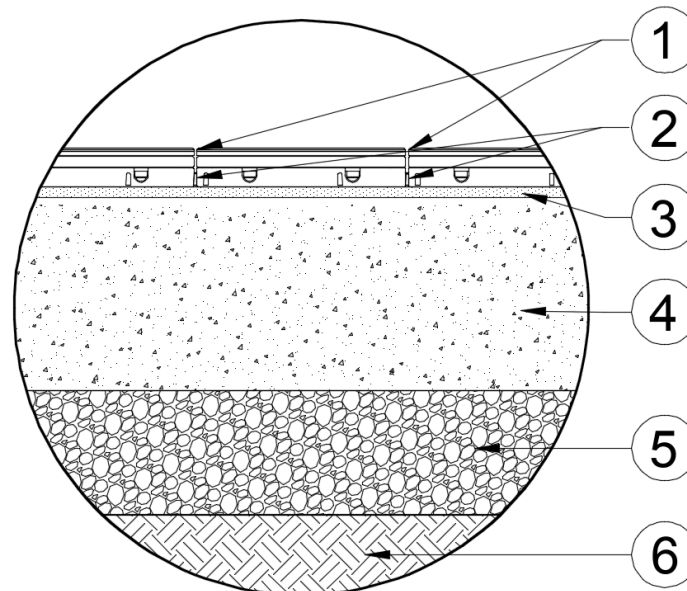
Reinforced or unreinforced concrete substructure shall be formed on the above layers.

Partially or completely cementitious adhesive mortar embedding is usually used on concrete substructures. It is advisable to install the mortar by placing the mortar required below one row of Platio frames at a time, then placing the Platio frame elements on it. It is advisable to check the horizontality with a cord. To accurately adjust the height in the starting corners, use an assembled element, so that the height of the other elements is formed at the height of their frame. After completing one line, proceed in the same way as the others. See Laying Platio units chapter.



Wiring and installing the covers as described in the Platio Solar Paver Installation section. Concrete substructures are typically impermeable to water, so it is advisable to use a impermeable joint, especially if the mortar is the bedding layer. If the standard quality sample cross-section described below is used, mix the grout according to the product data sheet and then fill the joints with it. Try to leave as thin a layer of grout on the surface of the Platio elements as possible, so that it can be easily removed when dried. In the case of larger surfaces, typically where one of the dimensions of the surface exceeds 4 meters, apply an expansion gap or expansion in the joint. This may be omitted for certain polymer-based materials.

If you use a joint other than the material below, perform a test grout and surface test to make sure the material can be easily removed from the top surface of the Platio.



WHEN USING 3-5 mm JOINT

- 1. Filling out the gaps between the glass surface with neutral silicone containing 100% silicone by pulling off the excess in the usual way in the glass industry (by manual, electric or pneumatic squeezing)**
- 2. Sand filling up to the height of the glass surface**
- 3. 7 mm tile adhesive, standard quality: Mapei Keraflex S1 or equivalent**
- 4. > 10 cm concrete foundation (sized for the specific traffic and use), with reinforcement if necessary**
- 5. > 15 cm frost protection layer (dimensioned for the appropriate concrete base and geographical area)**
- 6. Compacted soil**

> 5 mm FUGAHÉZAG ALKALMAZÁSA ESETÉN

- 1. and 2. Sopró BSF grouting (or equivalent or better) for watertight filling**
- 3. 7 mm tile adhesive, standard quality: Mapei Keraflex S1 or equivalent**
- 4. > 10 cm concrete foundation (sized for the specific traffic and use), with reinforcement if necessary**
- 5. > 15 cm frost protection layer (dimensioned for the appropriate concrete base and geographical area)**
- 6. Compacted soil**



Permeable foundations

This type of substructure is often used on pavements, parks, gardens used by pedestrians. Its advantage is its water permeability, which can be useful for the surrounding green areas, and its price per square meter is more favorable.

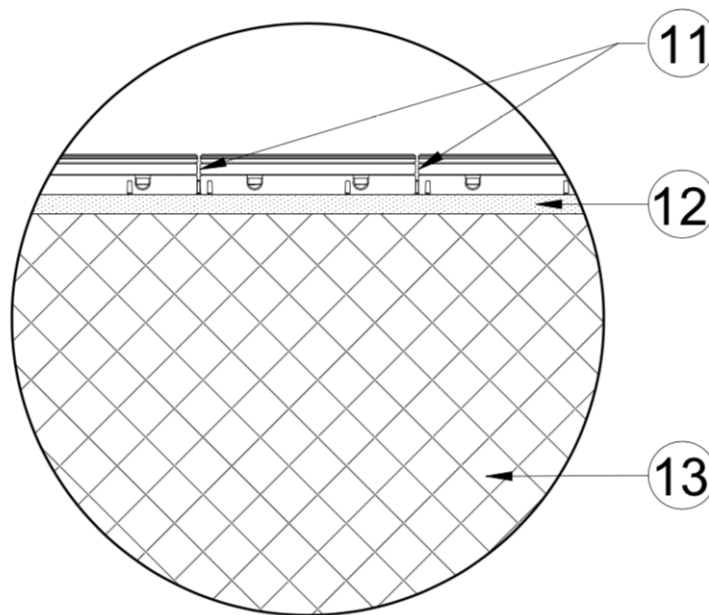
THE CONSTRUCTION OF SUCH A WATER-PERMEABLE, I.E. TYPICALLY CRUSHED STONE SUBSTRUCTURE AND BEDDING FOR THE PLATIO SYSTEM IS NOT RECOMMENDED. LEVELING PROBLEMS CAN OCCUR WHEN PLACING THIS TYPE OF BEDDING ON THE CRUSHED STONE BEDDING LAYER. IT IS RECOMMENDED TO INSTALL THE CONCRETE SUBSTRUCTURES DISCUSSED ABOVE IN THE OUTDOOR UNDERSTRUCTURES CHAPTER!

If the surface to be installed is adjacent to such a substructure, the two must be separated (for example by a steel edge) and the necessary concrete substructure must be constructed in this way.

Building integrated understructures

Fixed on concrete slabs

In places like roof gardens or balconies Platio units can be fixed to the concrete slab itself. In this case use of watertight grouting is a must. For this method expansion joints are necessary; contact the manufacturer of the grout for the frequency of such joints (around 5 m). For certain polymeric based materials, it may be possible to omit the expansion joints.

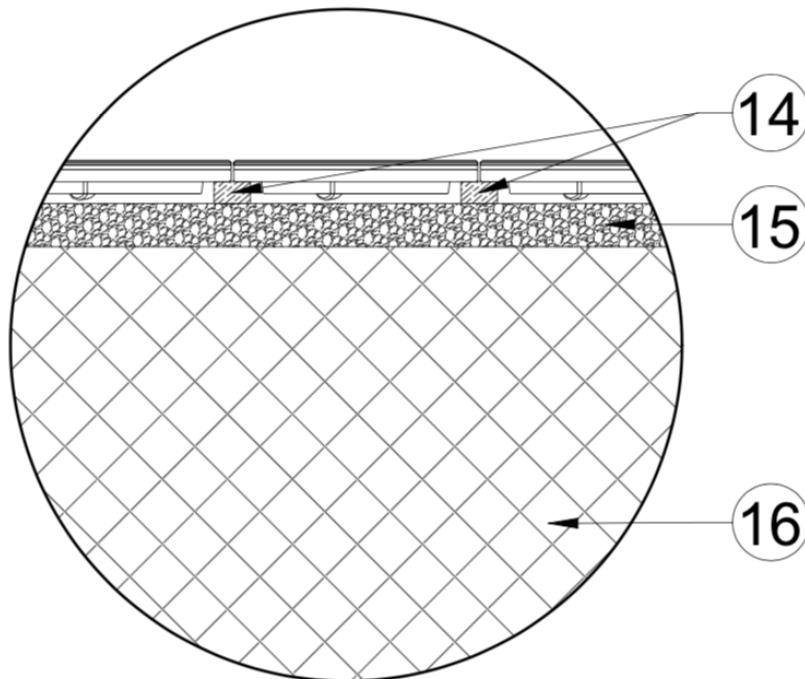


- 11. Sopro BSF grouting (or equivalent or better) for watertight filling**
- 12. > 2 cm Sopro TRB 421 (or equivalent or better) cement**
- 13. Concrete slab**

Using sleepers

In places like roof gardens, patios or balconies if the drainage of the concrete slab is given a layer of gravel and structure of sleepers and spacers (wood or other material)

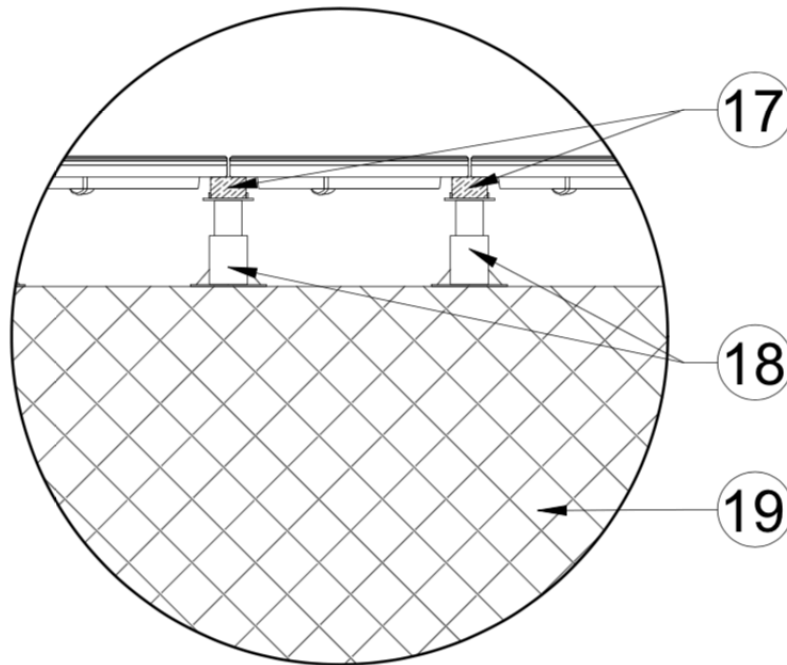
can be used. In this case the Platio “mainframe” can be left out, using only the “cover” for the flooring leaning on the sleepers.



- 14. *Wooden or other type of sleepers***
- 15. *Leveling compound***
- 16. *Concrete slab***

Using pedestals / buzones

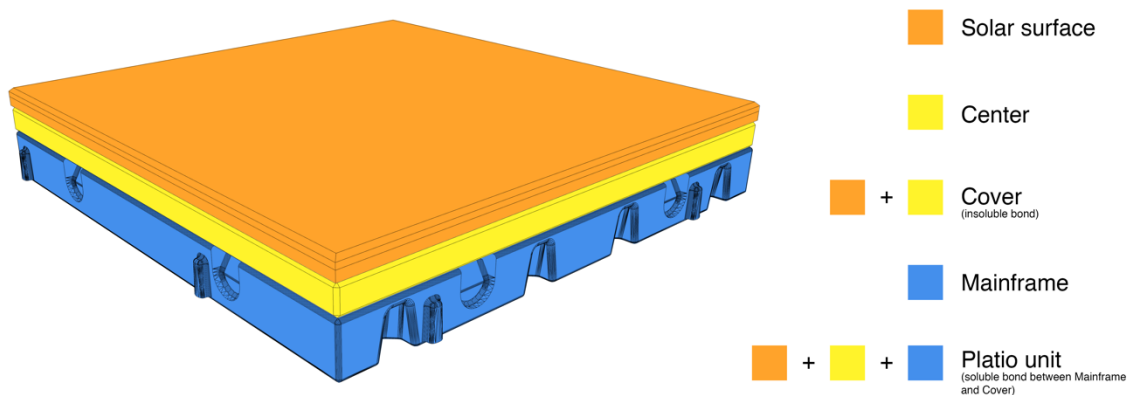
In places like roof gardens, patios or balconies if the drainage of the concrete slab is given a structure of pedestals and sleepers (wood or other material) can be used. In this case the Platio “mainframe” can be left out, using only the “cover” for the flooring leaning on the sleepers.



- 17. Wooden or other type of sleepers**
- 18. Pedestals / buzons**
- 19. Concrete slab**

Laying the Platio units

According to the above, under all circumstances must this process be completed by experts approved by Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft. as the developer of the PLATIO Systems, so that the following is of informative nature only.



Platio Solar Paver elements have a modular structure, so their laying consists of three phases.

1. Platio Solar Paver mainframes (blue) must be laid evenly on the bearing layer. For substructures, see substructure chapters.

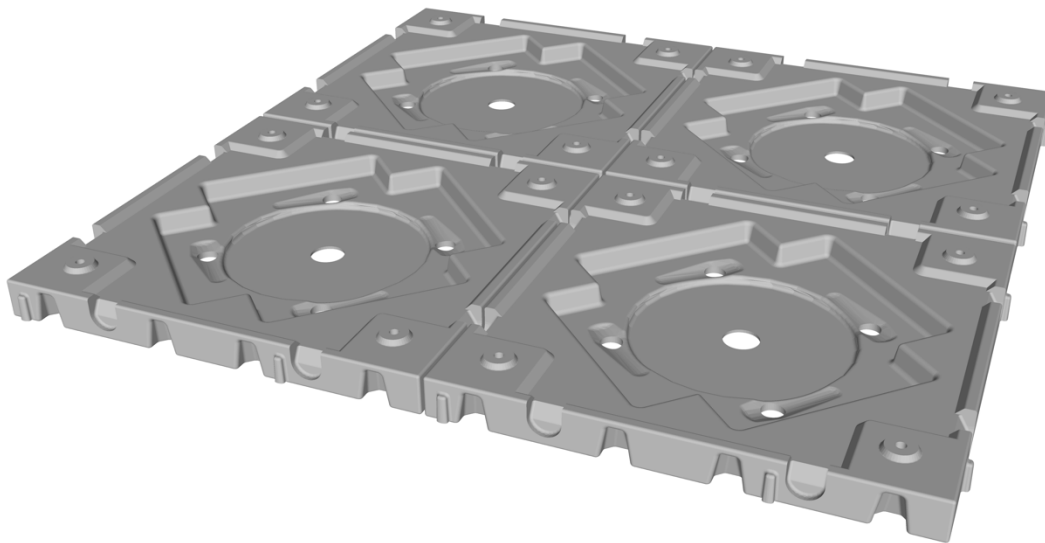
During the process, excessive contamination of the laid frames must be avoided by, for example, wind or shoe soles, earth, sand, etc., as this can damage the cable harnesses laid in the next step by not being able to maintain a watertight connection between the two connector parts.

2. Lay the prefabricated cable harness (16-21 connectors) on the prepared frames according to the pre-designed pattern.
3. Connecting the covers (yellow) to the wiring harness electrically with the connectors and physically to the frame with the snaps.

16-21 pcs of Platio Solar Paver element forms a DC system. This should be established using the DC cable (wiring harness) provided by Innovatív Térbukolatfejlesztő Kft. The connection system complies with the IP69K standard and is resistant to dust, acidic and alkaline conditions and a water pressure of 3 to 5 bar.

The wiring harness is either connected directly to the electrical device (microinverter, charge controller, etc., depending on the purpose of the application) or it is recommended to route the wiring from the Platio Solar system to the inverter / point of use with H07-RNF 2x2.5 rubber cable.

Placement of the mainframe



The frame elements are installed in the same way as normal cladding elements. The elements are laid on the base and the bearing layer (see previous section). The slope must be checked with twine or other methods. If necessary, the elements can be adjusted or punched with a rubber hammer or by hand. Once a unit is in place, preferably do not walk or carry material on its surface until all components of the Platio Solar Paver have been installed. Keep the surface of the mainframe relatively clean, free of debris, sand and mortar.

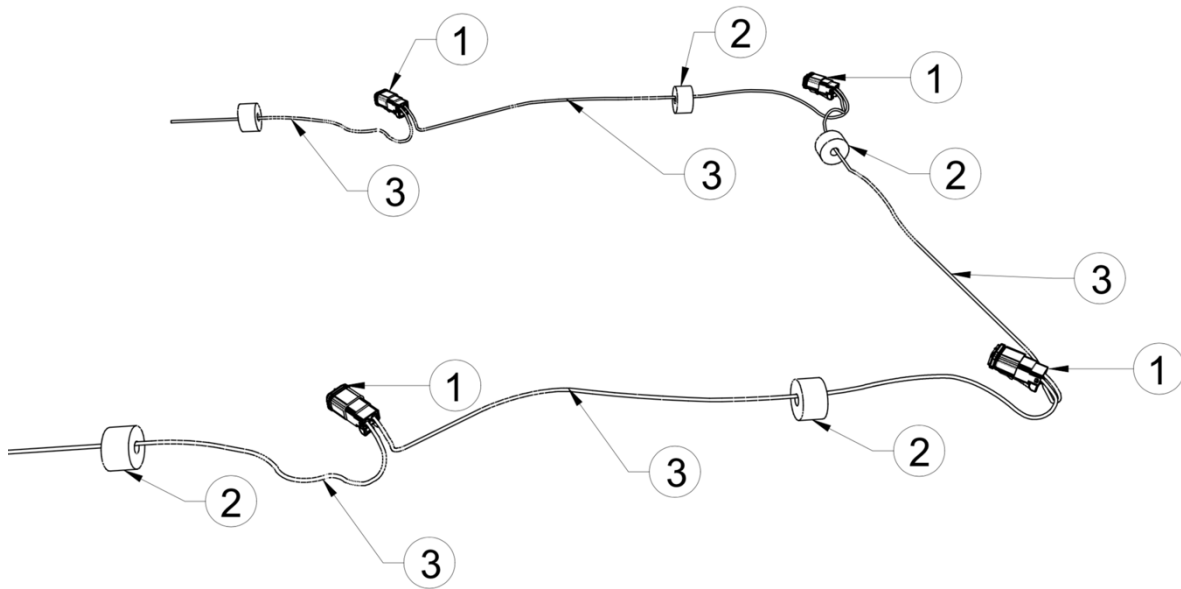
During the process, excessive contamination of the laid frames must be avoided by, for example, wind or shoe soles, earth, sand, etc., as this can damage the wiring harnesses laid in the next step by not being able to maintain a watertight connection between the two connector parts.

It is advisable to check the horizontality with a cord. To precisely adjust the height in the starting corners, use an assembled element, so that the height of the other elements is formed at the height of their frame. After completing one line, proceed in the same way as the others.

After placing and leveling two or three rows of the frame, it is advisable to place the wiring harness and place the cover, as it is not possible to walk on the finished surface until the mortar has dried. It is advisable to mix the mortar in an appropriate amount (preferably in a bucket with a stir bar).

Installing wiring harnesses

As the mainframes are laid, the DC cables (wiring harnesses) are laid upon them. The cabling's purpose is to connect the photovoltaic panels in a string. The cabling has to be designed according to the topology of the Platio surface and come readymade from the factory, by default in an 18-piece version. The installation is based upon a detailed plan.

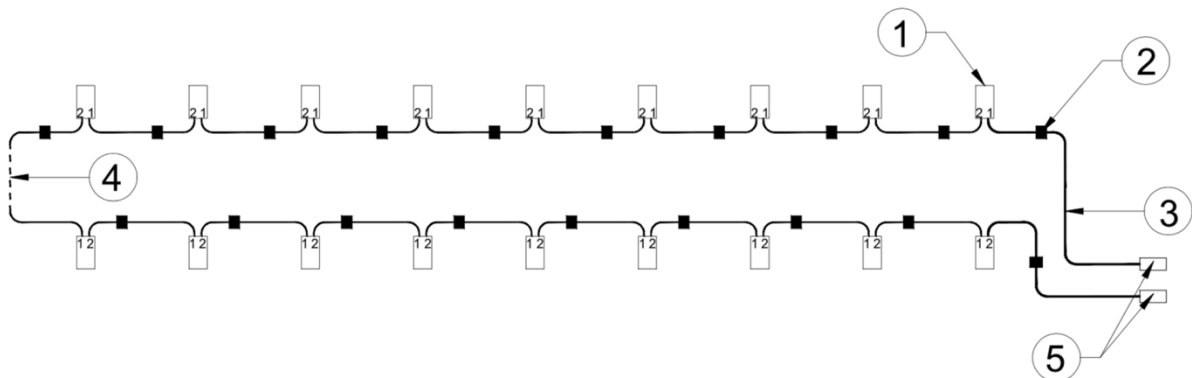


- 1. Connectors to be plugged into the cover**
- 2. Rubber plugs to stabilize the wiring harness during installation**
- 3. DC cables**

Each wiring harness consists of connectors (used to connect the covers of the Platio Solar Paver), DC cables, and rubber plugs. The purpose of the rubber plugs is to secure the cables to the mainframe. Wiring harnesses can be standard or custom.

Standard wiring harnesses

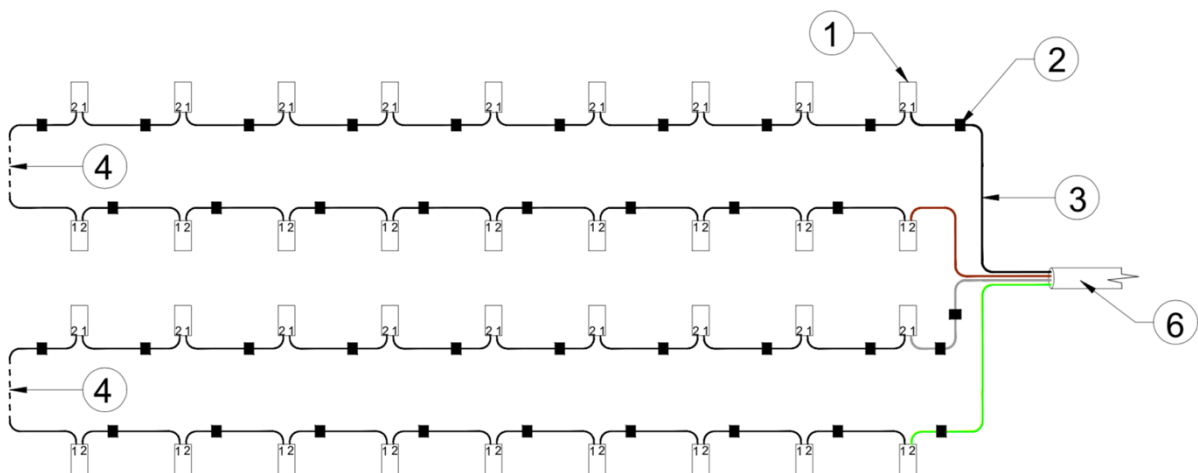
Standard wiring harnesses connect the photoelectric panels, or Platio Solar Paver covers, in series and come in 16, 18, 20, or 21-pin versions by default. Two cable extension connectors (coolsplice) are attached to the open ends, see chapter: Connecting to cables outside the factory wiring harnesses.



- 1. Connectors to be plugged into the cover**
- 2. Rubber plugs to stabilize the wiring harness during installation**
- 3. DC cables**
- 4. Up to 21 connectors (this version has 18)**
- 5. Coolsplice connectors for switching to any cable type and size**

Custom wiring harnesses

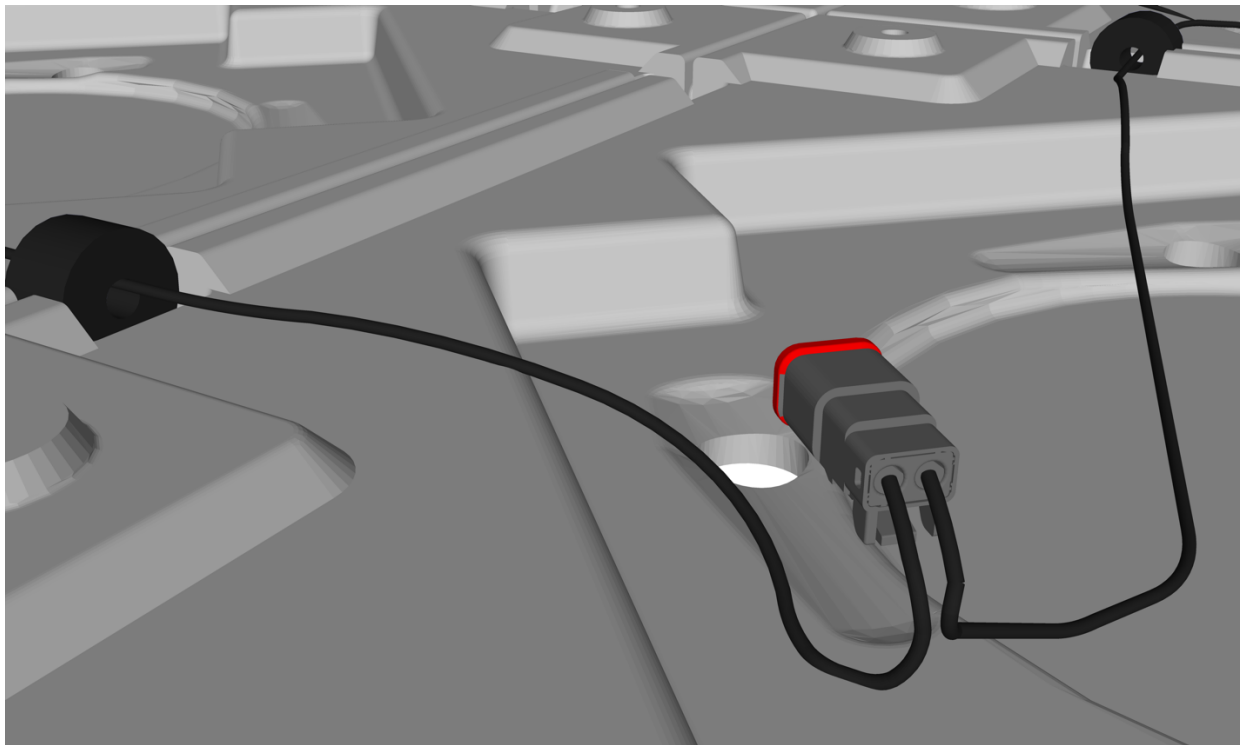
Individual cable solutions are also conceivable, such as the one below, in which two or more Platio Solar Paver circuits are connected to the electrical device of choice.

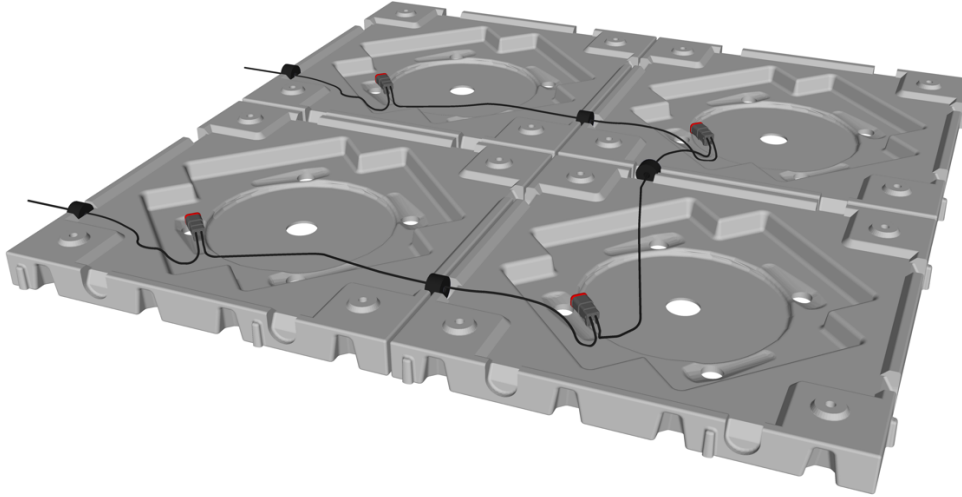


- 1. Connectors to be connected to the cover**
- 2. Rubber plugs to stabilize the wiring harness during installation**
- 3. DC cables**
- 4. Up to 21 connectors (version 18 shown in the picture)**
- 6. Cable of the correct type and number of conductors**

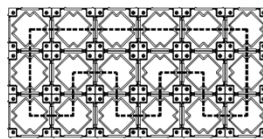
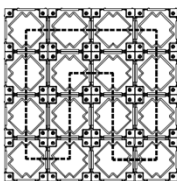
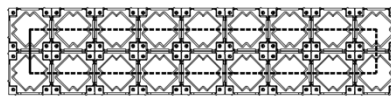
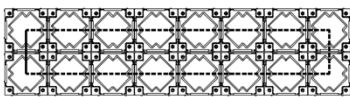
Laying the wiring harnesses

Place a connector on a Platio Solar Paver frame as planned based on the illustrations below. Always try to find the shorter path of the two possible cable entry locations, otherwise the cable may not be long enough. Insert the rubber plugs in the position shown in the pictures below. Platio covers (orange + yellow in the previous figure) can be placed on a frame in four different ways (since it has four sides). It is more visually advantageous if all the covers face in the same direction also because the connectors are in the same place on all elements.



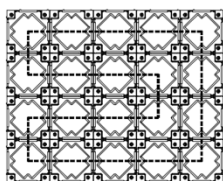
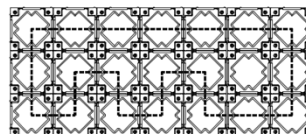
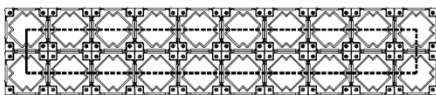


Below are examples of cable arrangements for 16, 18, 20 and 21 piece circuits. All external elements are suitable for cable output. For understandable reasons, in general, if you are not laying a row, you can only tie a non-prim number of elements to a row. The surfaces to be formed can be arranged in rasters by breaking them down to their prime factors. In general, it is recommended to install any plane with the seven layouts shown below.



16

18



20

21

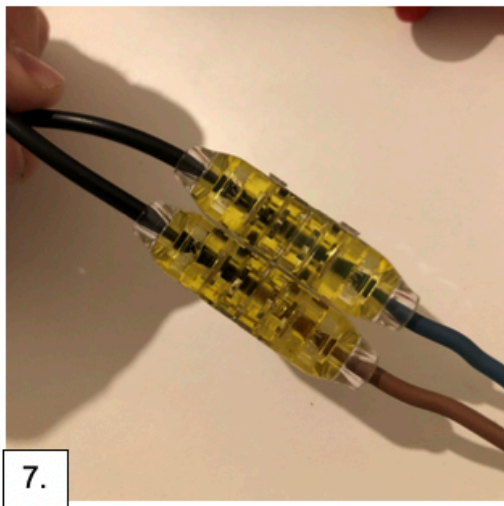
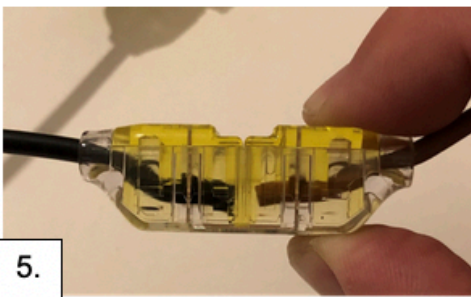
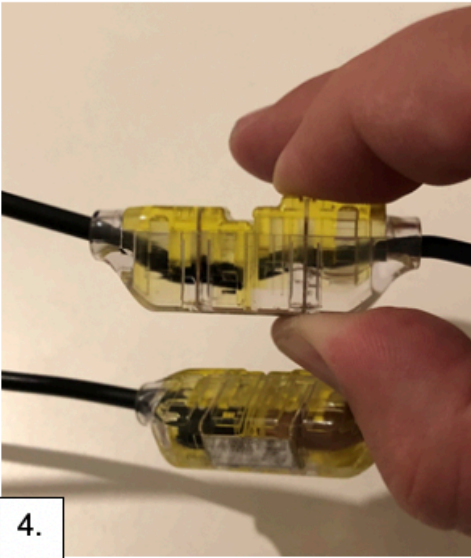
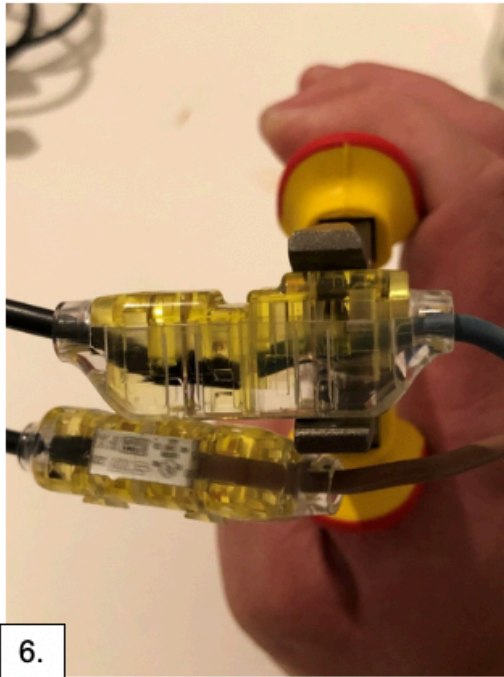
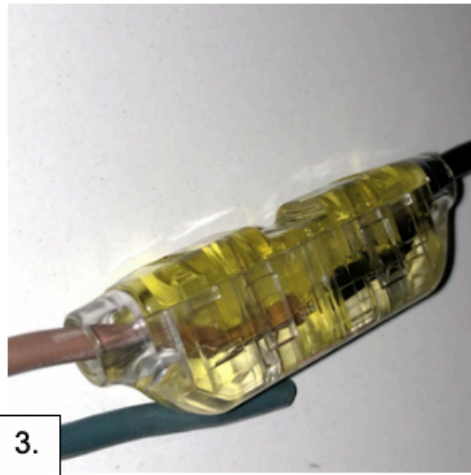
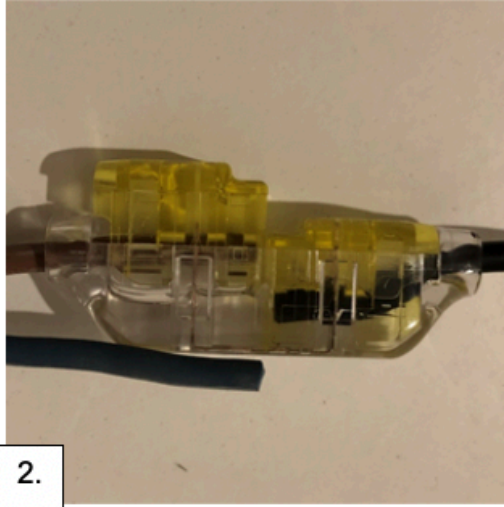
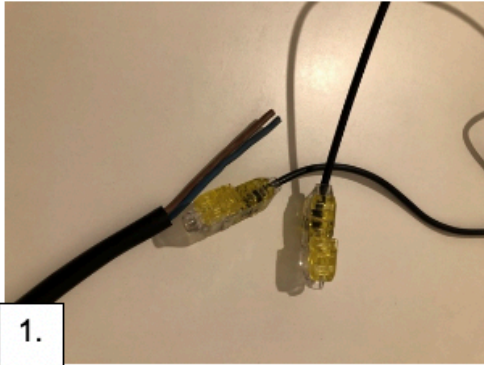
Connection to wires with factory wiring harnesses

The watertight connection of the factory cable harnesses to different types of wires is recommend using a so called Coolsplice, “knife” system connector. This connector can only be mounted once, the joint cannot be loosened after compression. The connector provides IPX8 protection.

The connector provided by our company is suitable for connection to 2.5 - 4 mm² stranded insulated wire. If other wiring is used, the connector must be clamped and the connection made in another standard way.

Follow the instructions for the pictures on the next page.

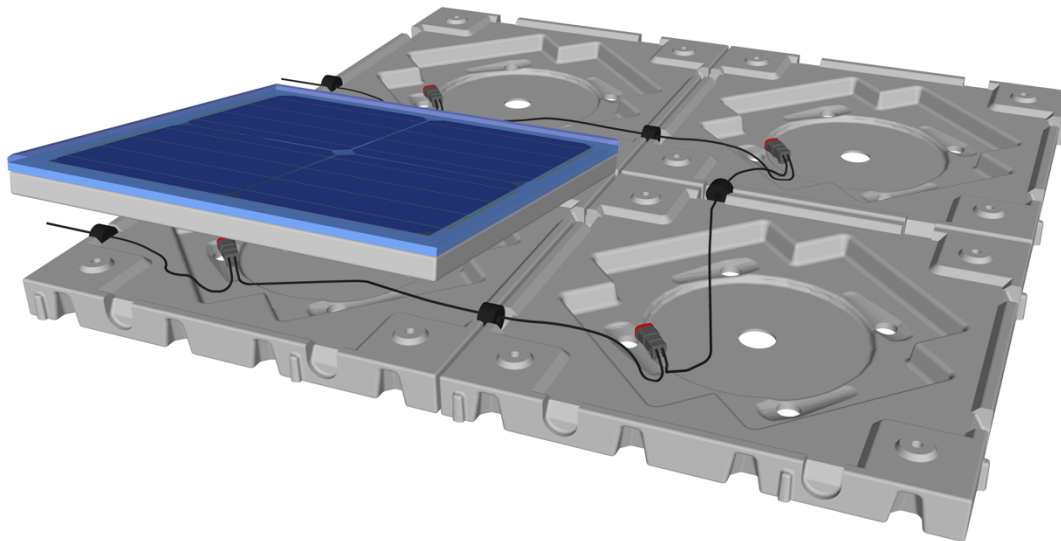
- Figure 1: Clean the connector and rubber cables so that they are not exposed to dirt (pos, mud, sand, etc.)
- Figure 2: Push the cable all the way in as far as it will go / to the stop at the connector halfway
- Figure 3: Press the yellow push tab until it clicks
- Figure 4: If the push tab is not completely flat, the connection is not correct. The compression shown in the picture is not enough, the yellow and the transparent plastic side must be completely aligned!
- Figure 5: The correctly compressed connector
- Figure 6: If it fails by hand, you can safely use a pliers to increase the force
- Figure 7: Then, if desired, the two connectors can be hung together

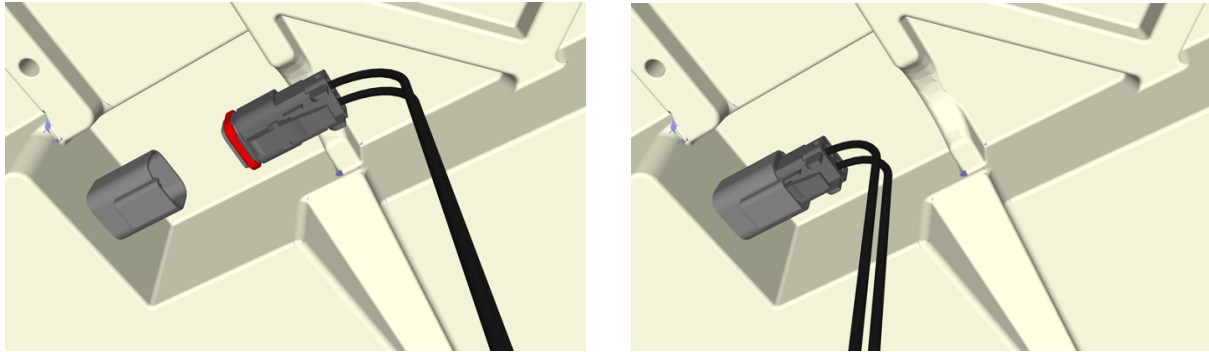


Placing the cover

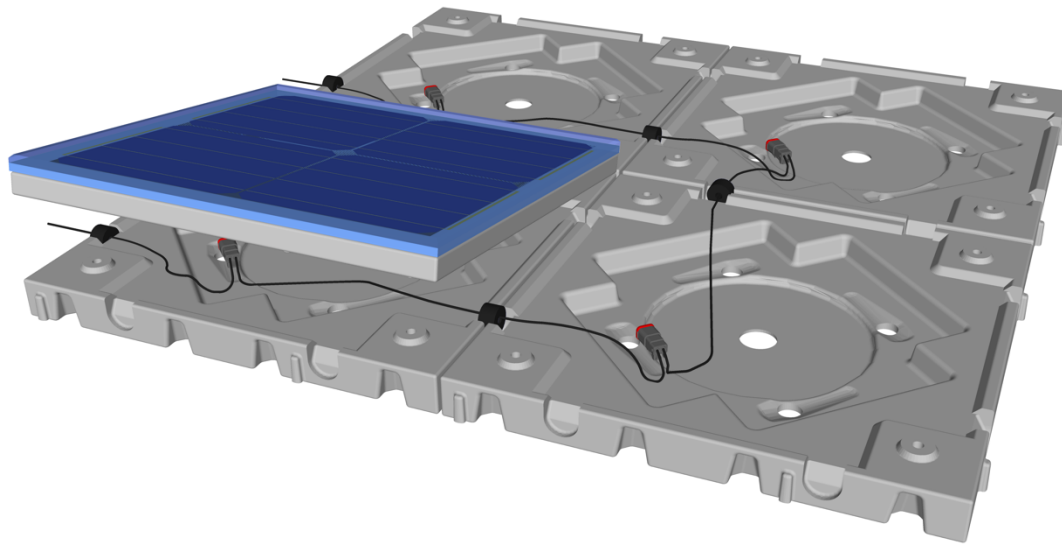
Put the cover above the mainframe, but do not interlock them yet. On the bottom of the covers you can find a female plug. The solar module is located correctly above the mainframe if the two connectors are connectable. After locating the solar modules above the base parts correctly, connect the plugs. The plugs only fit one way.

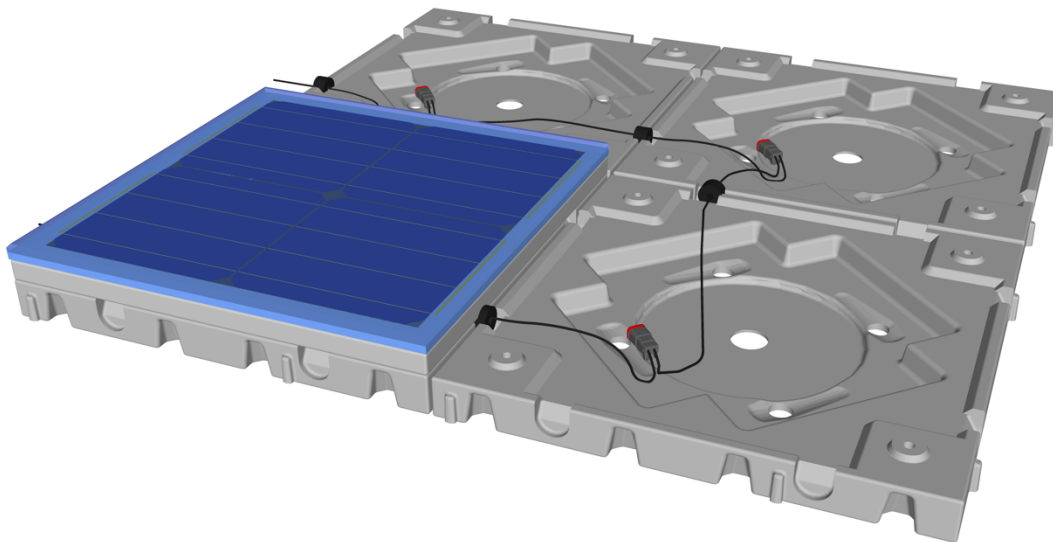
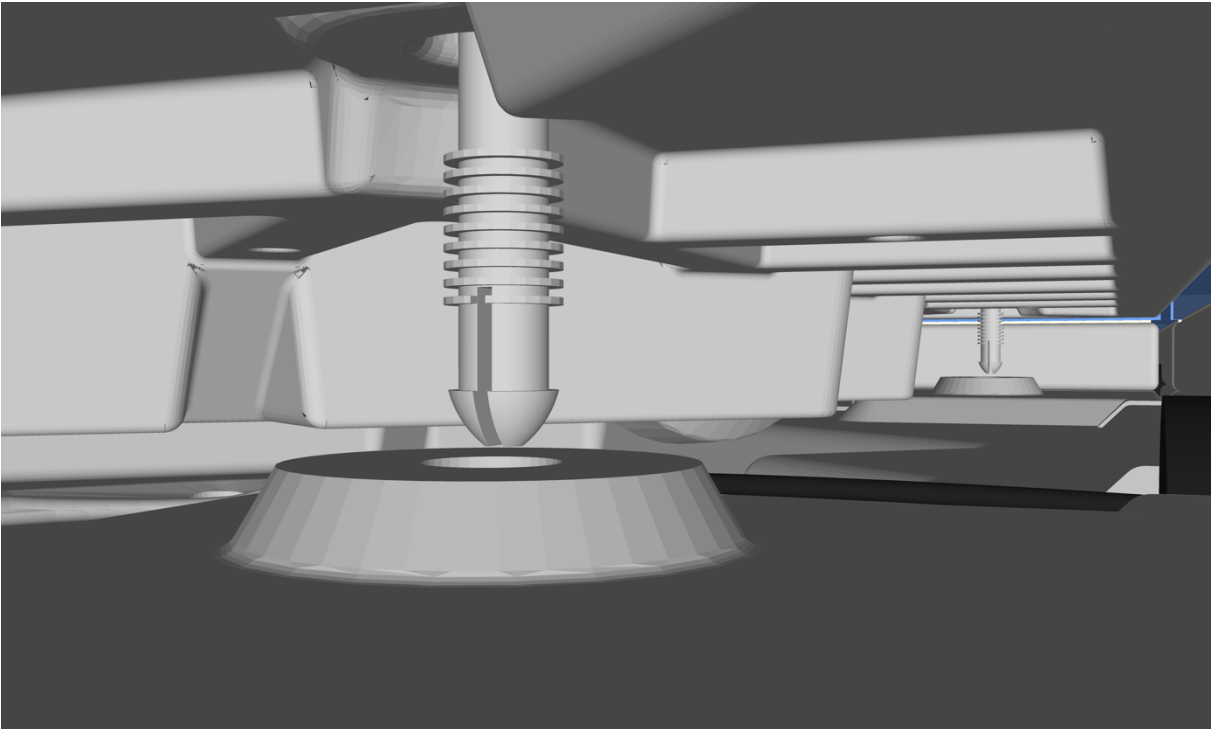
The connector **ONLY PROVIDES A WATERPROOF CONNECTION IF YOU HAVE ADJUSTED TO ITS FINAL LOCATION WITH AN AUDIBLE CLICK!** If necessary, the connector can be released by pressing the release on the bottom of the connector in the coupling position. Make sure that no contaminants get into the connector.



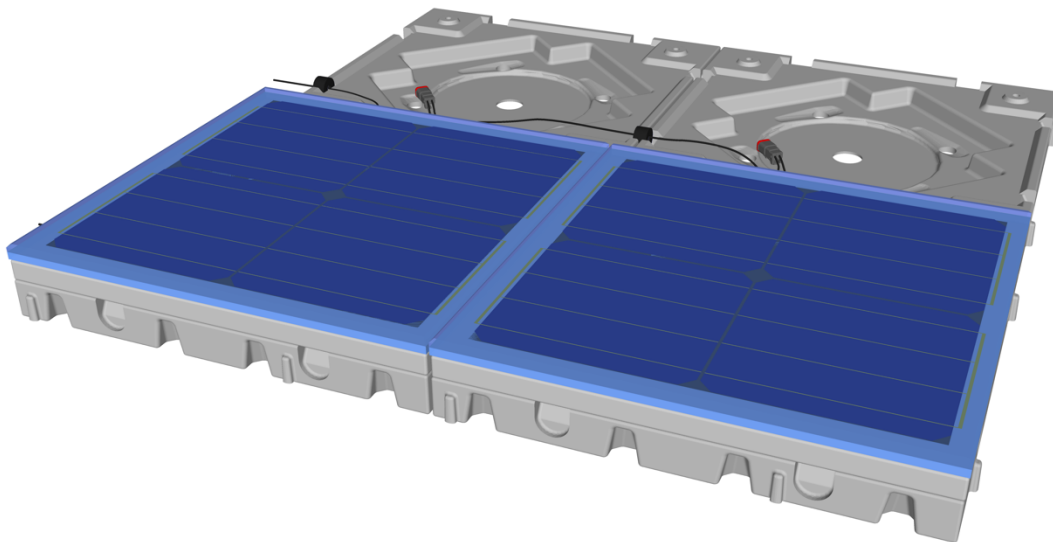
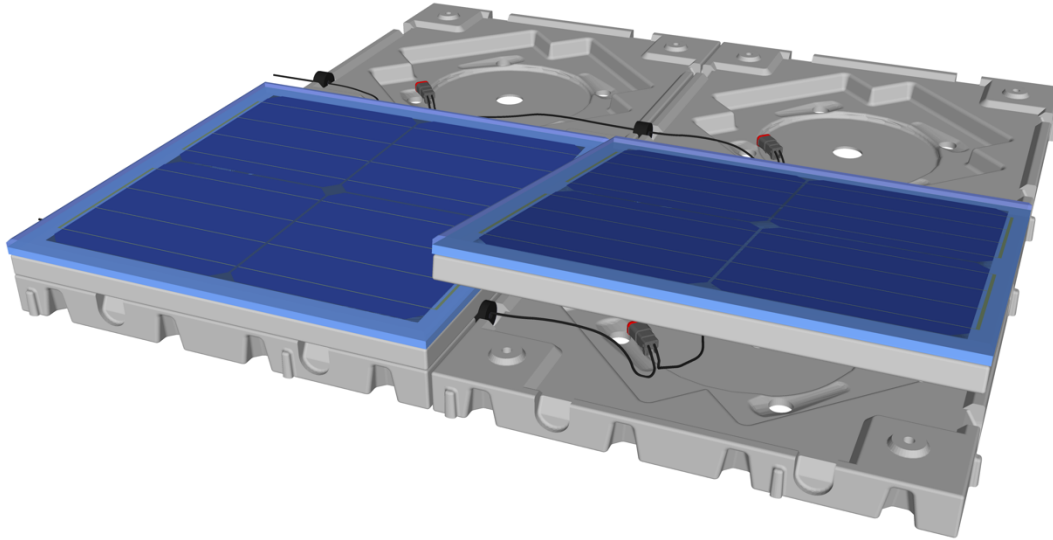


Now you can interlock the solar modules with the mainframe by smoothly pressing the solar modules against the base parts. The patents have to fit in the 4 holes perfectly.





After fixing the cover, repeat the steps with the next covers in line.



Annex 3: Certificats elements Fotovoltaics



DECLARATION OF PERFORMANCE

Pursuant to Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011

Platio Solar Paver / 2020.01.31.

- 1. Identification code of the product:** Platio Solar Paver (System 4.6, i.e. 4 pcs of 6 Inch Solar Cells) "Dotted Soft" product family.
Each product has a unique identification number on the bottom of the product.
- 2. Intended use of the product:** glass surfaced paving element with built-in photovoltaic cells for pedestrian and light vehicle traffic. The load capacity is detailed in the tables.
- 3. Manufacturer information:**
Name: Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft.
Official address and place of manufacture: Jókai utca 64., 4080 Hajdúnánás
Mailing address: Katona József utca 41. I. Em. 8., 1137 Budapest
Place of glass manufacture: Trakya Cam Sanayii A.Ş., İş Kuleleri Kule 3 34330 Istanbul

The name Platio is a registered trademark of Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft., registered by the European Union Intellectual Property Office under number 016338361 (classes 9, 19, 39).
- 4. System or systems of assessment and verification of constancy of performance of the product, as specified in Annex V:**
System 3
- 5. Relevant legislation and harmonized standard:**
Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council
EN 572-9: 2006
The notified body laboratory performed the tests according to harmonized standards, see attached test reports.
- 6. Name of type-examination body:**
Certimac
Notified Body No. 2685

7. Declared performance

	Performance	Harmonized technical specification
Hydrochloric acid solution, 3% (v/v)	LA(V) No visible effect	UNI EN ISO 10545-13
Potassium hydroxide solutions, 30 g/L	LA(V) No visible effect	UNI EN ISO 10545-13
Hydrochloric acid solution, 18% (v/v)	HA(V) No visible effect	UNI EN ISO 10545-13
Potassium hydroxide solutions, 100 g/L	HA(V) No visible effect	UNI EN ISO 10545-13
Determination of compressive strength	At 7.5 tons per unit, there is no visible effect. At loads greater than 14 tones, the units may break after 60 seconds	No harmonized standard, 5 mm/min
Determination of dimensional stability	Width: $\Delta\epsilon_b < 0,02\%$ Length: $\Delta\epsilon_b < 0,02\%$ Thickness: $\Delta\epsilon_b < 0,10\%$	UNI EN 1604
Determination of impact resistance	For point loads: 8.5 J (1.030 kg balls from 85 cm)	EN 14617-9
Determination of static load	Maximum load: Class 5 Maximum deflection: Class C (safety factor equal to $n=3$)	EN 12825
Determination of water permeability by means of total immersion	With bottom element on average: After 24 hours: 0,68 %p/p After 48 hours: 0,82 %p/p After 72 hours: 0,95 %p/p	-
Determination of slip/skid resistance	On average: Dry: 64 PTV Wet: 24 PTV	EN 13036-4

The performance of the product described above is in accordance with the declared performance. This declaration of performance is issued under the sole responsibility of the manufacturer identified in section 4.

Signatories on behalf of and for the manufacturer:

Hamsik Gábor – *Managing Director*

Ilyés Miklós – *Head of Product Development*

Budapest 2020. 01. 31.


signature



Declaration of Performance

No: FDD0600Z

TRC Hello Extra Clear 6 mm
2013

Trakya Cam Sanayii A.Ş.
İş Kuleleri Kule 3 34330
4.Levent- İSTANBUL/TÜRKİYE
Tel: +90 212 350 50 50
www.trakyacam.com.tr/en/ce

EN 572-9:2006
Notified Test Body: 1750

Basic soda lime silicate float glass, intended to be used in buildings and construction works

Characteristics	AVCP System	Performance
Safety in the case of fire:		
Resistance to fire (13501-2)	1	NPD
Reaction to fire (13501-1)	3,4	A1
External fire behaviour (EN 13501-5)	3,4	NPD
Safety in use:		
Bullet resistance (EN 1063)	1	NPD
Explosion resistance (EN 13541)	1	NPD
Burglar resistance (EN 356)	3	NPD
Pendulum body impact resistance (EN 12600)	3	NPD
Resistance against sudden temperature changes and temperature differentials	4	40K
Wind, snow, permanent and imposed load resistance of the glass unit	4	6mm
Protection against noise:		
Direct airborne sound reduction (EN 12758)	4	31 (-2; -3) dB
Thermal properties:		
U-value (EN 673)	3	5,7 W/(m ² K)
Normal emissivity (EN 12898)	3	0,89
Radiation properties (EN 410):		
Light transmission	3	0,91
Light reflection outdoor	3	0,08
Light reflection indoor	3	0,08
Solar energy characteristics (EN 410):		
Solar transmission	3	0,89
Solar reflection outdoor	3	0,08
Solar reflection indoor	3	0,08

NPD: No performance determined

The performance of the product identified is in conformity with the declared performance above.
This declaration of performance is issued under the sole responsibility of the manufacturer.
Signed for and on behalf of the manufacturer by:

Name and function	Place and date of issue	Signature
Gökhan Atikkan Basic Glass Production Director	01 July 2013 İstanbul	

Annex 4: Certificats Microinversors

EC DECLARATION OF CONFORMITY

Enphase Energy, Inc.
1420 North McDowell Blvd
Petaluma, CA 94954
USA

Enphase Energy, SAS
905 rue d'Espagne
BP 128
69125 LYON Aéroport Saint Exupéry
FRANCE

declare under our sole responsibility that the product identified as:

IQ7PLUS-72-ACM-INT

to which this declaration relates is in conformity with the following harmonized standards:

EN 50065-1:2011	Signaling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz - Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances
EN 50065-2-2: 2003 + A1: 2005 + AC: 2006	Signaling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz - Part 2-2: Immunity requirements for mains communications equipment and systems operating in the range of frequencies 95 kHz to 148,5 kHz and intended for use in industrial environments
EN 61000-3-2: 2006 + A1:2009 + A2:2009	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current \leq 16 A per phase)
EN 61000-3-3:2013	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low voltage supply systems, for equipment with rated current \leq 16 A per phase and not subject to conditional connection
EN 61000-6-2: 2005 + AC: 2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic Standards - Immunity standard for industrial environments
EN 61000-6-3:2007 + A1: 2011	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic Standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 62109-1:2010	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems Part 1: General Requirements
EN 62109-2:2011	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems Part 2: Particular requirements for inverters

following the provisions of the following EU Directives:

EMC directive - 2014/30/EU

LOW VOLTAGE directive - 2014/35/EU

Signed on behalf of Enphase Energy, Inc.

18 December 2017
Christchurch, New Zealand



Manuel Shimasaki
Director, Global Certification

Certificate of Conformity

Certificate No.: COCV20180508_01

Report Reference: V20180508_01

Issued to: Enphase Energy

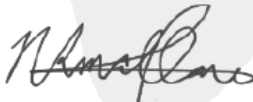
Whose Address is: 1420 North McDowell Boulevard, Petaluma, CA 94954, USA

This is to certify that representative samples: IQ7PLUS-72-X-Y-Z and IQ7-60-X-Y-Z
where X = 2, 5 or B. Y = blank or ACM, Z = INT

Standard(s): IEC/BS EN 60068-2-1:2007 - Test A: Cold
IEC/BS EN 60068-2-2:3007 - Test B: Dry Heat
IEC/BS EN 60068-2-12:2009 - Test N: Change of temperature
IEC/BS EN 60068-2-30:2005 - Test Db: Damp heat cyclic
(12 h + 12 h cycle)

Additional Information: This certificate of conformity refers to the above mentioned product(s). This is to certify that the specimen is in conformity with the above mentioned standard(s). This certificate does not imply assessment of the production of the product.

Issue Date: 05 June 2018



For and on behalf of EnTEST Laboratories



IANZ
ACCREDITED LABORATORY

All tests reported herein have been performed in accordance with the laboratory's scope of accreditation. Accreditation number: 1273

