

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

Document: Memòria

Alumne: Ariana Secchi Tarrés

Tutor: Miquel Duran i Ros

Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària

Àrea: Enginyeria Agroforestal

Convocatòria (mes/any) Juny/2019

MEMÒRIA

ÍNDEX

1.	Objecte i antecedents.....	1
1.1	Objectiu	1
1.2	Definició de coberta verda.....	1
1.3	Antecedents	1
2.	Condicionants del projecte	3
2.1	Condicionants naturals.....	3
2.2	Condicionants legals	3
2.3	Condicionants del promotor.....	5
3.	Situació actual	6
3.1	Localització i comunicacions	7
3.2	Accés a la coberta.....	8
3.3	Drenatge.....	8
3.4	Diagnosi	11
4.	Alternatives del projecte	12
4.1	Zona 1	12
4.1.1	Làmina impermeabilitzant	12
4.1.2	Protecció de l'impermeabilitzant	12
4.1.3	Drenatge	12
4.1.4	Geotèxtil.....	12
4.1.5	Substrat	13
4.1.6	Vegetació.....	13
4.1.7	Reg	13
4.1.8	Malla antierosió.....	13
4.1.9	Perfils delimitadors.....	13
4.1.10	Sistema de seguretat	14
4.2	Zona 2	14

4.2.1	Paviment.....	14
4.2.2	Sistema de protecció de les claraboies.....	14
4.2.3	Jardineres	14
4.2.4	Vegetació.....	14
4.2.5	Bancs.....	14
5.	Càlculs del reg.....	15
5.1	Zona 1	15
5.1.1	Càlculs agronòmics.....	15
5.1.2	Càlculs hidrològics	15
5.2	Zona 2	16
6.	Pla, programa i procés	17
6.1	Pla	17
6.2	Programa i procés	17
6.3	Determinació del nombre de plantes i dels volums de grava i substrat	18
6.3.1	Nombre de plantes.....	18
6.3.2	Determinació del volum de grava.....	20
6.3.3	Volum de substrat	20
6.4	Descripció de les feines a realitzar a la zona 1	21
6.4.1	Instal·lació dels sistemes de seguretat	21
6.4.2	Retirada de grava i emmagatzemat	21
6.4.3	Làmina antiarrels	22
6.4.4	Col·locació de la manta protectora	22
6.4.5	Distribució dels perfils metàl·lics	22
6.4.6	Col·locació de la grava de les vores	22
6.4.7	Col·locació dels geotèxtils	22
6.4.8	Ubicació del sistema de seguretat definitiu	22
6.4.9	Col·locació de la grava de drenatge	23

6.4.10 Col·locació del substrat.....	23
6.4.11 Instal·lació de reg.....	23
6.4.12 Plantació	23
6.5 Descripció de les feines a realitzar a la zona 2	23
6.5.1 Instal·lació del sistema de seguretat provisional.....	23
6.5.2 Instal·lació del sistema de seguretat definitiu	24
6.5.3 Retirada de grava i emmagatzematge	24
6.5.4 Col·locació de la manta protectora	24
6.5.5 Canvi de les claraboies.....	24
6.5.6 Ubicació dels rastells de fusta de la tarima.....	24
6.5.7 Col·locació de la grava	24
6.5.8 Instal·lació de la segona part de la tarima	25
6.5.9 Lluminares.....	26
6.5.10 Mobiliari urbà	27
6.5.11 Vegetació.....	27
7. Manteniment.....	28
8. Programació de l'execució	29
9. Pressupost	31

1. OBJECTE I ANTECEDENTS

1.1 Objectiu

El projecte té per objectiu el disseny d'una coberta verda a l'edifici PII de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona. Tot tenint en compte el conjunt d'aspectes tècnics, econòmics i estètics que requereixen un projecte com el que es planteja.

1.2 Definició de coberta verda

Les cobertes verdes són espais verds ubicats sobre construccions que poden tenir uns requisits de manteniment similars als espais verds implantats sobre el sòl. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012). A l'annex 1 es descriuen els diferents tipus de coberta verda i els seus components.

1.3 Antecedents

Sistemes que millorin el medi ambient i que promoguin un desenvolupament sostenible són molt necessaris avui en dia, on les amenaces del canvi climàtic, la contaminació, la desforestació i pèrdua de biodiversitat són una realitat del dia a dia. Com a resposta a aquestes amenaces al medi ambient s'han promogut diferents accions des de institucions i governs. Un exemple d'elles són els Objectius de desenvolupament sostenible inclosos en l'Agenda 2030 de l'ONU, on s'inclouen metes contra el canvi climàtic, de promoció de la biodiversitat, de benestar, de desenvolupament de ciutats sostenibles i d'estalvi d'aigua i energia (Programa de les Nacions Unides pel desenvolupament, 2018).

Les cobertes verdes demostren ser una eina eficaç en pro de la sostenibilitat de les ciutats i el benestar de les persones. Els seus avantatges estan àmpliament desenvolupats a l'Annex 1:

- 1) Integració paisatgística
- 2) Purificació de l'aire
- 3) Reducció de les inundacions a les ciutats
- 4) Reducció de l'efecte illa de calor
- 5) Increment de la biodiversitat

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- 6) Increment de l'eficiència dels panells solars
- 7) Aïllament acústic i tèrmic
- 8) Elongació de la vida útil de l'estructura de la coberta
- 9) Avantatges socials

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. CONDICIONANTS DEL PROJECTE

2.1 Condicionants naturals

Per a determinar les espècies a implantar sobre la coberta, es tenen en compte els següents condicionants naturals: temperatura, precipitacions, vent, exposició solar, substrat (tipus i profunditat), qualitat d'aigua de reg.

El clima de la zona és de tipus xèric, amb estius àrids i hiverns suaus. Tot i que hi ha presència de vents, aquests són suaus i no representen un gran risc per a la instal·lació (Annex 2).

L'exposició solar és elevada a la zona 1 durant tot l'any, mentre que la zona 2 es veu afectada per ombres creades per l'edifici adjacent i per la zona 1.

El substrat que s'utilitzi variarà en funció de la càrrega màxima que pot suportar l'estructura. Aquest ha de tenir capacitat drenant i ser lleuger, compostant-se d'una part de material inert lleuger i una altra de material orgànic.

2.2 Condicionants legals

El present projecte es basa en la legislació i normativa següents:

- L'edifici on s'hi establirà la coberta es troba implantat en sòl urbanitzable segons el Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC). (Generalitat de Catalunya, 2018)
- Codi tècnic de l'edificació. Document bàsic de seguretat estructural (SE); Document bàsic d'utilització i accessibilitat, secció SUA 1 de seguretat davant el risc de caigudes; Document bàsic de protecció contra el soroll (HR); Document bàsic estalvi d'energia (HE); Document bàsic salubritat (HS); Document bàsic de seguretat davant incendi (SI). (CTE, 2006)
- Reial Decret 1627/1997, de 24 de octubre (BOE-A-1997-22614), pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en obres de construcció. Modificat pel Reial Decret 2177/2004 de 12 de novembre (BOE-A-2004-19311), Reial Decret 604/2006 de 19 de maig (BOE-A-2006-9379),

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Reial Decret 1109/2007 de 24 d'agost (BOE-A-2007-15766) i Reial Decret 337/2010 de 19 de març (BOE-A-2010-4765).

- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de Riscos Laborals (BOE-A-1995-24292). Modificada per la Llei 50/1998, de 30 de desembre (BOE-A-1998-30155), la Llei 39/1999, de 5 de novembre (BOE-A-1999-21568), Reial Decret Legislatiu 5/2000, de 4 d'agost (BOE-A-2000-15060), Llei 54/2003, de 12 de desembre (BOE-A-2003-22861), Llei 30/2005, de 29 de desembre (BOE-A-2005-21525), Llei 31/2006, de 18 d'octubre (BOE-A-2006-18204), Llei Orgànica 3/2007, de 22 de març (BOE-A-2007-6115), Llei 25/2009, de 22 de desembre (BOE-A-2009-20725), Llei 32/2010, de 5 d'agost (BOE-A-2010-12616), Llei 14/2013, de 27 de setembre (BOE-A-2013-10074), Llei 35/2014, de 26 de desembre (BOE-A-2014-13568) i Ordre ESS/1452/2016 de 10 Juny (BOE-A-2016-8361).
- Reial Decret 212/2002, de 22 de febrer, pel que es regulen les emissions sonores en l'entorn degudes a determinades màquines d'us a l'aire lliure (BOE-A-2002-4099). Modificada per el Reial Decret 524/2006, de 28 d'abril (BOE-A-2006-7900).
- Llei 30/2006, de 26 de juliol, de llavors, plantes de viver i recursos fitogenètics (BOE-A-2006-13555). Modificada per la Llei 25/2009, de 22 de desembre (BOE-A-2009-20725) i el Reial Decret 199/2017, de 3 de març (BOE-A-2017-2990).
- Reial Decret 630/2013, de 2 d'agost, pel que es regula el Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores.
- Llei 43/2002, de 20 de novembre, de sanitat vegetal. Modificada per Llei 2/2011, de 4 de març (BOE-A-2011-4117), Llei 4/2004, de 29 de desembre (Ref. BOE-A-2004-21831), Llei 62/2003, de 30 de desembre (BOE-A-2003-23936).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Reial Decret 58/2005, de 21 de gener, pel que s'adopten mesures de protecció contra la introducció i difusió al territori nacional i de la Comunitat Europea d'organismes nocius pels vegetals o productes vegetals, així com per a l'exportació i trànsit a països tercers.
- Norma Tècnica de Jardineria (NTJ) 11C de cobertes verdes de gener de 2012.
- Norma Tècnica de Jardineria (NTJ) 14A Especificacions generals de manteniment.
- UNE Suelos entarimados de madera exterior. Colocación. Especificaciones (UNE 56823:2008).

2.3 Condicionants del promotor

El promotor del projecte, és a dir, la Universitat de Girona, ha demanat que la vegetació es presenti en format alvèol per a la seva implantació i que aquesta sigui autòctona. També ha fixat el tipus de baranes i papereres a col·locar sobre la zona 2.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3. SITUACIÓ ACTUAL

La coberta de l'edifici PII es divideix en 2 nivells:

El primer, format per 5 cobertes elevades, 4 de les quals són quadrades i 1 rectangular de menors dimensions. Les parets que sostenen aquestes cobertes contenen grans finestres que proporcionen llum i ventilació natural a l'interior de l'edifici (Fig. 2). Tres de les cobertes també tenen claraboies quadrades al seu centre, amb un total de 7 claraboies. La impermeabilització de la coberta no conté la capa anti-arrels, la qual és completament necessària en cobertes vegetals. Aquest nivell s'anomenarà **Zona 1**, i és on s'hi implantarà de vegetació en alvèol.

El segon nivell està format pels passadissos entre les cobertes de la Zona 1. Bona part d'aquests presenten claraboies rodones d'1 metre de diàmetre. En total hi ha 28 claraboies rodones. Aquesta part de la coberta s'anomenarà **Zona 2** i és la que s'habilitarà per a l'accés al públic (Fig. 1).



Fig. 1: Zones de la coberta del PII.

Tota la coberta de l'edifici es troba protegida per una capa de grava que hauria de ser retirada per tal de permetre la instal·lació.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 2: Elements de la coberta

3.1 Localització i comunicacions

L'enjardinament es realitzarà a l'Escola Politècnica Superior (EPS) que es troba al nord del campus Montilivi de la Universitat de Girona (UdG), ubicat a la zona Sud-Est del municipi de Girona, limitant a l'est amb el municipi de Quart, pròxim al veïnat de la Creueta, tal i com es pot observar al plànol 1.

Aquesta està formada per 5 edificis, tal i com es pot veure al plànol 4:

- P I
- P II
- P III
- P IV
- Edifici Pesants

Les actuacions es realitzaran sobre part de la coberta de l'edifici PII,

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

L'accés a la zona més ràpid, des de fora de la ciutat de Girona, es pot realitzar a través de la N-II, i accedint a la carretera GIV-6703 per la corresponent sortida o directament per la carretera GIV-670 com s'indica al plànol 2 (emplaçament).

Es troba a 10-15 minuts del centre de la ciutat i a 100 Km aproximadament de la ciutat de Barcelona.

3.2 Accés a la coberta

Tal i com es mostra al plànol 5, l'accés actualment s'ha de fer a través de les finestres de l'edifici adjacent i és només utilitzat pel manteniment. Es proposa modificar l'obertura d'una de les finestres per convertir-la en porta d'accés. D'aquesta manera es garanteix l'entrada a persones amb mobilitat reduïda, al no necessitar cap tipus d'escala.

També es proposa la instal·lació d'una escala per a l'accés des de fora l'edifici per facilitar-ne el manteniment, sobretot per permetre un descens de les restes de poda, desbrossament, i tot tipus de residu que es pugui generar.

3.3 Drenatge

El drenatge es fa a través d'embornals distribuïts per tota la coberta. Cada coberta de la zona 1 disposa de 4 embornals. La zona 2 conté un total de 27 embornals distribuïts uniformement per la superfície, tal i com es pot veure al plànol 6.

Les baixants, tant de la zona 1 com els de la zona 2, travessen l'edifici pel seu interior, i es troben a plena vista, sense cap tipus d'ocultació (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5). Les úniques baixants que no es troben a l'interior són les dels embornals que es troben a les vores de la coberta, tal i com es poden veure a la Fig. 6.

Les canonades estan dimensionades per a una coberta sense vegetació que pugui absorbir part de l'aigua, per tant, estan sobredimensionades per al cas del present projecte, és a dir que no caldrà modificar-les.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

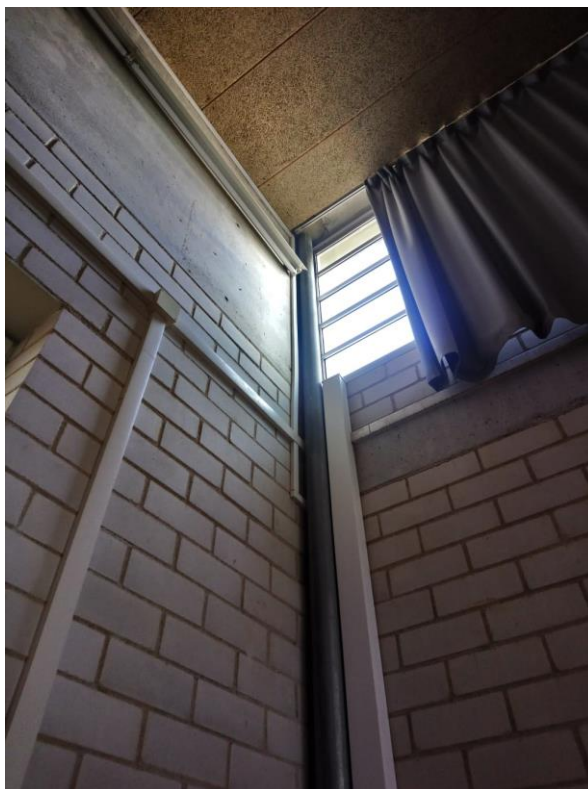


Fig. 3: Baixant de la zona 1



Fig. 4: Baixant de la zona 2

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 5: Conjunt de baixants de la zona 2

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 6: Baixants de la cara sud-est de l'edifici.

3.4 Diagnosi

L'objectiu de la coberta no és econòmic i per tant no representa un resultat d'aquest tipus. Els principals beneficis de la coberta són ecològics, estètics i mediambientals. Suposant un increment de l'àrea verda de la universitat i de la ciutat, del qual es veuen beneficiats tant les persones com la fauna de la zona.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4. ALTERNATIVES DEL PROJECTE

4.1 Zona 1

Les cobertes vegetals es componen de diverses capes i materials. Aquest apartat està destinat a avaluar de cada capa, quin material és el més adient en aquest cas.

Les capes que normalment componen una coberta verda són:

- Làmina impermeabilitzant i antiarrels
- Protecció del impermeabilitzant
- Capa de drenatge
- Capa filtrant de geotèxtil
- Substrat
- Vegetació
- Reg
- Malla antierosió.
- Perfils delimitadors.

A l'Annex 3, es desenvolupa en profunditat la identificació, avaluació i elecció dels materials. Aquí només se senyalaran els materials escollits.

4.1.1 Làmina impermeabilitzant

S'ha escollit col·locar una capa antiarrels sobre la impermeabilització actual (Opció 2).

4.1.2 Protecció de l'impermeabilitzant

S'ha seleccionat una manta de feltre (Manta A) d'un color estètic i amb capacitat d'absorbir aigua, a més, de protegir l'impermeabilitzant de cops.

4.1.3 Drenatge

S'utilitzarà la mateixa grava que actualment es troba a la coberta com a element drenant. Així s'estalvien recursos i es recicla aquest material.

4.1.4 Geotèxtil

El geotèxtil que s'utilitzarà és específic per a cobertes verdes. Té més resistència i més capacitat filtrant, el que permet una vida útil major del sistema.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4.1.5 Substrat

S'utilitzarà un substrat amb una fracció de sorra volcànica i una altra de matèria orgànica. A més, contindrà un adobat de fons per permetre un millor desenvolupament de la vegetació en les seves primeres fases.

4.1.6 Vegetació

S'utilitzaran espècies suculentes i varietats vivaces amb baixos requeriments i diferents èpoques de floració, per mantenir l'estètica de la coberta durant tot l'any.

Aquestes són:

- Suculentes
 - o *Sedum telephium*
 - o *Sedum acre*
 - o *Sedum dasyphyllum*
 - o *Sedum album*
- Vivaces
 - o *Aphyllanthes monspeliensis*
 - o *Globularia alypum*
 - o *Thymus vulgaris*

4.1.7 Reg

El sistema de reg serà per degoteig amb tub superficial.

4.1.8 Malla antierosió

No es col·locarà en aquest cas, al ser coberta plana.

4.1.9 Perfils delimitadors

Aquests es col·locaran separant les zones de protecció sense vegetació de les zones amb vegetació, vorejant tota la coberta i les respectives claraboies. Els perfils escollits són metàl·lics, estan perforats per permetre el drenatge de l'aigua i no és necessari subjectar-lo a la coberta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4.1.10 Sistema de seguretat

El sistema de seguretat que s'utilitzarà per al manteniment i les inspeccions de la coberta es basarà en un sistema de rails metàl·lics als quals els treballadors s'hi poden ancorar firmament però amb molta llibertat de moviment.

4.2 Zona 2

4.2.1 Paviment

S'ha escollit utilitzar un entarimat de fusta que recobreixi tota la superfície de la zona. És estètic, poc pesat, permet la circulació de cadires de rodes i és aïllant tèrmic.

4.2.2 Sistema de protecció de les claraboies

S'ha optat per substituir les claraboies actuals per unes de vidre trepitjable, millorant la circulació, estalviant espai, i evitant possibles accidents amb aquest element.

4.2.3 Jardineres

A aquesta zona també s'hi col·locarà vegetació, però aquesta es trobarà en jardineres. Les jardineres poden ser de diferents materials, d'entre els quals s'han escollit les de resina, per la seva lleugeresa, resistència i estètica.

4.2.4 Vegetació

La vegetació d'aquesta zona es compon per una espècie perenne i dues de temporada. Les que s'han escollit finalment han estat les següents:

- Espècie perenne: Boix (*Buxus sempervivens*)
- Espècie per la temporada de tardor-hivern: Vincapervinca (*Vinca difformis*)
- Espècie per la temporada de primavera-estiu: Calèndula (*Calendula officinalis*)

4.2.5 Bancs

Els bancs escollits per aquesta zona són de fusta de pi tractada amb autoclau i estructura metàl·lica, de mides 1x2x0,45 m

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5. CÀLCULS DEL REG

5.1 Zona 1

El sistema de reg per degoteig de la Zona 1 es compon de ramals, canonades secundàries i canonada principal. Aquesta canonada principal es connecta a un punt d'aigua que es troba a la zona 2, tal i com s'indica als plànols 13 i 14. En total el sistema es componrà per 215 ramals (43 per coberta) 5 canonades secundàries i 1 principal.

El reg s'efectuarà per sectors, tal i com s'indica al plànol 15, per a la qual cosa es disposarà de programador i electrovàlvules.

5.1.1 Càlculs agronòmics

Segons els càlculs desenvolupats a l'annex 6, els únics mesos en que les plantes necessiten un aport hídric extra són Juny, Juliol, Agost i Setembre amb uns valors de 33.1, 37.2, 21.8 i 5 mm/mes respectivament.

Tenint en compte que s'han d'afegir les quantitats d'aigua per ineficiències en el maneig i en la distribució del reg, els requeriments d'aigua per a cadascun dels mesos són:

- Juny: 37,95 mm
- Juliol: 42,64 mm
- Agost: 25,02 mm
- Setembre: 5,74 mm

Els emissors estaran distribuïts cada 30 cm, amb una separació entre ramals de 40 cm per garantir el reg de totes les plantes, ja que el substrat té molta capacitat drenant i poca profunditat. Els emissors tindran una caudal màxim de 1 L/h.

5.1.2 Càlculs hidrològics

Les conclusions dels càlculs hidrològics desenvolupats a l'annex 6 es mostren a la Taula 1:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 1: Característiques del sistema de reg

	D	Q	P
	Exterior (mm)	L/s	m.c.a
Ramal	12,00	0,02	10,46
Secundària	40,00	0,70	12,88
Principal	63,00	2,09	13,58

5.2 Zona 2

Les plantes en contenidor de la zona 2 es regaran manualment mitjançant mànegues que es connectaran a la canonada principal que alimenta els ramals de la zona 1. Es podrà accedir fàcilment als punts de connexió a través de caixes de registre.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6. PLA, PROGRAMA I PROCÈS

6.1 Pla

La coberta del P2 es divideix en 2 zones: la primera és la zona on s'hi implantarà la vegetació de baix requeriment, és a dir, és la coberta vegetal en sí. Es correspon amb les 5 cobertes més elevades. La segona zona es refereix a la part de la coberta més baixa i on s'hi trobarà el mobiliari urbà adequat per a l'ús del públic. Aquestes zones es veuen ben diferenciades al plànol 5.

L'execució del projecte serà encarregada a una empresa especialitzada en la jardineria i les cobertes verdes. El contracte inclourà l'execució del projecte i el manteniment de la vegetació durant els 2 primers anys des de la recepció de l'obra.

L'empresa contractada serà la responsable d'aportar tota la mà d'obra necessària per portar a terme el projecte correctament i en el període establert.

6.2 Programa i procés

El procés a seguir és el següent:

Zona 1:

Les tasques a realitzar a la zona 1 per ordre d'execució són:

- Instal·lació del sistema de seguretat provisorí.
- Retirada de la grava i emmagatzament.
- Neteja.
- Impermeabilització de la coberta amb funció anti-arrels.
- Col·locació de la manta protectora.
- Col·locació de les reixes dels imbornals.
- Distribució dels perfils metàl·lics.
- Col·locació de la grava a les vores.
- Col·locació del geotèxtil.
- Ubicació dels rails del sistema de seguretat definitiu.
- Col·locació de la grava interior.
- Col·locació del substrat.
- Instal·lació del sistema de reg.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Plantació.
- Realització del primer reg d'assentament.

Zona 2:

Les tasques a realitzar a la zona 2 per ordre d'execució són:

- Instal·lació del sistema de seguretat provisorí.
- Instal·lació del sistema de seguretat permanent.
- Retirada de grava.
- Neteja de la superfície.
- Col·locació de la manta protectora.
- Canvi de claraboies.
- Instal·lació de les canonades principals del reg.
- Ubicació dels rastells de fusta de la tarima.
- Col·locació de la grava.
- Col·locació del cablejat per a l'enllumenat.
- Col·locació de la part restant de la tarima.
- Instal·lació de les lluminàries.
- Instal·lació del mobiliari urbà i plantes.

Els treballs de manteniment de la vegetació es realitzaran un cop finalitzada i entregada l'obra, durant el període de garantia de 2 anys, en el qual es portaran a terme les feines descrites a l'apartat 7 de la memòria i a l'annex 11 per garantir la supervivència de les espècies implantades.

6.3 Determinació del nombre de plantes i dels volums de grava i substrat

6.3.1 Nombre de plantes

En el present apartat es determinaran el nombre de plantes de cada espècie necessari per a cada coberta.

Per determinar-ho es fa servir la següent fórmula:

$$\text{Núm. plantes} = D \cdot s$$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

On:

D , és la densitat de plantació.

s , és la superfície de coberta dedicada a aquella espècie en concret, i es calcula de la següent manera:

$$s = p \cdot S$$

On:

S , és la superfície total de la coberta.

p , és el percentatge de la superfície que es vulgui dedicar a aquella espècie.

A la Taula 3 es mostren els resultats dels càlculs desenvolupats a l'annex 5. S'han calculat les plantes necessàries per a cada coberta.

Taula 2: Nombre de plantes.

Espècie	Nom comú	Densitat (u/m ²)	Plantes per coberta quadrada	Plantes per coberta rectangular	Plantes totals
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Jonça	8	119	89	563
<i>Globularia alypum</i>	Coroneta blava	4	178	84	795
<i>Thymus vulgaris</i>	Farigola	9	400	189	1790
<i>Sedum telephium</i>	Bàlsam	20	889	640	4197
<i>Sedum acre</i>	Crespinell groc	20	1186	860	5603
<i>Sedum dasyphyllum</i>	Arròs de paret	20	593	640	3012
<i>Sedum album</i>	Crespinell blanc	20	1186	1060	5803
Total			4550	3082	21763

A l'annex 5, també s'hi troben descrites les característiques principals de cada espècie acompanyades de imatges.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.3.2 Determinació del volum de grava

Durant aquest apartat es determinaran els volums de grava, tant els que s'han de treure de la coberta, com els que s'han de tornar a col·locar per complir les funcions de drenatge i de les vores sense vegetació.

Segons els càlculs que es desenvolupen a l'annex 4, el volum de grava que cal extreure de la coberta és de 437,3 m³, dels quals 227,2 m³ s'hauran d'emmagatzemar en 364 Big Bags d'1 m³ de capacitat i de càrrega màxima 1000 kg. Un cop reforçat l'impermeabilitzant de la zona 1, i establerta la base de la tarima de la zona 2, aquest volum serà reincorporat a la coberta de la manera que es detalla a continuació:

- Zona 1:
 - A cada coberta quadrada:
Capa de drenatge: 14,8 m³.
Vora: 3,6 m³.
 - A la coberta rectangular:
Capa de drenatge: 11,06 m³.
Vora: 2,48 m³.

- Zona 2: 139,7 m³

6.3.3 Volum de substrat

A continuació s'indica el volum de substrat necessari per cobrir la zona 1. Els càlculs es desenvolupen amb detall a l'annex 4 de la memòria.

Els volums necessaris per a cada coberta són:

- A les quatre cobertes quadrades: 59,3 m³.
- A la coberta rectangular: 11,1 m³.
- **Total: 70,3 m³.**

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.4 Descripció de les feines a realitzar a la zona 1

6.4.1 Instal·lació dels sistemes de seguretat

El primer material a instal·lar sobre la coberta serà el sistema de seguretat per als operaris de l'obra. Aquest es un sistema de subjecció que es basarà en un conjunt de peces de formigó de 190 Kg cadascun, als quals els operaris es podran lligar directament, el que els mantindria subjectats a un punt fixe, o a un cable d'acer que va de peça a peça de formigó, el que permetria més llibertat de moviment. A la Fig. 7 es pot veure un exemple d'aquest sistema de seguretat.



Fig. 7: Sistema de subjecció amb sistema de pesos. (Tectonica online, s.d.)

6.4.2 Retirada de grava i emmagatzemat

Com ja s'ha esmentat, la coberta conté una capa de grava de 5 cm de gruix. Aquesta haurà de ser retirada i emmagatzemada per al seu posterior ús com a drenatge i per a les vores de la coberta vegetal.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

El material serà retirat manualment i col·locat als Big Bags. Aquests seran baixats al pàrquing de professors de la politècnica mitjançant una grua, on romandran fins que tornin a ser necessaris.

6.4.3 Làmina antiarrels

Un cop netejada la superfície de l'impermeabilitzant, es col·locarà una làmina antiarrels específica per a cobertes verdes de manera que cobreixi tota l'àrea de la coberta.

6.4.4 Col·locació de la manta protectora

Per sobre de l'impermeabilitzant, es col·locarà la manta protectora per protegir el material inferior de cops i punxonaments. Aquesta cobrirà tot l'impermeabilitzant, fins i tot la part que ascendeixi per la vora de la coberta (plànol 9).

6.4.5 Distribució dels perfils metàl·lics

Després de col·locar la manta, es distribuïran els perfils metàl·lics separats 30 cm de la vora de la coberta, formant un rectangle i delimitant les vores de grava, complint amb el que estableix la norma tècnica de jardineria corresponent. També se'n col·locaran vorejant les claraboies, separats 30 cm d'aquestes. Els perfils no cal que siguin fixats a l'estructura.

6.4.6 Col·locació de la grava de les vores

Es dispersarà la grava amb una alçada de 10 cm entre els perfils metàl·lics i les vores de la coberta. L'alçada ha de ser uniforme i cobrir tota la superfície.

6.4.7 Col·locació dels geotèxtils

Es procedeix a la col·locació del geotèxtil per tota la superfície que encara no té grava, tenint en compte els solapaments que indica el fabricant, i tenint cura de que la cara interna dels perfils metàl·lics també quedi coberta.

6.4.8 Ubicació del sistema de seguretat definitiu

Aquest sistema es basa en un conjunt de rails d'acer als quals s'hi subjecta una corda i un arnès. La base dels rails es cobreix amb la grava de drenatge i el substrat, els quals subjectaran el rail amb el seu propi pes en cas de caiguda, per tant no cal

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

perforar l'impermeabilitzant per ancorar-lo, tal i com es pot veure a l'apartat 2.10.1 de l'annex 3.

Els rails es distribuïran formant un quadrat a la zona de la coberta amb vegetació. Per a la seva instal·lació i les distàncies de seguretat es consultaran les especificacions del fabricant.

6.4.9 Col·locació de la grava de drenatge

La grava es distribueix fins formar una capa de 5 cm de gruix. S'ha de distribuir homogèniament i ha de cobrir la base dels rails del sistema de seguretat. Aquesta feina es realitzarà manualment i amb l'ajuda de la grua.

6.4.10 Col·locació del substrat

Sobre la grava s'aplica el substrat necessari mitjançant Big Bags i estenent-lo amb les eines necessàries fins formar una capa homogènia i que cobreixi tota la superfície delimitada pels perfils metàl·lics.

A partir d'aquest moment els operaris poden utilitzar el sistema de seguretat de rails.

6.4.11 Instal·lació de reg

Es procedirà a la instal·lació del reg des del punt de sortida d'aigua ubicat a la zona 2 de la coberta, col·locant primer la canonada principal, i derivant-la en les diferents canonades secundàries que es ramifiquen a cada coberta de la zona 1. A la zona 1 s'hi col·locaran els ramals distribuïts cada 40 cm.

La ubicació de les canonades i tubs es pot observar amb claredat al plànol 13.

6.4.12 Plantació

Sobre el substrat, es trasplantarà la vegetació escollida respectant les densitats de plantació establertes. Tot seguit es fa el primer reg d'assentament.

6.5 Descripció de les feines a realitzar a la zona 2

6.5.1 Instal·lació del sistema de seguretat provisional

Es tracta del mateix sistema utilitzat a la zona 1, tal i com es mostra a l'apartat 6.4.1.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.5.2 Instal·lació del sistema de seguretat definitiu

El sistema de seguretat definitiu de la zona 2 és el que també utilitzaran els usuaris de la coberta. Es tracta d'un sistema de baranes instal·lades a les vores que s'indiquen al plànol 8. Un cop se n'ha finalitzat la col·locació, els operaris poden prescindir del primer sistema de seguretat.

6.5.3 Retirada de grava i emmagatzematge

La grava es retirarà i emmagatzemarà de la mateixa manera que a la zona 1, tal i com es pot veure a l'apartat 6.4.2. Tot seguit es procedirà a la neteja de la superfície per a la correcta col·locació de la resta de capes.

6.5.4 Col·locació de la manta protectora

Aquesta capa de la coberta s'instal·larà tal i com s'especifica a l'apartat 6.4.4.

6.5.5 Canvi de les claraboies

La peça plàstica de les lluernes actuals serà retirada mitjançant les eines necessàries, i substituïda per unes de vidre trepitjables. Per a la instal·lació de les noves claraboies, s'aprofitarà l'estructura construïda de les anteriors. Un cop col·locades al seu lloc es procedeix a la impermeabilització de les juntes. S'ha de tenir en compte que la superfície de les claraboies ha de ser planera i coincident amb el nivell de la tarima.

6.5.6 Ubicació dels rastells de fusta de la tarima

Els rastells seran distribuïts per la zona 2 a la ubicació definitiva. S'han de tenir en compte les condicions del fabricant i el desnivell de la coberta, per tal d'obtenir una superfície plana per on circular. Aquests elements són la base de la tarima, i sobre seu s'hi assentarà la resta de l'estructura de fusta. Cal tenir en compte que les canonades del reg passaran entre aquests rastells.

6.5.7 Col·locació de la grava

Manualment i amb ajuda dels Big Bag i la grua, es depositarà la grava entre els rastells de manera que es distribueixi uniformement amb un gruix de 5 cm i cobrint tota la superfície de la coberta, deixant a la vista la cara superior dels rastells.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.5.8 Instal·lació de la segona part de la tarima

La part superior de la tarima estarà formada per un tauló (conjunt de taules paral·leles), instal·lat sobre els rastells i suports col·locats longitudinalment a aquesta. En aquest projecte és necessari que l'alçada mínima de la tarima sigui de 20 cm per tal de situar-se a l'alçada de la claraboia transitable.

Segons la norma UNE 56823 els rastells han de permetre l'evacuació de l'aigua sense impedir el seu curs. Per tant, sota ells s'han de col·locar suports que aniran fixats mecànicament. Es recomana que els rastells siguin de fusta o alumini per reduir-ne el pes sobre la coberta. Els suports s'adaptaran a la pendent de la coberta per tal de proporcionar una superfície plana.

A la Fig. 8 s'indiquen les parts de la tarima que s'han esmentat en el paràgraf anterior (suports, rastells i tauló).

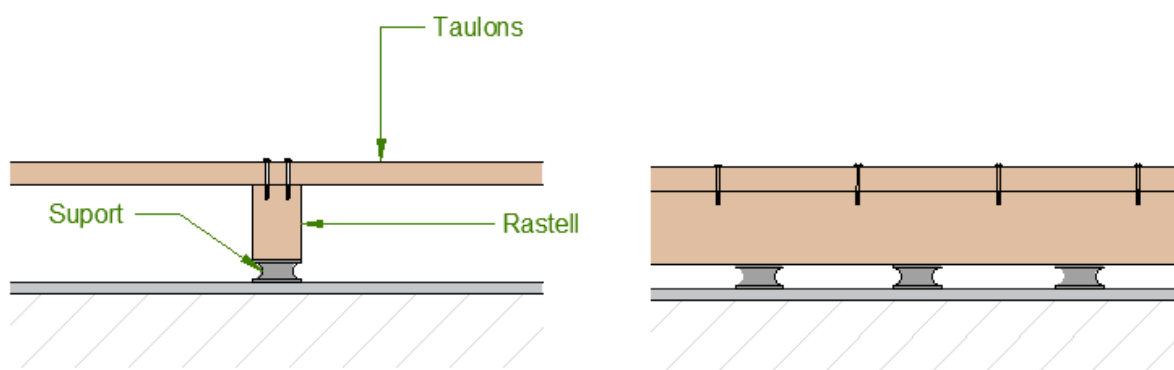


Fig. 8: Parts de la tarima

La separació entre llistons ve determinada per la Taula 3, extreta de la normativa corresponent.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 3: Separació mínima entre llistons segons el format de les taules. (UNE 56823, 2008).

Format de taula		Separació màxima entre eixos de rastrells en cm	Secció mínima recomenada del rastrell (gruix x amplada) en mm
Amplada de la taula en mm	Gruix de la taula en mm		
≤ 100	≤ 22	35-40	25x40
> 100 ≤ 120	≤ 22	35-40	30 x 45
	> 22 ≤ 27	40	
> 120 ≤ 140	≥ 22	35-40	30 x 45
	≥ 27	50	35 x 45
	≥ 35	60	40 x 55

Per instal·lar la tarima s'ha de començar per distribuir els suports a les zones adequades, per sobre d'aquests s'hi subjectaran els llistons/rastrells. Arribat aquest punt, es procedeix a estendre la grava d'aquesta zona, arribant als 5 cm de gruix. Tot seguit, es pot continuar amb la instal·lació de la tarima, de manera que, l'estructura s'adapti a la forma i mida de les claraboies.

El tipus de fusta, el color i la resta de característiques de la tarima es deixen a elecció del Director d'obra, que haurà de seguir la normativa UNE 56823 de 2008.

6.5.9 L·luminàries

Al finalitzar la col·locació de la tarima, es procedirà a la instal·lació de les lluminàries amb làmpades LED encastades a la fusta de la tarima tal i com es mostra a la Fig. 9.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

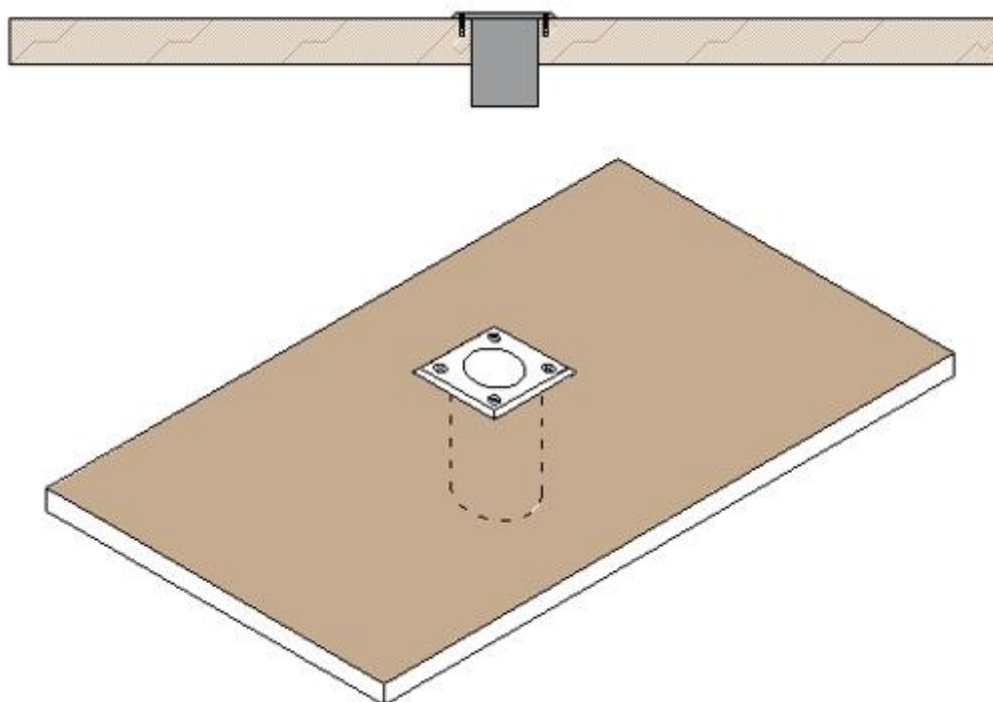


Fig. 9: Esquema de instal·lació de les lluminàries.

Les perforacions de a la tarima per permetre la col·locació de les lluminàries es realitzaran in-situ prenent les precaucions de seguretat corresponents i seguint les instruccions del fabricant.

6.5.10 Mobiliari urbà

Per tal de proporcionar elements de descans a la zona 2, s'instal·laran 21 bancs distribuïts tal i com es mostren al plànol 7. Aquests es col·locaran al centre del passadís i s'hi fixaran mecànicament a la tarima. També s'hi col·locaran 5 papereres per mantenir la higiene del jardí, distribuïdes tal i com es mostra al plànol 7.

6.5.11 Vegetació

Es col·locaran 26 jardineres de resina tal i com es mostra als plànol 7. Aquestes s'emplenaran amb una capa de grava a la base i el substrat de jardineria especificat. Tot seguit es procedeix al transplantament dels Boix i les Vincapervinca estipulats i finalment es realitza el primer reg.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

7. MANTENIMENT

L'objectiu principal del manteniment és garantir el desenvolupament de la vegetació implantada a la coberta, però també existeixen objectius secundaris, com mantenir una coberta estètica visualment i evitar incendis.

Es realitzaran inspeccions tècniques periòdicament per detectar possibles problemes en el sistema.

Les feines de la zona 1 en general aniran dirigides al manteniment de la vegetació, procurant un correcte desenvolupament eliminant les plantes adventícies invasores, es mantindran les vores de grava netes extraient qualsevol tipus de vegetació i retallant les plantes de la coberta que envaeixin la zona, etc. Tanmateix es mantindran nets els embornals i baixants per evitar entollaments entre altres feines detallades a l'annex 11.

Les feines de la zona 2 aniran dirigides al manteniment tant de la vegetació en contenidor com dels elements constructius, procurant mantenir nets i arreglats el mobiliari urbà i la tarima. Les feines es descriuen en profunditat a l'annex 11.

El pressupost del manteniment ascendeix a € anuals durant els primers 10 anys.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

8. PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ

El projecte de construcció de la coberta verda tindrà una duració estimada de 30 dies (1 mes) i, a partir de la recepció de l'obra, s'iniciarà el període de garantia de 2 anys, en el qual es portaran a terme els treballs de manteniment per part de l'empresa encarregada.

A la Taula 4 es mostren els períodes de temps de cada feina. A l'annex 8 es desenvolupen els càlculs de la programació i es mostren els gràfics corresponents.

Taula 4: Període de temps d'execució de cada feina.

Activitat	Període (dies)
Zona 1	
Retirada de la grava i emmagatzament	2,0
Neteja de la superfície	0,5
Col·locació de la làmina antiarrels i proves d'estanqueitat	4,0
Col·locació de la manta de protecció	3,0
Distribució dels perfils delimitadors	0,7
Col·locació del geotèxtil	1,0
Col·locació de les reixes sobre els embornals	0,2
Instal·lació del sistema de seguretat definitiu	1,0
Col·locació de la grava de les zones amb vegetació	0,6
Col·locació de la grava de les zones sense vegetació	0,6
Distribució del substrat	2,0
Instal·lació dels ramals de reg	4,0
Plantació	1,0
Zona 2	
Instal·lació de les baranes de seguretat	1,7
Retirada de la grava i emmagatzament	2,0
Neteja de la superfície de treball	1,0
Col·locació de la manta de protecció	3,5
Canvi de les claraboies	1,8
Instal·lació de les canonades principals de reg	3,0
Instal·lació dels cables de l'enllumenat	1,0
Ubicació dels rastells de la tarima	7,0
Col·locació de la grava	4,0
Instal·lació de la part restant de la tarima	7,0
Col·locació de les lluminàries	0,5
Instal·lació del mobiliari urbà	0,6
Col·locació de la vegetació en contenidor	0,6
Zones 1 i 2	
MANTENIMENT	2 anys

9. PRESSUPOST**Resum del pressupost****I.ZONA 1**

Capítol 1. Preparació de la superfície	5.959,17 €
Capítol 2. Impermeabilització i protecció	26.105,51 €
Capítol 3. Grava i substrat	4.017,37 €
Capítol 4. Vegetació	15.645,18 €
Capítol 5. Sistema de reg i drenatge	11.555,72 €
Capítol 6. Sistema de seguretat	39.694,15 €
Capítol 7. Altres	2.109,70 €

II. ZONA 2

Capítol 1. Preparació de la superfície	11.296,80 €
Capítol 2. Protecció de la superfície	6.057,04 €
Capítol 3. Grava	515,34 €
Capítol 4. Paviment	66.042,21 €
Capítol 5. Vegetació	6.034,07 €
Capítol 6. Sistemes de seguretat	9.303,97 €
Capítol 7. Instal·lació elèctrica	1.166,79 €
Capítol 8. Altres	10.902,97 €

III.MAQUINÀRIA

Capítol 1. Maquinària d'elevació	1.178,70 €
----------------------------------	------------

TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL	217.584,67 €
Despeses generals 13%	28.286,01 €
Benefici industrial 6%	13.055,08 €

EXECUCIÓ TOTAL PER CONTRACTA 258.925,75 €

IVA (21%) 54.374,41 €

PRESSUPOST GENERAL TOTAL 313.300,16 €

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

El pressupost del projecte ascendeix a DOS-CENTS DISET MIL CINC-CENTS VUITANTA-QUATRE EUROS AMB SEIXANTA-SET CÈNTIMS (217.584,67€) d'execució material, que després d'afegir el 13% de despeses generals, 6% de benefici industrial i el 21% d'IVA, suma la quantitat de **TRES-CENTS TRETZE MIL TRES-CENTS EUROS AMB SETZE CÈNTIMS (313.300,16€)** totals.

Girona, a 10 de Juny de 2019

L'estudiant del Grau en enginyeria agronòmica,

Ariana Secchi Tarrés.