

## **Treball final de grau**

**Estudi:** Grau en Enginyeria Agroalimentària

**Títol:** Projecte d'una indústria d'elaboració i distribució de fruits secs ubicada a Maçanet de la Selva (La Selva).

**Document:** Annexos de la Memòria

**Alumne:** Clàudia Plana Becerra

**Tutor:** Jaume Puig i Bargués

**Departament:** Enginyeria – Química, Agrària i Tecnologia Alimentària

**Àrea:** Enginyeria Agroforestal

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2016



## ÍNDEX D'ANNEXOS

ANNEX I. L'AVELLANA .....	1
ANNEX II. ESTUDI DE MERCAT .....	7
ANNEX III. ESTUDI D'ALTERNATIVES I ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR .....	15
ANNEX IV. ENGINYERIA I TECNOLOGIA DEL PROCÉS.....	28
ANNEX V. QUALITAT .....	47
ANNEX VI. EDIFICACIONS I CÀLCULS CONSTRUCTIUS .....	53
ANNEX VII. INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS.....	115
ANNEX VIII. INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA.....	123
ANNEX IX. INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT .....	139
ANNEX X. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA .....	152
ANNEX XI. INCIDÈNCIA AMBIENTAL .....	168
ANNEX XII. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT .....	174
ANNEX XIII. PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE .....	185
ANNEX XIV. JUSTIFICACIÓ DE PREUS .....	194
ANNEX XV. ESTUDI ECONÒMIC DE LA INVERSIÓ .....	220
ANNEX XVI. FONTS CONSULTADES .....	234

## **ANNEX I. L'AVELLANA**



1.	ANNEX I. L'AVELLANA .....	3
1.1.	INTRODUCCIÓ .....	3
1.2.	VARIETATS D'AVELLANES .....	4
1.3.	REQUERIMENTS EDAFOCLIMÀTICS.....	6

## 1. ANNEX I. L'AVELLANA

### 1.1. INTRODUCCIÓ

L'avellana és un fruit que prové de l'avellaner (*Corylus avellana*), un arbre que pertany a la família de les Betulàcies (*Betulaceae*). L'avellana té forma arrodonida i és petita (té 2cm de diàmetre aproximadament). L'avellana està formada per una closca no comestible de color canyella i una part interna comestible (el gra) de color blanc-groguenc que està envoltada d'una capa fina de color marronós que es desprèn fàcilment (Infoagro, 2010).

Les avellanes de qualitat són aquelles que contenen menys d'un 7% d'aigua. Si les avellanes no tenen aquesta humitat, és necessari deixar-les assecar (Infoagro, 2010).

Les avellanes, com la majoria dels fruits secs, presenten un contingut baix en aigua i elevat en greix (unes 670 kcal per 100g), proteïnes i fibra.

Pel que fa a la proteïna, és de qualitat ja que conté una quantitat important de l'aminoàcid L-arginina que ajuda a la prevenció de lesions en arteries i a la formació de coàguls a la sang.

Respecte als greixos, el 78% són mono insaturats i són rics en àcid oleic.

Quant a les vitamines, les avellanes contenen vitamina E i àcid fòlic. La vitamina E contribueix a que el fruit no s'enrancii i a nivell de salut, suposa un efecte preventiu addicional davant malalties cardiovasculars.

Les avellanes també són una bona font de minerals, ja que contenen una quantitat important de fòsfor i magnesi, una quantitat considerable de ferro i calci, i una quantitat acceptable de potassi i zinc. Per la bona relació calci/fòsfor, la llet d'avellanes és un aliment ideal per a les etapes de creixement i adolescència, ja que els dos nutrients juguen un paper important en la formació de l'ós; també és ideal per a gent d'avançada edat. A més a més, al no contenir lactosa, és un bon substitut a la llet de vaca (MAGRAMA, 2013).

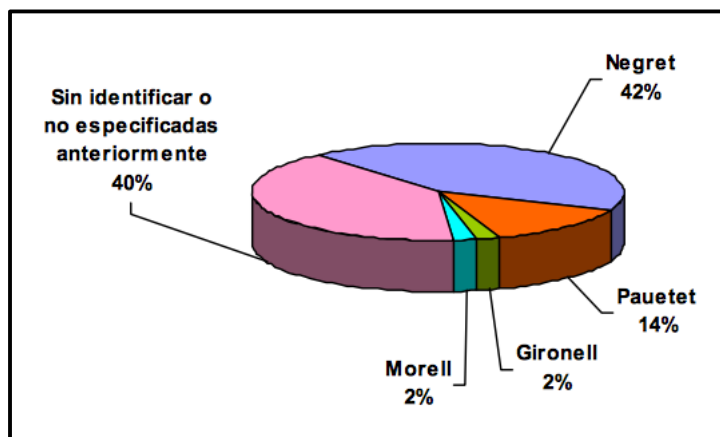
L'avellana es pot consumir directament extreta de la closca, o bé torrada, salada, fregida o com a ingredient afegit en torrons, xocolates i cacaos, gelats, amanides, salses, entre d'altres (Infoagro, 2010).

## 1.2. VARIETATS D'AVELLANES

Les avellanes es poden dividir en tres grups que pertanyen a les subespècies:

- *Corylus avellana racemosa* (Lam): té un fruit orbicular, branques obliqües, fulles grosses i nombroses, avellanes agrupades i voluminoses.
- *Corylus avellana glandulosa* (Lin): té un fruit gros, mitjà o petit en forma de gla o forma cònica amb una base més estreta.
- *Corylua avellana maxima* (Lam): és un arbre que fa fruit de forma globular, gros i de closca dura. Creix molt ràpidament.

A Espanya es cultiven diferents varietats d'avellanes (Figura 1.1). La principal és la varietat “Negret”, tot i que la “Pauetet” (*Corylus avellana glandulosa*) està en augment a nivell estatal.



**Figura 1.1.** Percentatges de les varietats utilitzades a nivell estatal l'any 2005.

(Tecnologías y Servicios Agrarios, 2011)

A continuació s'expliquen les dues principals varietats que es cultiven a Espanya:

- **Negret:** varietat poc vigorosa (Taula 1.1), amb una capacitat de brotada mitjana. Té una entrada en producció lenta però és capaç de rebrotar ràpidament. El creixement i caiguda del gra són tardans, però té un rendiment d'entre un 47 i un 49%. Són fruits de grandària petita, que forma grups de 3 o 4 i amb la closca dura (Figura 1.2). Té molt bona aptitud per al torrat. Se sol destinar a indústria (Tous, 2000).

És una varietat antiga d'origen espanyol i protegida per la Denominació d'Origen "Avellana de Reus" (Interempresas Media, S.L, 2016).

**Taula 1.1.** Característiques de l'arbre de la varietat Negret (Rovira, 2011)

Secció (cm <sup>2</sup> )	Alçada (cm)	Diàmetre (cm)	Volum (m <sup>3</sup> )
121,3	270,9	351,8	17,6



**Figura 1.2.** Avellana de la varietat Negret (Ruralcat, 2012)

- **Pauetet:** varietat vigorosa (Taula 1.2), amb una capacitat de brotada mitjana. Té una entrada en producció ràpida però té una capacitat de rebrotar moderada. El creixement i caiguda del gra és mitjà però té un rendiment d'entre un 46 i un 48%. Són fruits de grandària petita (Figura 1.3). Té bona aptitud per a la torrada. Se sol destinar a indústria (Tous, 2000).

**Taula 1.2.** Característiques de l'arbre de la varietat Pauetet (Rovira, 2011)

Secció (cm <sup>2</sup> )	Alçada (cm)	Diàmetre (cm)	Volum (m <sup>3</sup> )
157,5	343,0	410,0	30,4



**Figura 1.3.** Avellana de la varietat Pauetet (Ruralcat, 2012)

### 1.3. REQUERIMENTS EDAFOCLIMÀTICS

L'avellaner és un arbre de climes temperats, que necessita temperatures mitjanes anuals que han d'oscil·lar entre 12 i 16°C, amb un mínim de 700 hores-fred per sota de 7°C, i amb mínimes que no baixin dels -8°C (Infoagro, 2010).

És important que hi hagi un cert grau d'humitat, ja que aquesta afavoreix a la fructificació i desenvolupament de les avellanes.

Aquest clima correspon al que es troba a Catalunya, per tant en aquesta regió s'obtindran avellanes de qualitat.

## **ANNEX II. ESTUDI DE MERCAT**

2.	ANNEX II. ESTUDI DE MERCAT .....	9
2.1.	SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL MUNDIAL.....	9
2.2.	SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL ESTATAL .....	10
2.3.	SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL CATALÀ.....	12
2.4.	COMERCIALITZACIÓ DE L'AVELLANA.....	14
2.5.	CONCLUSIONS.....	14

## 2. ANNEX II. ESTUDI DE MERCAT

### 2.1. SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL MUNDIAL

La producció mundial d'avellanes està clarament diferenciada, ja que tal i com es pot veure en la Taula 2.1, Turquia és el país amb més producció d'avellanes, obtenint el 70% de tota la producció mundial (FAO, 2012).

**Taula 2.1.** Classificació dels deu primers països en producció d'avellanes l'any 2011  
(FAOSTAT, 2012)

Posició	País	Producció (t)
1	Turquia	660.000
2	Itàlia	85.232
3	Estats Units d'Amèrica	30.000
4	Azerbaitjan	29.624
5	Geòrgia	24.700
6	Xina	23.000
7	Iran	21.440
8	Espanya	13.900
9	França	8.358
10	Polònia	4.223

Tot i que Turquia és el líder en la producció d'avellanes, les explotacions turques tenen un rendiment inferior a les espanyoles ja que tenen una superfície 38,3 vegades superior i però el seu rendiment és 32,3% menor (FAOSTAT, 2009), com es desprèn de la Taula 2.2.



**Taula 2.2.** Rendiments de les produccions d'avellanes l'any 2008 (Font: FAOSTAT, 2009)

	2004/2008 (t)	2008 (ha)	Rendiment (kg/ha)
<b>Turquia</b>	612.000	640.000	<b>956,25</b>
<b>Itàlia</b>	122.400	68.750	1.780,36
<b>Espanya</b>	23.600	16.700	<b>1.413,17</b>
<b>Azerbaitjan</b>	41.000	27.000	1.518,52
<b>Altres</b>	22.000	27.000	814,81

## 2.2. SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL ESTATAL

La superfície dedicada al cultiu d'avellaners a Espanya ha anat disminuint al llarg del temps (Taula 2.3) passant de 17.945 a 16.736 en cinc anys.

**Taula 2.3.** Superfície dedicada al cultiu d'avellaners a Espanya entre els anys 2010 i 2015 (MAGRAMA, 2015)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Superfície (ha)</b>	17.945	17.462	17.162	17.337	17.343	16.736

La superfície dedicada al cultiu d'avellanes el 2015 va ser de 16.736 ha a Espanya. El repartiment d'aquesta superfície per comunitats autònomes s'indica en la Taula 2.4.

**Taula 2.4.** Distribució de la superfície dedicada al cultiu d'avellanes al territori espanyol (MAGRAMA, 2015)

Galícia	Astúries	Cantabria	País Basc	Navarra	La Rioja	Aragó	Catalunya	Castella i Lleó	Espanya
14	2	1	44	5	7	15	15.114	34	16.736

Tant a la Taula 2.4 com a la figura 2.3 s'observa que la producció estatal d'avellana està ubicada principalment a Catalunya i és considerablement superior respecte la de les altres comunitats autònomes. També s'observa amb claredat que dins el territori català, la província de Tarragona és la que té una major superfície dedicada a aquest cultiu.

La producció d'avellanes a Catalunya, suposa el 3% a nivell mundial i el 90% a nivell estatal (FAOSTAT, 2009).



**Figura 2.3.** Superfície destinada al cultiu d'avellaners a Espanya el 2010.  
(Tecnologías y Servicios Agrarios, 2011)

### 2.3. SITUACIÓ DEL MERCAT PRODUCTOR A NIVELL CATALÀ

Tal i com s'ha esmentat a l'apartat anterior, l'any 2015 a Catalunya es van dedicar 15.114 ha al cultiu de l'avellaner. Com que el 2014 la superfície de cultius de d'avellanes va ser de 12.298 ha (DARP, 2015), en el darrer any s'ha produït un increment en la superfície d'aquest conreu.

De les taules 2.5, 2.6 i 2.7, es pot deduir que la producció a Catalunya d'avellanes va disminuir entre els anys 2012 i 2014, Tot i això, sembla que hi haurà una tendència a anar augmentant la superfície de plantacions d'avellaners i, per tant, la seva producció, degut a l'increment de superfície comentat al paràgraf anterior.

Per altra banda, el consum en fresc de l'avellana va augmentar passant de 1.055 t l'any 2012 a 1.096 l'any 2014.

**Taula 2.5.** Superfícies de conreu d'avellanes i destinacions de la producció a Catalunya l'any 2014 (DARP, 2015)

	Producció (ha)	Consum en fresc (t)	Per transformar (t)
Barcelona	78	10	44
Girona	947	1.079	-
Lleida	9	7	2
Tarragona	11.264	-	11.504
Catalunya	12.298	1.096	11.550

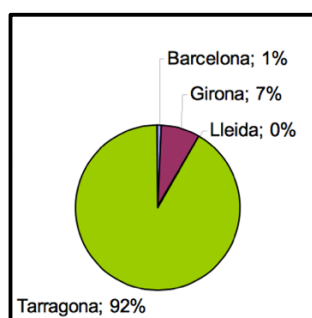
**Taula 2.6.** Superfícies de conreu d'avellanes i destinacions de la producció a Catalunya l'any 2013 (DARP, 2015)

	Producció (ha)	Consum en fresc (t)	Per transformar (t)
Barcelona	103	9	32
Girona	926	1.083	-
Lleida	10	3	2
Tarragona	11.478	-	13.096
Catalunya	12.517	1.095	13.130

**Taula 2.7.** Superfícies de conreu d'avellanes i destinacions de la producció a Catalunya l'any 2012 (DARP, 2015)

	Producció (ha)	Consum en fresc (t)	Per transformar (t)
Barcelona	80	9	30
Girona	913	1.041	-
Lleida	9	5	-
Tarragona	11.674	-	12.674
Catalunya	12.676	1.055	12.704

Pel que fa a l'avellana, segueix essent Tarragona la província amb una producció més elevada d'avellanes l'any 2010, amb una clara diferència respecte les altres províncies. La segona és Girona, amb un 7% del total (Figura 6).



**Figura 2.6.** Distribució de la producció de l'avellaner a Catalunya el 2010. (DARP,2011)

#### **2.4. COMERCIALIZACIÓ DE L'AVELLANA**

Per a la comercialització de l'avellana existeixen les següents opcions:

- Venda directa al consumidor
- Venda a la indústria transformadora
- Venda a majoristes i minoristes

Referent a aquest tema no s'ha trobat gaire informació, però les taules 2.5, 2.6 i 2.7 mostren com la majoria d'avellanes són destinades a la indústria transformadora, ja que és un aliment que s'utilitza molt com a complement d'altres.

#### **2.5. CONCLUSIONS**

Per tal d'evitar costos de transport des de la zona de cultiu d'avellaners fins a la indústria, les avellanes es compraran a diversos productors de la província de Girona. Per altra banda, les avellanes es vendran a la indústria transformadora, ja que és el sector que més demana l'avellana.

I finalment, per tal de tenir una diferenciació respecte als productors d'avellanes que vénen directament les avellanes a la indústria transformadora, s'extraurà la closca de les avellanes, estalviant així aquest procés a les indústries que les utilitzen com a complement.

### **ANNEX III. ESTUDI D'ALTERNATIVES I ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR**

3.	ANNEX III. ESTUDI D'ALTERNATIVES I ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR .....	17
3.1.	ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR .....	17
3.2.	ESTUDI D'ALTERNATIVES EN L'EMMAGATZEMATGE DE L'AVELLANA AMB CLOSCA.....	24
3.3.	ESTUDI D'ALTERNATIVES EN L'ELECCIÓ DEL VOLUM DE TREBALL DE LA MAQUINÀRIA .....	25
3.4.	ESTUDI D'ALTERNATIVES DEL FORMAT D'UTILITZACIÓ DE LA CLOSCA ..	26

### 3. ANNEX III. ESTUDI D'ALTERNATIVES I ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR

En aquest annex, es realitza un estudi de les diferents alternatives que es poden tenir en el format de les avellanes, el seu envasament, en les diverses etapes del procés de producció i en diversos elements constructius.

#### 3.1. ELECCIÓ DEL PRODUCTE A ELABORAR

Els formats que es poden trobar al mercat en funció de la closca, són:

- Amb closca: avellana directament extreta de l'arbre i que només ha sofert un procés de neteja.
- Sense closca i pelada: avellana a la qual se li ha extret la closca i la capa fina que l'envolta.
- Sense closca i sense pelar: avellana a la qual només se li ha extret la closca.

Tot i això, al mercat hi ha diferents formats d'avellanes en funció de la mida:

- Enteres
- Trossejades: avellanes trossejades en trossos grossos (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Avellanes trossejades (Coselva, 2016)



- Molturades: avellanes esmicolades (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Avellanes molturades (Recetas artesanes, 2015)

En funció de quin tractament han sofert, es poden trobar avellanes:

- Naturals: avellanes que no han sofert cap tractament (Figura 3.3).



**Figura 3.3.** Avellanes naturals (Frutos Secos Auro, 2016)

- Torrades: avellanes que han sofert un tractament de torrada (Figura 3.4).



**Figura 3.5.** Avellanes torrades (Frutos Secos Auro, 2016)

- Salades: avellanes que han sofert un tractament de salament (Figura 3.6).



**Figura 3.6.** Avellanes salades (Dreamstime, 2016)

- Torrada i ensucrada: avellanes que han estat torrades i posteriorment ensucrades (Figura 3.7).



**Figura 3.7.** Avellanes ensucrades (My taste, 2015)

Finalment, en funció de l'envasament es poden trobar:

- Malla: avellanes en una malla (Figura 3.8).



**Figura 3.8.** Avellanes dins una malla (De mi pueblo, 2015)

-*Avantatges*: s'adapta molt bé al producte, és resistent i aplicable a màquines automàtiques, permeable i barata. A més a més, dóna una sensació de producte molt natural.

-*Inconvenients*: no protegeix de l'acció de microorganismes (fet que fa que no sigui utilitzable per a avellanes sense closca) i no protegeix de possibles cops durant el transport.

- Bossa de plàstic: avellanes envasades amb una bossa de plàstic sense variació de l'atmosfera.

-*Avantatges*: barata, dóna una millor imatge que l'opció anterior i és aplicable a màquines automàtiques.

-*Inconvenients*: no protegeix de l'acció de microorganismes (fet que fa que no sigui utilitzable per a avellanes sense closca).

- Bossa de plàstic amb atmosfera protectora: avellanes envasades en una bossa de plàstic en què la composició de l'atmosfera és diferent i per tant és protectora (Figura 3.9).



**Figura 3.9.** Avellanes envasades amb atmosfera protectora i dins d'una bossa de plàstic (Coselva, 2016)

-*Avantatges*: s'evita l'oxidació produïda per l'oxigen i es preveu l'enranciment dels greixos i la degradació de vitamines, fent així que les qualitats organolèptiques no es vegin afectades. S'obté una protecció total del producte allargant la vida útil d'aquest.

-*Inconvenients*: tecnologia més cara.

- Bossa de plàstic al buit: avellanes envasades en una bossa de plàstic i al buit (Figura 3.10).



**Figura 3.10.** Avellanes envasades al buit dins d'una bossa de plàstic (Coselva, 2016)

-*Avantatges*: s'augmenta la vida útil del producte ja que els microorganismes aeròbics no tenen accés a les avellanes. Es conserven les propietats organolèptiques.

-*Inconvenients*: tecnologia més cara i visualment no és molt estètic.

- Sac: avellanes en un sac (Figura 3.11).



**Figura 3.12.** Sac adient per a l'emmagatzematge d'avellanes (Dreamstime, 2016)

-*Avantatges*: envàs que proporciona una sensació de producte molt artesanal i molt natural. Barats. Permeables.

-*Inconvenients*: el client no pot observar en quin estat està el producte. No donen protecció enfront microorganismes, fet que fa que aquest tipus d'envàs només sigui aplicable a avellanes amb closca.

- Llauna: llauna metàl·lica adient per a l'envasat d'avellanes (Figura 3.13).



**Figura 3.13.** Llauna per a l'envasat d'avellanes (Taringa, 2015)

-*Avantatges*: bona conservació, es poden transportar fàcilment, d'ús pràctic, resistent a cops i aïllament total de gasos i microorganismes, total impermeabilitat si no hi ha defectes de tancament. Perfecte per avellanes torrades i ensucrades.

-*Inconvenients*: no es veu un producte molt natural i que ha estat sotmès a tractaments. És més car que altres envasos.

- Pot de vidre: pot de vidre que s'utilitza per a l'envasament d'avellanes (Figura 3.14).



**Figura 3.14.** Envàs de vidre (Pintarest, 2016)

-*Avantatges*: dóna un aspecte de qualitat, el client pot veure l'estat del producte, no reacciona amb l'aliment, no és porós i per tant no hi poden accedir els microorganismes, el que augmenta la vida útil. Perfecte per avellanes torrades i ensucrades.

-*Inconvenients*: fràgil a cops i més car que altres tecnologies.

- Big bag: bossa teixida de plàstic amb una capacitat de d'entre 500 i 4.000 kg que s'utilitza per a comercialització a granel (Figura 3.15).



**Figura 3.15.** Big bag (Abruzzo, 2016)

-**Avantatges:** molt econòmic, no és necessari cap embalatge addicional ja que el producte queda totalment protegit, estalvia espai de magatzematge i agilitza les operacions d'emplenat i buidat.

-**Inconvenients:** no es poden moure amb la mà (Sacos Big Bag, 2015).

La finalitat de la indústria és rebre les avellanes de la zona de producció, passar pel procés corresponent per tal de separar el gra de la closca i envasar-les.

Les avellanes es vendran amb el format de big-bags paletitzats de 1.000 kg, ja que és el més còmode i econòmic.

Quan a material, és de polipropilè, ja que és adient per a productes alimentaris (Buffers USA, 2014).

### **3.2. ESTUDI D'ALTERNATIVES EN L'EMMAGATZEMATGE DE L'AVELLANA AMB CLOSCA**

Un cop arriben les avellanes a la indústria, es plantegen dues opcions:

- **Assecatge de l'avellana com a pas previ a l'emmagatzematge de la matèria primera**

-Avantatges:

- L'avellana pot ser emmagatzemada per un període fins a 2 anys sense que les seves qualitats organolèptiques es vegin alterades.
- L'avellana es podrà tractar en un moment posterior en què hi hagi un augment en el preu de venda per possibles fluctuacions de mercat.

-Inconvenients:

- És necessari un volum important d'emmagatzematge.
- Es consumirà energia.

- **Emmagatzemar directament l'avellana tal qual arriba**

-Avantatges:

- No caldrà assecar i per tant no es perdrà temps de procés.
- Estalvi energètic.

-Inconvenients:

- Un cop les avellanes arribin a la indústria, s'han de tractar ràpidament per tal de que no pateixin contaminacions per insectes o microorganismes.
- No existeix l'opció de poder processar l'avellana amb posterioritat per tal de vendre-la a un preu més elevat per les fluctuacions del mercat.

S'escull la opció de no assecar les avellanes un cop arriben a la indústria, ja que es tracta d'una indústria de producció i volum petita. Aquesta opció s'estudiaria de nou en el cas de que en un futur s'augmentés la productivitat.

### **3.3. ESTUDI D'ALTERNATIVES EN L'ELECCIÓ DEL VOLUM DE TREBALL DE LA MAQUINÀRIA**

Com a alternatives del procés productiu existeixen dues opcions quan a capacitat de maquinària:

- **Processar 500 kg d'avellana amb closca/h**

-Avantatges:

- Maquinària més senzilla amb costos de manteniments i reparacions inferiors.
- Cost d'adquisició inferior ja que les màquines són més petites.



-Inconvenients:

- Més temps de procés productiu ja que per treballar amb la mateixa quantitat de producte s'han de treballar més hores, fet que comporta augmentar torns de treball ja que el procés productiu està limitat a 3 setmanes.
- Condiciona a l'empresa en cas de voler augmentar la producció en un futur.

- **Processar 1.500 kg d'avellana amb closca/h.**

-Avantatges:

- Més kg d'avellanes processades en el mateix temps.
- Millor adaptabilitat en cas d'expansió de la producció de l'empresa.

-Inconvenients:

- Cost d'adquisició superior.

S'escull l'opció d'utilitzar maquinària amb una capacitat de tractament de 1.500 kg/h perquè tot i ser una empresa petita, es vol que sigui competitiva i per tant aportar com més kg al mercat millor. S'ha estimat que es produiran 8.000 kg d'avellanes sense closca/dia, el que suposa 1.510 kg avellanes/hora amb el que l'opció de 500 kg/hora quedaria molt petita.

### **3.4. ESTUDI D'ALTERNATIVES DEL FORMAT D'UTILITZACIÓ DE LA CLOSCA**

La closca es pot utilitzar com a combustible en la caldera de biomassa per tal d'obtenir energia. Aquesta es pot tenir en els següents formats:

- **Tal qual surt de la trencadora**

-Avantatges:

- Procés més senzill.
- Estalvi en mà d'obra.
- Estalvi en l'adquisició de maquinària per no haver de fer cap tractament a la closca després del trencament i separació del gra.

-Inconvenients:

- La closca sencera ocupa més espai.

- **Triturada**

-Avantatges:

- Menys espai ocupat, ja que el volum de la closca triturada és inferior al de la closca tal qual surt de la trencadora.

-Inconvenients:

- Cost energètic afegit.
- Més complicació del procés productiu i de les instal·lacions.
- Despesa econòmica en maquinària i el seu manteniment.

S'escull la opció de la no trituració de la closca pels següents motius:

-Hi ha estalvi econòmic.

-Hi ha estalvi d'espai.

-Procés més senzill

-Com que la primera opció té més avantatges, i no es vol que es compliqui el procés productiu, s'utilitza aquesta. La closca que sobri després de que s'hagi utilitzat per a la caldera de biomassa, s'envasará també en big-bags i es comercialitzarà, ja que té un elevat poder calorífic.

## **ANNEX IV. ENGINYERIA I TECNOLOGIA** **DEL PROCÉS**

4.	ANNEX IV. ENGINYERIA I TECNOLOGIA DEL PROCÉS.....	30
4.1.	PROGRAMA PRODUCTIU.....	30
4.2.	PROCÉS PRODUCTIU.....	30
4.3.	MAQUINÀRIA UTILITZADA.....	34
4.4.	PLA PRODUCTIU.....	44
4.5.	DESCRIPCIÓ DE LES TASQUES DELS TREBALLADORS.....	45

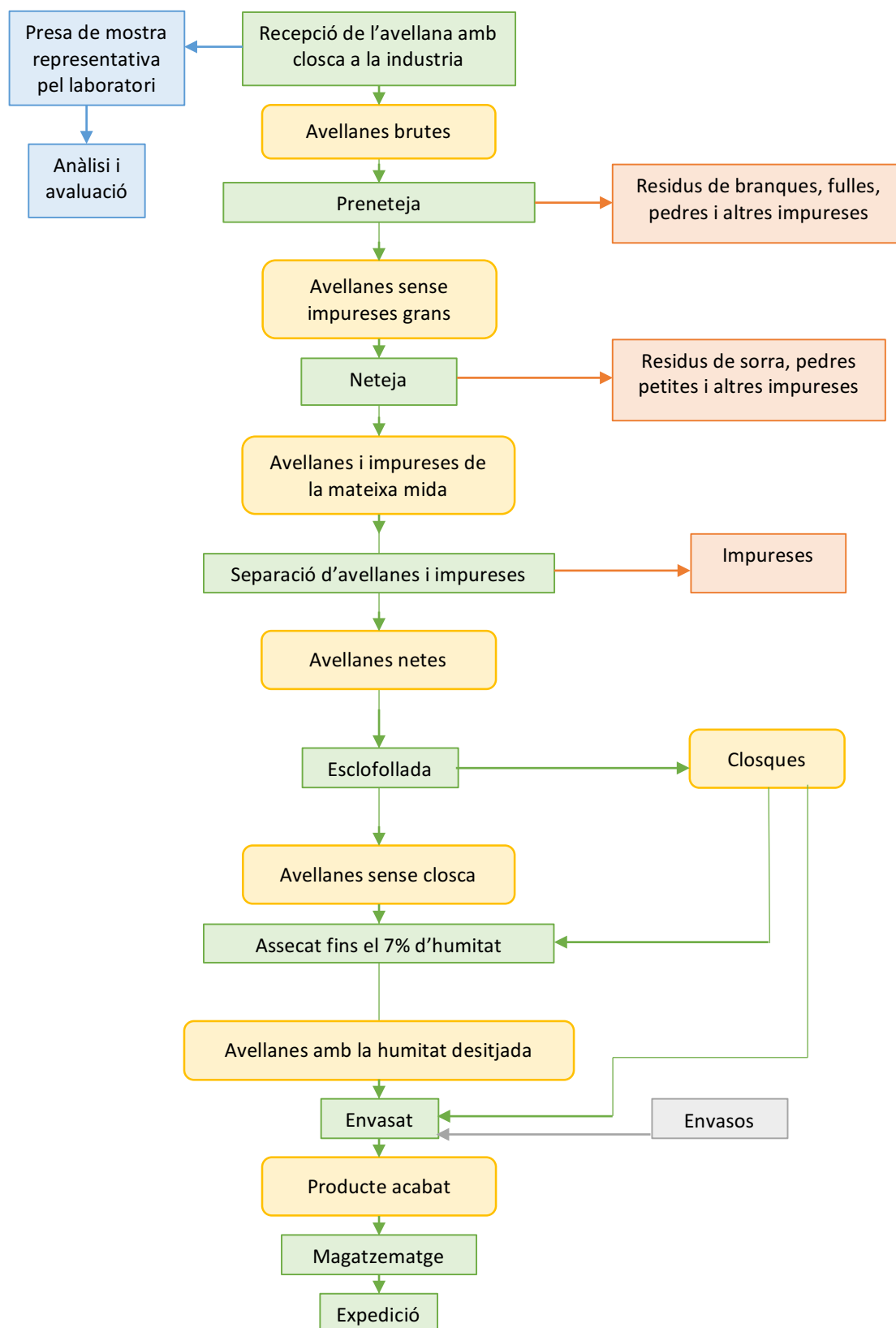
#### **4. ANNEX IV. ENGINYERIA I TECNOLOGIA DEL PROCÉS**

##### **4.1. PROGRAMA PRODUCTIU**

La indústria es dedicarà a la recepció d'avellanes i desclofollar-les per tal d'obtenir el gra. Les closques extretes s'utilitzaran com a font d'energia per a l'assecatge. En el cas de que sobrin closques s'envasaran en *big-bags* de 1.000 kg per a la posterior comercialització.

##### **4.2. PROCÉS PRODUCTIU**

A la figura 4.1 es mostra el diagrama de flux que segueix la indústria.



**Figura 4.1.** Diagrama de flux del procés

A continuació s'expliquen detalladament les etapes del procés productiu:

- Recepció de l'avellana amb closca a la indústria: les avellanes arriben a la indústria mitjançant camions o carros remolcs i es dispositen a la tremuja de recepció del producte. L'encarregat/da de fer la recepció de les avellanes a la fàbrica també agafa una mostra representativa per ser analitzada al laboratori. Les determinacions que es faran estan descrites a l'Annex V. Control de Qualitat.  
En aquesta etapa també té lloc la preneteja que s'efectua mitjançant garbellament. Es realitza per tal de fer una primera neteja i eliminar pedres, fulles, branques i altres impureses de mida gran que hagin pogut quedar barrejades amb les avellanes durant la recol·lecció.  
Les avellanes que prèviament estaven a la tremuja de recepció, passen a la cinta transportadora gràcies al dosificador vibrant. De la cinta transportadora passen al cicló de la següent etapa.
- Neteja: un cop s'han eliminat les impureses més grans, passen al procés d'eliminar les impureses restants mitjançant un cargol sense fi. La neteja es fa mitjançant un cicló.
- Separació d'avellanes i impureses: per acabar el procés de neteja, les avellanes passen per un altre cicló per tal d'eliminar les impureses més fines com per exemple la pols.
- Esclofollada: un cop es tenen les avellanes netes, passen per el procés de trencar la clova i separar-la del gra. Primer passen per una màquina que trenca la clova i el conjunt de gra més clova passen a ser separats per una segona màquina. Després passen per un control visual per tal d'eliminar les avellanes amb coloracions anormals, amb defectes o que es vegin de mala qualitat.
- Emmagatzematge de les closques: les closques passen a uns dipòsits d'espera. D'aquí s'utilitzaran les necessàries en la caldera de biomassa per tal de realitzar la següent etapa. Les sobrants passaran a l'etapa d'envasament.

- Assecatge: aquesta és una etapa molt important del procés, ja que les avellanes que no tenen la humitat desitjada no són de tant bona qualitat. Es deixen assecar aquelles que tenen una humitat superior al 7%. Un cop s'han assecat passen als contenidors de producte acabat.
- Envasament: un cop el gra ha assolit la humitat desitjada, passa al procés d'envasament. Per a l'envasament en *big-bags*, es necessitarà un carretó elevador, que evocarà el gra dels contenidors de producte acabat a una tremuja (fent la funció d'embut), assentada en una estructura que permet subjectar el big-bag. Després es fa el pesatge mitjançant una bàscula.

A l'etiqueta hi haurà de constar (Reial Decret 126/2015).

- Nom, domicili, telèfon/fax de l'empresa
- Nom del producte que es comercialitza
- Període de processat
- Data d'envasament
- Número de lot
- Condicions de conservació i/o utilització
- Quantitat neta de l'aliment
- Data de caducitat o data de duració mínima del producte
- País d'origen del producte

Per altra banda, també s'envasaran aquelles closques que hagin sobrat després de l'etapa d'assecatge. S'envasaran en *big-bags* de 1.000 kg.



- Emmagatzematge: l'empresa té per objectiu que l'avellana no quedi llargs períodes emmagatzemada i per tant, s'intenta treballar sota comanda. El producte, un cop envasat, es guardarà al magatzem de producte final amb condicions de ventilació normal i a temperatura ambient, on la llum directa del sol i la pluja no hi tindran accés. Com a molt hi podrà estar 2 setmanes. Si per algun motiu les avellanes haguessin de passar més temps, hi hauria dues opcions. La primera seria contractar una empresa que emmagatzemés les avellanes en condicions de refrigeració i/o d'atmosfera controlada i la segona seria vendre l'avellana a la llotja de Reus.
- Expedició: el preu de transport anirà sempre a càrrec del client. Aquest tindrà les dues següents opcions:
  - Recollir ell mateix el producte.
  - Contractar una empresa de transports.

#### **4.3. MAQUINÀRIA UTILITZADA**

- Tremuja de recepció: la recepció de la matèria primera es fa en una tremuja de recepció (Figura 4.2 ). Allà s'hi dipositarà la matèria primera tal qual arriba a la indústria. Mitjançant un vibrador, la matèria primera es dosifica sobre una cinta transportadora, que porta les avellanes fins la màquina utilitzada en l'etapa següent. Aquesta tremuja porta incorporada una reixa superior vibratòria encarregada d'eliminar elements no desitjats i a la part inferior un dosificador vibrant que fa caure la matèria primera sobre una cinta transportadora. El conjunt té un preu de 8.500€.

##### **Característiques de la tremuja:**

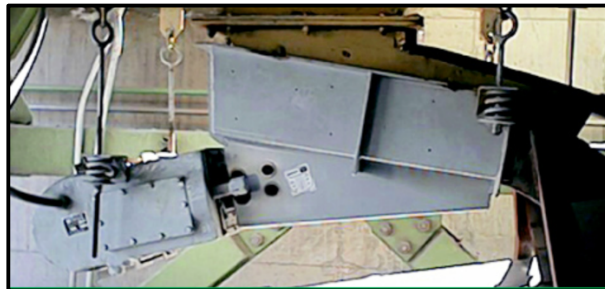
- Material: acer inoxidable
- Dimensions: 1300 mm x 1000 mm x 500 mm
- Capacitat: 500kg.
- Preu: 1.300 €



**Figura 4.2.** Tremuja de recepció que passa a la cinta transportadora mitjançant el vibrador (Hellopro, 2016)

**Característiques de l'alimentador vibrant (Figura 4.3.):**

- Tensió d'alimentació: 220 V i 50 Hz, monofàsica
- Intensitat: 10 A
- Factor de potència: 0,85
- Preu: 660 €



**Figura 4.3.** Alimentador vibrant electromagnètic (Vibromaq, 2014)

**Característiques de la cinta transportadora (també apte per a la resta de cintes transportadores):**

- Potència: 1,5 KW
- Factor de potència: 0,85
- Tensió d'alimentació: 400 V, trifàsica
- Capacitat: 1.500 kg/h
- Preu: 1030 €

- Ciclons: les avellanes sense impureses grosses, passen per un primer cicló (Figura 4.4) de separació s'eliminen la resta d'impureses petites. Un cop s'obtenen les avellanes netes, mitjançant una cinta transportadora passen al següent cicló amb les mateixes característiques per tal d'eliminar la pols i impureses molt petites, on d'aquí surten completament netes.



**Figura 4.4.** Cicló separador de partícules (Boudet, 2015)

**Característiques dels ciclons:**

- Potència: 9.000 W
  - Factor de potència: 0,85
  - Tensió d'alimentació: 400 V, trifàsica
  - Capacitat: 2.000 kg/h
  - Preu d'un cicló: 17.500 €
- Màquina de trencat: permet graduar la força del trencat en funció de la duresa de la clova.

**Funcionament:** les avellanes cauen a la tolva d'entrada i passen per una caixa classificadora. Tot seguit passen per un quadre trencador i finalment passen per 4 garbells cilíndrics que envien les closques i el gra a la màquina separadora.

#### **Característiques de la màquina de trencat (Figura 4.5):**

- Dimensions: 2,90 m x 2,10 m x 2,08 m
- Capacitat: 2.000 kg/h
- Potència: motor trifàsic (400 V) de 4 kW
- Factor de potència: 0,85
- Preu: 48.200 €



**Figura 4.5.** Màquina de trencat d'avellanes (José Borrell, 2013)

- Màquina separadora: un cop els grans han estat separats de les closques, aquests segueixen la línia de producció. Per contra, les closques s'emmagatzemen en una sitja per tal de que sigui utilitzada en la caldera de biomassa, i la sobrant sigui envasada.

**Funcionament:** la barreja de closques i gra cauen a la tolva d'entrada i passen per 1 caixa de garbellament composta per 3 pisos.

#### **Característiques de la màquina separadora (Figura 4.6):**

- Dimensions: 3,8 m x 2,0 m x 2,2 m
- Capacitat: 2.000 kg/h
- Potència: 1 motor elèctric trifàsic de 5,5 kW
- Factor de potència: 0,85
- Preu: 33.500 €



**Figura 4.6.** Màquina separadora (José Borrell, 2013)

- Dipòsit per a la closca: per a l'emmagatzematge de la closca s'utilitzen dipòsits. Es guarden les closques en ells per tal de que quan aquestes s'hagin d'utilitzar per a la caldera de biomassa, poder accedir fàcilment a elles. Les que sobren, passen al procés d'emmagatzematge.

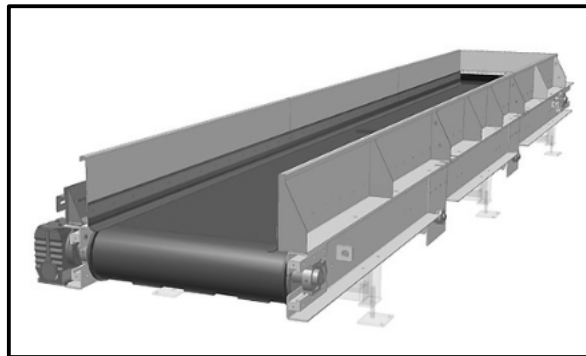
**Característiques del dipòsit per a la closca (Figura 4.7):**

- Dimensions: 1,5 m x 1,5 m x 2 m alçada total, 2 m<sup>2</sup>
- Quantitat: 3 dipòsits
- Material: xapa galvanitzada
- Preu d'un dipòsit: 300 €



**Figura 4.7.** Dipòsit per emmagatzemar la closca (Direct Industry, 2016)

- Banc de separació manual: els grans ennegrits o de poca qualitat, són eliminats ja que no es poden comercialitzar.
  - Dimensions: 1 m x 2, m x 1 m
  - Capacitat: 1.500 kg/h
  - Potència: 1 motor elèctric trifàsic (400 V) de 2 kW, 50 Hz
  - Factor de potència: 0,85
  - Preu: 1.760 €



**Figura 4.8.** Banc de separació manual (Axman, 2016)

- Assecatge: l'assecatge es realitza mitjançant un sistema d'assecatge per flux d'aire calent horitzontal. En aquesta etapa s'aseca el gra fins a una humitat del 7%. Mitjançant les closques i una caldera de biomassa, s'obté l'energia necessària per tal d'escalfar l'aire que passa per l'assecador gràcies a un ventilador centrífug.

**Característiques de l'assecador (Figura 4.9):**

- Dimensions: 4 m x 2 m x 1,5 m
- Capacitat: 233 kW, amb un sòlid com a combustible de com a màxim 3.300 kcal/(h·kg)
- Consum màxim: 50 kg de biomassa/h
- Potència: motor trifàsic (400 V)
- Factor de potència: 0,85
- Preu: 23.000 €

#### **Característiques del ventilador centrífug:**

- Cabal màxim: 20.000 m<sup>3</sup>
- Potència: 8 kW, trifàsic (400 V)



**Figura 4.9.** Assecador per flux d'aire calent horitzontal (José Borrell, 2013)

- Tremuges d'envasament: mitjançant una tremuja (que fa d'embut) i un suport per aguantar els big-bags, es procedeix a envasar les avellanes. S'utilitzen dues tremuges d'envasament, una per a les avellanes i una per a les closques.

#### **Característiques de la tremuja (4.10):**

- Dimensions: 1,2 m x 1,2 m x 0,9 m
- Preu d'una tremuja: 500 €



**Figura 4.10.** Tolva per a l'envasat en big-bags (Mercalux, 2016)

- Carretó elevador: s'utilitza en diverses ocasions del procés productiu. Al principi d'aquest per avocar la matèria primera a la tremuja de recepció si fa falta. Durant, si la quantitat de closques necessàries per a la caldera de biomassa és superior a la necessària, poder-les avocar a la tremuja d'envasament corresponent. I finalment, a mesura que van sortint les avellanes del procés d'assecatge per tal d'avocar-les a la tremuja d'envasament de producte acabat. Un cop envasades les closques i les avellanes, per tal de transportar els *big-bags* fins al magatzem de producte acabat.

El carretó elevador (Figura 4.11) es pot utilitzar amb les forquilles per transportar els palets des del magatzem d'envasos i palets fins a la tremuja corresponent i el producte acabat sobre el palet fins al magatzem de producte acabat, o amb una pala acoblable (Figura 4.12) a les forquilles.

#### **Característiques:**

- Motor: diesel
- Forquilles: 1,2 m de longitud
- Pala: 0,5 m<sup>3</sup> de capacitat
- Capacitat de càrrega: 3.000 kg
- Alçada d'elevació: 4,6 m
- Preu: 12.000€



**Figura 4.11.** Carretó elevador (Direct Industry, 2016)

•





**Figura 4.12.** Pala acoblable (Goubard, 2013)

- Bàscula: el pesatge dels *big-bags* es realitza mitjançant una bàscula de plataforma. No és necessària la construcció d'una fossa ja que s'instal·la directament al terra. La bàscula (Figura 4.13) està connectada a lector de pes/tara amb pantalla de LED.

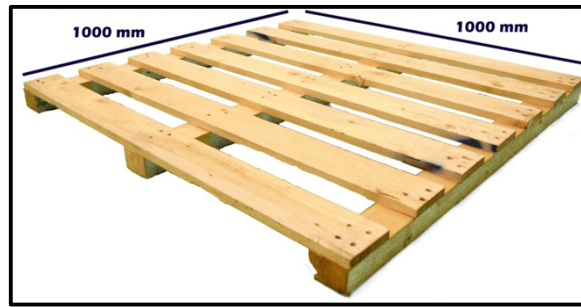
**Característiques:**

- Tensió d'alimentació: 220 V, monofàsica
- Dimensions: 1 m x 1,2 m
- Capacitat de pes: 1.500 kg
- Material de les cèl·lules: 4 cèl·lules d'acer inoxidable
- Precisió: 500 g
- Preu: 320 €



**Figura 4.13.** Bàscula utilitzada pel pesatge dels *big-bags* (Sistemas de Pesaje Industrial, 2016)

- **Palets:** s'utilitzen palets homologat (Figura 4.14) de 1 m x 1 m x 0,14 m.



**Figura 4.14.** Palet homologat (Europalet, 2016)

- **Big-bags:** per a l'envasat d'avellanes seques i closques s'utilitzen *big-bags*. Per tal de soldar els sacs s'utilitza un soldador amb capçal de 600 mm d'amplada.

**Característiques dels *big-bags* (Figura 4.15):**

- Capacitat: 1.000 kg
- Material: polipropilè
- Preu: 10€ (una unitat)

**Característiques del soldador:**

- Potència: 900 W
- Tensió d'alimentació: 220 V, monofàsic
- Factor de potència: 0,85
- Preu: 200€



**Figura 4.15.** Big bag (Abruzzo, 2016)

#### 4.4. PLA PRODUCTIU

S'ha decidit que s'obtindrà una producció de 8.000 kg d'avellanes sense closca cada dia. Per tant, l'empresa s'encarregarà de que els proveïdors li serveixin 12.000 kg d'avellanes amb closca cada dia d'avellanes.

Les avellanes tenen aproximadament un rendiment del 49%, per tant, cada dia s'obtindran 8.000 kg d'avellanes sense closca i 3.929 kg de closques.

Tal i com s'ha esmentat al punt anterior, les closques de les avellanes seran utilitzades per assecar les avellanes. Se'n gastaran 50 kg de closques/h, per tant al acabar la producció amb una durada de 8 hores, sobren 3.529 kg de closques que són envasades cada dia.

L'activitat de l'empresa estarà centrada en el temps de collita d'aquest fruit sec, més una setmana abans i una després per tal de condicionar la fàbrica.

**Taula 4.1.** Dades del procés productiu

Mes	Setmanes	Activitat	Hores/dia	Persona l	Càrrec
Agost	4	Preparació de la indústria	8	2	operaris
Setembre	4	Obtenció del producte	9 (1 de les quals és dedicada a la neteja)	5	2 operaris + 2 triadors + 1 responsable de laboratori
Octubre	4	Obtenció del producte	9 (1 de les quals és dedicada a la neteja)	5	2 operaris + 2 triadors + 1 responsable de laboratori
Novembre	4	Neteja a fons de la indústria	8	2	operaris

Resumint, en quan a temps de treball, es treballaran 16 setmanes de dilluns a divendres de 8:00 a 13:00 i de 14:00 a 18:00. Menys el Gerent que treballarà tot l'any. Per altra banda, es processaran al final del procés productiu 480.000 kg d'avellanes amb closca. S'obtindran 235.200 kg d'avellanes sense closca i 244.800 kg de closques (de les quals seran utilitzades 16.000 kg de closques i en quedaran 228.800 kg per a ser envasades i venudes).

#### 4.5. DESCRIPCIÓ DE LES TASQUES DELS TREBALLADORS

- **Operaris:** els/les operaris/es de procés són els encarregats de controlar que el procés productiu es dugui a terme tal qual està descrit. A continuació es descriuen amb detall les tasques de les quals són responsables:
  - Controlar l'arribada dels camions/remolcs a la indústria i ajudar-los a descarregar amb l'ajuda del carretó elevador i la pala acoblable.
  - Controlar que a les cintes transportadores no hi hagi cap embús.
  - Controlar que totes les màquines funcionen correctament i fer els ajustos necessaris.
  - Mantenir netes totes les zones de treball. Es realitza a la última hora de la jornada laboral.
  - Envasar i etiquetar els *big-bags* amb les avellanes i les closques sobrants. Portar-los al magatzem de producte acabat.
- **Triadors/es d'avellanes:** són els encarregats de seleccionar el gra que passa pel banc de selecció manual i d'informar al responsable de laboratori en cas de detectar alguna anomalia. A continuació es descriuen amb detall les tasques de les quals són responsables:
  - Seleccionar i separar correctament el gra que passa pel banc de selecció.
  - Avisar si es detecta alguna anomalia.
  - Mantenir netes totes les zones de treball. Es realitza a la última hora de la jornada laboral.

- **Responsable de laboratori:** serà l'encarregat/da del correcte funcionament general de la indústria. Les tasques realitzades són:
  - Organitzar el personal.
  - Supervisar els/les operaris/es.
  - Prendre mostres a les zones establertes.
  - Prendre decisions en cas de que sorgeixin problemes.
  - Controlar tota la documentació de traçabilitat, ISO, albarans, etc.
  - Mantenir neta la seva zona.
  
- **Gerent:** serà l'encarregat/da del correcte desenvolupament dels departaments de:
  - Vendes
  - Màrqueting i promoció del producte
  - Comptabilitat

## **ANNEX V. QUALITAT**

5.	ANNEX V. QUALITAT .....	49
5.1.	CONTROL DE QUALITAT .....	49
5.2.	MESURES PREVENTIVES.....	49
5.2.1.	Control de plagues i proliferació de microorganismes.....	49
5.2.2.	Establiment de normes de treball .....	50
5.3.	CONTROL DE LA QUALITAT DE LES MATÈRIES PRIMERES I DEL PRODUCTE OBTINGUT EN LA TRANSFORMACIÓ .....	50
5.3.1.	Inspeccions visuals.....	50
5.3.2.	Anàlisi de mostres .....	51
5.3.3.	Control de la humitat en el sistema d'assecatge .....	52
5.4.	ALTRES PROCEDIMENTS .....	52

## **5. ANNEX V. QUALITAT**

### **5.1. CONTROL DE QUALITAT**

La qualitat del producte vindrà determinada en gran part per l'aplicació d'un bon sistema de control de qualitat. Caldrà que tots els operaris el tinguin en compte en totes les etapes del procés i mantinguin la seva zona de treball neta i ordenada.

L'encarregat/da de que es compleixi el sistema de control de qualitat és el cap de qualitat i responsable del laboratori. Serà el màxim responsable de fer que els operaris compleixin les normes, fer les inspeccions i agafar les mostres determinades.

### **5.2. MESURES PREVENTIVES**

Per a evitar possibles problemes de qualitat, s'estableix un programa de prevenció per tal d'evitar-los. Aquest programa de prevenció està enfocat al control de plagues i proliferació de microorganismes i establiment de normes de treball.

#### **5.2.1. Control de plagues i proliferació de microorganismes**

Les plagues més usals en les indústries alimentàries són:

- Insectes
- Rosegadors
- Ocells

Aquestes plagues poden actuar com a vectors de transmissió de malalties causades per microorganismes com bacteris o virus (Dirección Nacional de Alimentación, 2016).

La primera mesura preventiva és realitzar un control de la matèria primera, ja que si aquesta arriba a la indústria contaminada poden sorgir els problemes esmentats.



En segon lloc, unes bones pràctiques dins la indústria garanteixen que la matèria primera no es contaminarà. Així doncs caldrà fer una neteja diària i es col·locaran trampes. A més a més, es contractarà una empresa de control de plagues que s'encarregarà de fer els controls necessaris.

Finalment, caldrà adequar les instal·lacions per a evitar la possible entrada de plagues, minimitzant els racons i els llocs on els animals o insectes puguin fer caus i dissenyar barreres físiques que impedeixin l'entrada a la indústria, que seran revisades per l'empresa contractada de control de plagues.

#### **5.2.2. Establiment de normes de treball**

Caldrà conscienciar als operaris de la importància de treballar en condicions higièniques. Per altra banda, s'estableixen les normes següents per tal d'aconseguir la higiene desitjada:

- Mantenir una bona higiene personal.
- En cas de tenir els cabells llargs, dur-los recollits.
- Utilitzar els elements de protecció individual (EPIs).
- Portar roba adequada a l'activitat desenvolupada.
- No treballar amb arracades, anells o altres elements per tal d'evitar que quedin barrejats entre el producte.
- No es pot fumar, menjar o beure en tot el recinte.

### **5.3. CONTROL DE LA QUALITAT DE LES MATÈRIES PRIMERES I DEL PRODUCTE OBTINGUT EN LA TRANSFORMACIÓ**

#### **5.3.1. Inspeccions visuals**

Es realitzaran inspeccions visuals en 4 punts del procés:

- Recepció de l'avellana amb closca a la indústria: es fa un control visual de la matèria primera just quan arriba a la indústria, en el que es comprovarà:
  - Humitat: si arriba molt seca o molt humida.
  - Aspecte: si l'avellana té bon aspecte o sembla que estigui en mal estat.
  - Mida: si les dimensions són homogènies o bé si hi ha molta varietat.

-Impureses: comprovar si arriba amb moltes o poques impureses.

És en aquest moment en que s'agafarà una mostra per tal d'analitzar els paràmetres corresponents al laboratori.

- Trencadora: cal comprovar periòdicament el correcte funcionament i veure que s'ajusta a l'avellana tractada. S'haurà de comprovar si el gra queda malmès (ha de quedar sencer) i si hi ha un percentatge elevat d'avellanes que quedin sense trencar.
- Separadora: cal comprovar periòdicament el correcte funcionament de la màquina realitzant un control visual en el que es valora la quantitat de clova que queda barrejada amb el gra. Si la quantitat de clova és important, caldrà ajustar-la augmentant la potència d'aspiració. En cas contrari s'actuarà disminuint la potència d'aspiració.
- Separació manual: les avellanes separades de la clova passaran per una separació manual, en la que els operaris s'encarregaran de retirar les avellanes malmeses, amb coloracions o que no es vegin de qualitat. En aquesta etapa també s'agafarà una mostra per tal de que al laboratori puguin analitzar el producte d'entrada i el de sortida.

### **5.3.2. Anàlisi de mostres**

Es realitzaran anàlisis al laboratori de les mostres agafades en:

- Recepció de l'avellana amb closca a la indústria:
  - Humitat: mitjançant una balança tèrmica (per diferència de pes s'obté el resultat en tant per cent d'humitat).
  - Densitat: mitjançant una balança electrònica es pesarà un volum determinat d'avellanes i fent el càlcul pertinent.

- Trencat: mitjançant un martell petit es determinarà la resistència de les closques. Es tracta d'una anàlisi subjectiva que es basarà amb l'experiència de l'operari.
  - Característiques organolèptiques: es determina si la olor, el color i la forma són les esperades.
- Separació manual: un cop les avellanes surtin d'aquesta etapa s'analitzarà:
    - Percentatge de gra viable: es determinarà el tant per cent de gra apte per a l'envasament en funció del total.
    - Humitat: mitjançant una balança tèrmica (per diferència de pes s'obté dóna el resultat en percentatge d'humitat).
    - Característiques organolèptiques: es determina si l'olor, el color i la forma són les esperades.

### **5.3.3. Control de la humitat en el sistema d'assecatge**

Mitjançant un higròmetre portàtil es comprovarà periòdicament la humitat del gra en el procés d'assecat. Gràcies a aquest aparell es tindrà un control continu i es podrà saber quan caldrà desactivar el cremador.

## **5.4. ALTRES PROCEDIMENTS**

Finalment, per tal de tenir una valoració dels clients, es realitzarà una enquesta que se'ls servirà juntament amb la mercaderia. D'aquesta manera es podran realitzar els canvis convenients per tal d'anar millorant com a empresa.

En l'enquesta se'ls preguntarà sobre la qualitat del producte, l'envasament i el tracte rebut pel personal de l'empresa.

Les enquestes seran retornades i es guardaran juntament amb la documentació de control de qualitat.

## **ANNEX VI. EDIFICACIONS I CÀLCULS** **CONSTRUCTIUS**

6.	ANNEX VI. EDIFICACIONS I CÀLCULS CONSTRUCTIUS .....	55
6.1.	INTRODUCCIÓ .....	55
6.2.	DESCRIPCIÓ DE LES EDIFICACIONS .....	55
6.2.1.	Descripció de la parcel·la.....	55
6.2.2.	Descripció de la nau.....	55
6.3.	DESCRIPCIÓ DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS .....	56
6.3.1.	Estructura .....	56
6.3.2.	Coberta .....	60
6.3.3.	Tancaments interiors.....	62
6.3.4.	Tancaments exteriors.....	65
6.3.5.	Portes.....	65
6.3.6.	Terra o paviments .....	69
6.4.	CÀLCULS CONSTRUCTIUS DE LA NAU .....	72
6.4.1.	Identificació de les accions actuant sobre l'edificació .....	72
6.4.2.	Determinació de la combinació d'accions més desfavorable en l'estat límit últim .....	80
6.4.3.	Determinació dels esforços.....	82
6.4.4.	Selecció dels elements d'acord amb el catàleg del fabricant.....	87
6.4.5.	Determinació de les dimensions i armat de les sabates de fonamentació.....	89
6.4.6.	Determinació de les dimensions i armat de les bigues de lligat.....	109

## **6. ANNEX VI. EDIFICACIONS I CÀLCULS CONSTRUCTIUS**

### **6.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex es fa una descripció detallada dels càlculs constructius i de l'edificació de la nau.

Tots els càlculs i procediments estan basats en el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, 2006) i en la Instrucció del Formigó Estructural (EHE, 2008).

### **6.2. DESCRIPCIÓ DE LES EDIFICACIONS**

#### **6.2.1. Descripció de la parcel·la**

La parcel·la està situada a la província de Girona, a la comarca de La Selva, exactament al Polígon industrial Riera Torderola (Maçanet de la Selva). Es tracta d'una parcel·la de 3384 m<sup>2</sup>. Es troba a 100 m sobre el nivell del mar (Ajuntament de Maçanet de la Selva, 2012). Com que no s'han trobat valors relacionats amb la tensió nominal del terreny i l'angle de fregament, s'agafen els valors de 2,5 kp/cm<sup>2</sup> (245 kN/m<sup>2</sup>) i 30° respectivament.

#### **6.2.2. Descripció de la nau**

La nau industrial està dividida en:

- Zona de producció (on hi tindrà lloc el procés productiu)
- Magatzem d'envasos
- Magatzem de producte acabat
- Laboratori
- Vestidors
- Oficines

Les dimensions de la nau són de 40 metres d'amplada i 30 de llargada. La coberta serà a dues aigües i l'alçada serà de 6 m en el seu punt més alt.

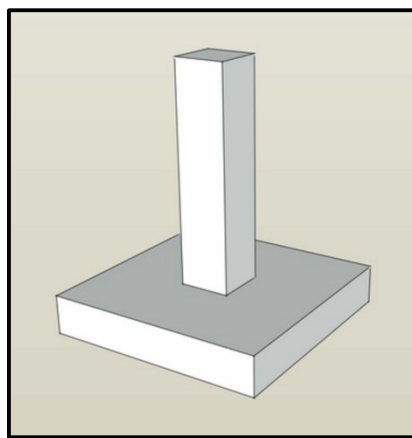
### 6.3. DESCRIPCIÓ DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS

#### 6.3.1. Estructura

- Sabates i riostes

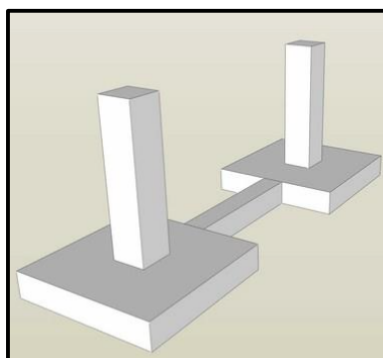
Pel que fa a les sabates i riostes, n'hi ha de diversos tipus segons si serviran de suport d'un o diversos pilars, o bé si serviran pels murs. A continuació es mostren les diferents opcions que hi ha:

-**Sabates aïllades:** aquest tipus de sabates s'utilitzen per a pilars (Figura 6.1)



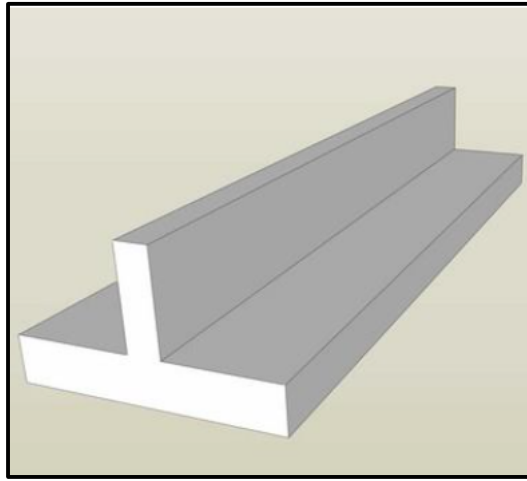
**Figura 6.1.** Sabata aïllada (Empresas Construcción, 2013)

-**Sabates combinades:** s'utilitzen per a dos pilars propers. Estan enllaçades per una riostra (Figura 6.2).



**Figura 6.2.** Sabates Combinades (Empresas Construcción, 2013)

-**Sabates corregudes:** aquestes sabates s'utilitzen per a fileres de pilars o murs (Figura 6.3).



**Figura 6.3.** Sabates corregudes (Empresas Construcción, 2013)

Per altra banda, aquestes sabates poden estar fabricades de dues maneres diferents:

- **Sabates fabricades “in situ”:** fabricades a peu d'obra.
- **Sabates prefabricades:** comprar-les a un proveïdor.

Primerament, s'escullen les sabates aïllades amb biguetes de trava de fonamentació, ja que es col·locaran murs de tancament i no hauran de suportar cap esforç. Es col·loquen sota de cada pilar.

Finalment, s'ha escollit la opció de sabates *in situ*, ja que d'aquesta manera es té una bona adaptabilitat en el cas de que hi hagués alguna modificació a la hora de la construcció.

- Pilars:

Quant a la fabricació dels pilars existeixen:

- **Pilars prefabricats:** comprar-los a un proveïdor.
- **Pilars executats “in situ”:** fer-los a peu d'obra.

Per altra banda, poden estar fets:

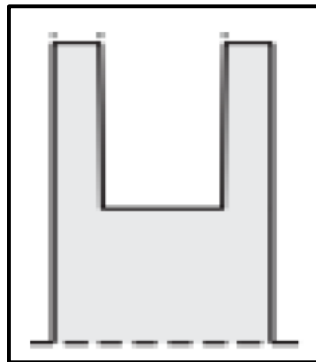


-**Amb formigó armat:** pilar de formigó reforçat amb barres d'acer anomenades armadures.

-**Sense formigó armat:** pilar de formigó.

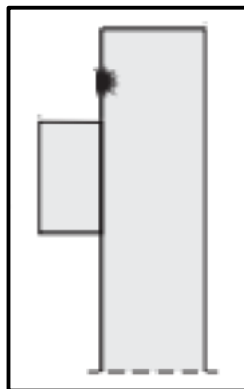
I finalment, poden tenir:

-**Orelles:** a la part superior del pilar hi ha dues parts allargades a cada extrem. Entre aquestes dos és on es col·loca la jàssera, i per tant dóna una millor estabilitat (Figura 6.4).



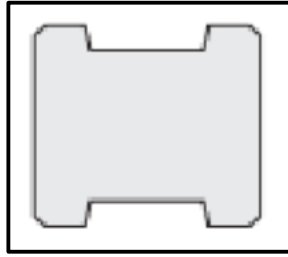
**Figura 6.4.** Orelles d'un pilar (Empresas Construcción, 2013)

-**Mènsoles:** part que sobresurt del pilar (tal i com es pot veure a la Figura 6.5). Les mènsoles permeten aguantar les jàsseres sobre seu.



**Figura 6.5.** Mènsoles d'un pilar (Empresas Construcción, 2013)

-**Encaixos:** pilar amb una forma determinada (com es pot veure a la Figura 6.6) per tal d'encaixar més fàcilment les jàsseres.



**Figura 6.6.** Pilar amb dos encaixos (Empresas Construcción, 2013)

En aquest cas, s'escull els pilars prefabricats amb armat, ja que aquests donen una resistència major. També s'ha decidit que tinguin orelles per a les jàsseres per tal de que aquestes tinguin també una bona estabilitat.

- Jàsseres:

Les jàsseres, en primer lloc, poden ser:

- Jàsseres planes:** jàssera sense pendent.
- Jàsseres peraltades:** jàsseres amb pendent.

En segon lloc, poden tenir:

- Una sola part:** jàssera formada per una aigua.
- Dues parts:** jàssera formada per dues aigües.

Finalment, en relació al material, poden ser:

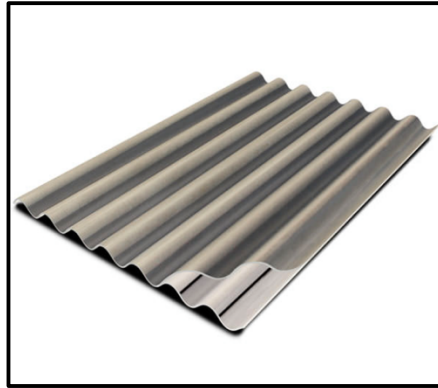
- De formigó**
- De formigó armat**
- De formigó pretesat**

Així doncs, s'ha seleccionat unes jàsseres prefabricades peraltades a dues aigües amb un pendent del 10% ja que les jàsseres planes poden portar problemes de goteres i a més, no es necessita que la coberta sigui practicable.

### 6.3.2. Coberta

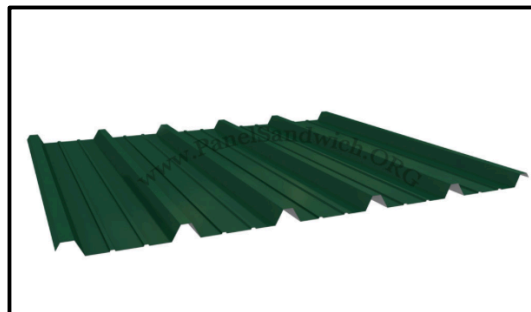
Per a la coberta es tenen les següents opcions, tal com es mostra a les figures 6.7-6.11:

- Coberta de fibrociment (Figura 6.7)



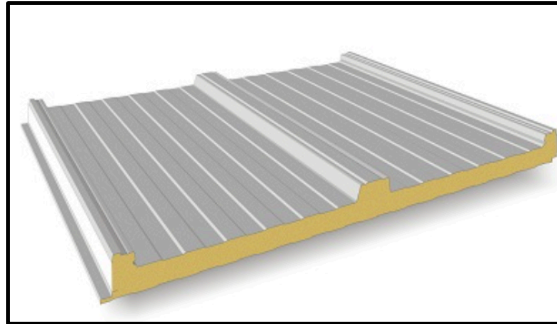
**Figura 6.7.** Coberta de fibrociment (Edilfibro, 2016)

- Cobertes metàl·liques simples (Figura 6.8)



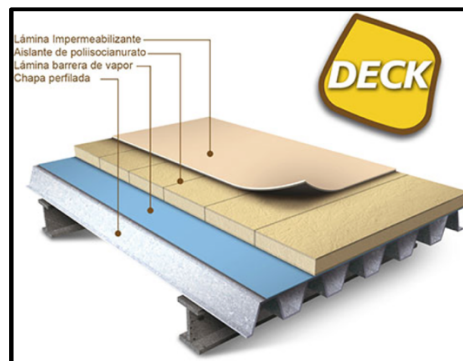
**Figura 6.8.** Coberta metàl·lica simple (Cuartelart, 2014)

- Cobertes tipus sandvitx, que poden ser “in situ” o prefabricades (Figura 6.9)



**Figura 6.9.** Coberta tipus sandvitx (Panel Sandwich, 2016)

- Cobertes tipus DECK (Figura 6.10)



**Figura 6.10.** Coberta tipus DECK (Nortena, 2015)

- Plaques translúcides de polièster i policarbonat (Figura 6.11)



**Figura 6.11.** Placa translúcida (Onduline, 2013)

S'ha triat les cobertes de xapa de tipus sandvitx prefabricades. S'escull aquesta coberta, ja que proporciona una molt bona resistència a condicions adverses mediambientals com la pluja, vent, humitat i fred. A més a més, aquestes cobertes tipus sandvitx donen un punt extra de seguretat davant de filtracions d'aigües o desviacions duran la col·locació d'aquestes, gràcies a la junta de polietilè entre plaques.

Les plaques tipus sandvitx estan formades per dues xapes d'acer amb tres greques conformades i un perfilat (a la zona baixa), conferint-li una resistència mecànica per a ser autoportant i segur. A més, aquestes plaques tenen en el seu interior poliuretà, proporcionant l'aïllament tèrmic i acústic que és característic.

### **6.3.3. Tancaments interiors**

Quant al material dels tancament interiors, hi ha les següents opcions:

- **Parets de totxanes**
- **Parets de “Gero”**
- **Envans de 7 cm d'ample**

S'escull la opció de col·locar envans de 7 cm d'ample per aprofitar al màxim l'espai. Al ser un material poc resistent als cops, a la zona de producció es col·locaran para-xocs a les parets.

Quant als acabats de parets, es tenen les següents opcions:

- Ciment i pintura
- Rajoles de material ceràmic
- Ciment lliscat recobert de pintura epoxi
- Panells metàl·lics

S'han definit diferents tipus en cada zona:

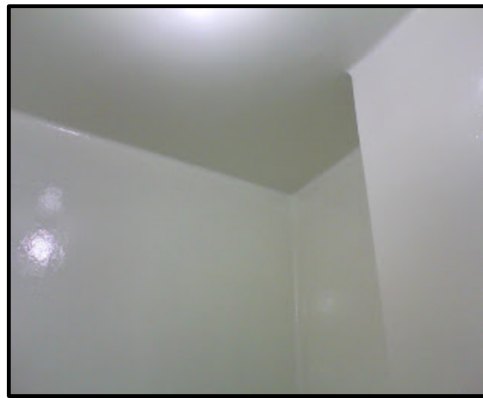
- **Molls de càrrega i descarrega**

Els acabats en aquesta zona es defineixen de ciment lliscat i recobert de pintura epoxi, ja que la pintura normal podria caure i incorporar-se amb el producte.

- **Zona de producció**

Per a aquesta zona, les opcions que més s'adeqüen són:

- Rajoles de material ceràmic
- Ciment lliscat recobert de pintura epoxi (Figura 6.12)



**Figura 6.12.** Paret recoberta de pintura epoxi (Remodelaciones, 2013)

S'escull la opció de col·locar ciment lliscat recobert de pintura epoxi, ja que d'aquesta manera s'aconsegueix una bona impermeabilització. Per altra banda, les rajoles de material ceràmic són poc resistents als xocs mecànics i són difícils de netejar.

- **Magatzems**

La nau industrial consta de 2 magatzems: magatzem d'envasos i palets i magatzem de producte acabat.

En tots dos casos, s'escull la opció del ciment lliscat recobert de pintura epoxi, ja que també hi ha possibilitats de xocs mecànics.

- **Vestidors**

S'aplicarà un acabat de ciment i pintura, ja que no cal que tingui una bona estètica i perquè aquest mètode és fàcil d'aplicar.

- **Oficines**

Les opcions que més s'escauen en aquesta zona són:

- Panells metàl·lics
- Rajoles
- Ciment més pintura

S'escull l'opció d'utilitzar ciment més pintura, ja que en aquesta no es necessita que tinguin una característica determinada, i es considera que estèticament són els més adequats.

- **Laboratori**

S'aplicarà un acabat de ciment i pintura, ja que no cal que tingui una bona estètica i perquè aquest mètode és fàcil d'aplicar.

- **Lavabos**

Per als lavabos hi ha les següents opcions:

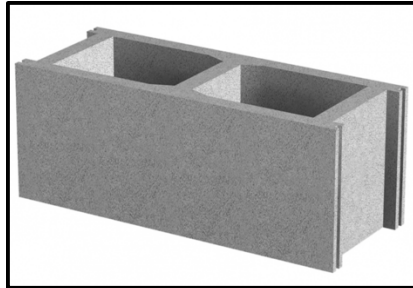
- Rajoles
- Ciment més pintura

Per aquesta zona s'escullen les rajoles, ja que estèticament són les que es consideren més adequades per aquesta zona.

#### 6.3.4. Tancaments exteriors

Quan a tancaments exteriors, tenim les següents opcions:

- **Peces de formigó de 20 cm d'ample (Figura 6.13)**



**Figura 6.13.** Peça de formigó per a murs exteriors de 20 cm d'ample (Tuberías y Prefabricados Palau, 2015)

- **Panells prefabricats**

S'escull la opció de peces de formigó de 20 cm d'ample, per tal de tenir la possibilitat d'adaptar-se en el cas de petites modificacions a l'hora de la construcció. A més a més és un material molt resistent.

#### 6.3.5. Portes

Per a les portes hi ha moltes opcions diferents:

- Portes automàtiques: portes que s'obren automàticament quan el sensor detecta un cos.
- Portes tallafocs: s'instal·len aquest tipus de portes entre passadissos per tal d'evitar de que un incendi es propagui a més zones de la indústria.
- Portes corredisses: porta que s'obre horitzontalment.
- Portes enrotllables: porta que quan s'obre verticalment, queda guardada enrotllada a la part superior.
- Portes ràpides: portes de lona que s'enrotllen molt ràpidament.
- Portes multifuncions o pivotants: porta típica.
- Portes de vidre: porta en que el seu material principal és el vidre.



S'han definit diferents tipus en cada zona:

- **Zona de producció**

A la zona de producció hi ha 3 portes: 2 d'entrada als respectius magatzems i una d'accés a un passadís.

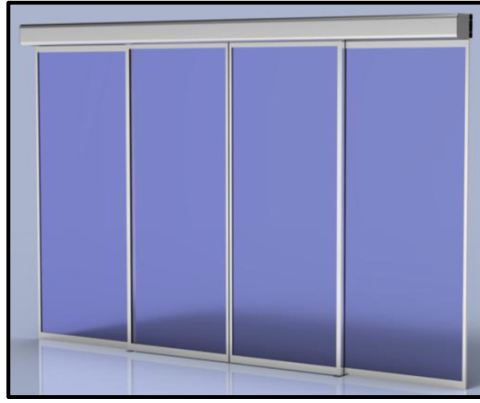
Per a l'entrada als magatzems s'escull la opció d'utilitzar portes ràpides enrotllables (Figura 6.14) per poder afavorir el trànsit de carretons de transport i que s'obrin d'una manera ràpida i automàtica (gràcies a un sensor que quan capta la presència d'un cos s'obren).



**Figura 6.14.** Porta ràpida enrotllable (Mecalux, 2016)

- **Oficines**

Respecte la porta d'entrada per on entraran les persones que vulguin accedir a les oficines, es tria una porta de vidre automàtica (Figura 6.15). S'escull aquesta opció ja que és la que estèticament queda millor.



**Figura 6.15.** Porta automàtica de vidre (Aprimatic, 2012)

- **Laboratori**

S'escull una porta pivotant (Figura 6.16) enrasada en cristall que permet l'observació des de l'exterior de la sala.



**Figura 6.16.** Porta pivotant (Tané Hermetic, 2015)

- **Vestidors, lavabos i altres**

Per als vestidors i la resta de portes, s'escull la opció de col·locar portes multifuncions (Figura 6.17), ja que estèticament són les més adequades. Per tal de que puguin aguantar el màxim possible es col·loquen d'acer, ja que seran molt utilitzades.



**Figura 6.17.** Porta d'acer multifuncions (Idoorframe, 2016)

Per als lavabos s'escullen portes multifuncions metàl·liques (Figura 6.18) amb material impermeable per motius higiènics.



**Figura 6.18.** Porta multifuncions metàl·lica (Mobiguez, 2012)

- **Porta d'emergència**

Es col·loca una porta d'emergència (Figura 6.19) que permet una ràpida evacuació en cas d'incendi.



**Figura 6.19.** Porta multifuncions d'acer

#### **6.3.6. Terra o paviments**

En aquest apartat es fa l'elecció del material que es posa a sobre de l'últim gruix de formigó.

Les opcions que existeixen són les següents:

-Rajoles de material ceràmic (Figura 6.20)



**Figura 6.20.** Rajoles de material ceràmic (Must Know How, 2016)

-Materials de ciment lliscat (Figura 6.21)



**Figura 6.21.** Terra de ciment lliscat (Italy Europe, 2014)

-Ciment lliscat recobert de pintura epoxi (Figura 6.22)



**Figura 6.22.** Terra de ciment lliscat recobert de pintura epoxi (Layfer, 2013)

-Pintura de poliuretà (Figura 6.23)



**Figura 6.23.** Terra amb pintura de poliuretà

-Pintura acrílica

Per a cada zona s'escull una opció diferent:

- **Zona de producció, magatzems i passadissos**

En aquesta zona s'utilitza ciment lliscat recobert de pintura en base a resines epoxi ja que és la solució més recomanada i més habitual atès que és fàcil de netejar.

- **Oficines**

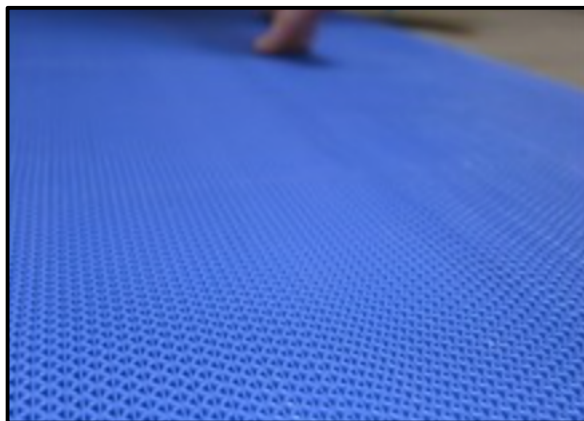
S'escull l'opció de rajoles ceràmiques ja que estèticament són les que queden millor. També perquè és un material en que la brutícia es veu poc.

- **Laboratori**

En aquesta zona s'utilitza ciment lliscat recobert de pintura en base a resines epoxi, ja que és la solució més recomanada i més habitual, ja que són fàcils de netejar.

- **Vestidors**

S'utilitza un terra amb rajoles ceràmiques i s'hi afegeix una mena de catifa anti-relliscant (Figura 6.24). on convingui, ja que està especialment dissenyat per a zones en les quals es camina amb els peus humits, descalços o amb calçat de sola tova.



**Figura 6.24.** Catifa anti-relliscant (Solo stocks, 2014)

- **Lavabos**

S'escull la opció de rajoles ceràmiques ja que estèticament són les que queden millor. També perquè és un material en que la brutícia es veu poc.

## 6.4. CÀLCULS CONSTRUCTIUS DE LA NAU

### 6.4.1. Identificació de les accions actuant sobre l'edificació

Les accions actuant en l'estructura són les següents:

- **Pes propi**

-Materials de la coberta

Les dades tècniques de la coberta es mostren en la taula 6.1.

**Taula 6.1.** Característiques del panell (Grupo Panel Sandwich, 2016)

Gruix del panell (mm)		30	40	50	60	80	100	120
Pes del panell (kg/m <sup>2</sup> )		9,30	9,70	10,10	10,50	11,30	12,10	12,80
Transmitància tèrmica (U)	kcal/m <sup>2</sup> h°C	0,56	0,43	0,35	0,29	0,22	0,18	0,15
	W/m <sup>2</sup> °C	0,65	0,50	0,41	0,34	0,26	0,21	0,17

Les característiques que s'escullen de la coberta tipus sandvitx són:

- Pendent del 10%
- Gruix: 50 mm
- Pes propi (Taula 7.1): 10,10 kg/m<sup>2</sup> (0,099 kN/m<sup>2</sup>)
- A dos aigües
- Accés: accessible únicament per a conservació

$$0,099 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.5 \text{ m (separació entre biguetes(*))} = \mathbf{0,1485 \text{ kN/ml}}$$

(\*) S'escull aquesta separació entre biguetes, ja que és una separació típica. Aquests tipus de panells tenen una resistència de 1,56 kN/m<sup>2</sup>, per tant, com es veurà a continuació, suporten totes les càrregues possibles (Paneles Sandwich, 2015)

### -Biguetes

La separació entre pòrtics és de 5m. Per tant, s'agafa la bigueta que té una longitud màxima de 6,48 m, amb un pes de 27 kg/ml (0,2646 kN/ml) (Taula 6.2).

**Taula 6.2.** Valors característics de les biguetes per la coberta (Prefabricats Pujol, 2016)

Típus	Moment últim (m·kN)	Tallant últim (kN)	Rigidesa (m <sup>2</sup> ·kN)	Longitud màxima	Pes (kg/ml)
VP-18,3	5,98	7,11	1,382	<b>6,48</b>	<b>27</b>
VP-18,4	8,07	8,02	1,388		
VP-18,5	9,74	8,52	1,443		
VP-18,6	10,76	9,26	1,452		
VP-18,8	12,35	10,06	1,482		
VP-22	17,24	12,77	2,825	7,58	34
VP-26	31,23	24,63	5,830	10,18	54
VP-32	62,48	39,54	16,542	12,48	95
VP-45	155,11	77,79	54,929	16,00	162

Encara no es pot determinar el tipus de bigueta ja que no s'ha calculat el moment màxim i el tallant màxim. Es calcularà més endavant.

### -Jàssera

La nau industrial està formada per una jássera a dues aigües de 30 m. Per tant, a priori es pot triar la jássera i.60 amb un pes de 18.270 kg/u (5,6 kN/ml) tot i que cal comprovar el moment màxim i el tallant màxim (Taula 6.3).



**Taula 6.3.** Característiques de les jàsseres (Prefabricats Pujol, 2016)

Tipus	Longitud (m)	Pes (kg/u)	H (m)	Moment últim	Tallant últim (kN)	Rigidesa (m²·kN)
i.40	21	9.500	1,60	2.563,17	353,70	5.506.200
	23	10.587	1,70			
	25	11.718	1,80			
	27	12.900	1,90			
	29	14.117	2,00			
i.60	30	18.270	2,10	4.658,55	531,06	9.199.800
	32	19.882	2,30			
	34	21.493	2,50			
	36	22.912				
i.80	27	34.632	2,51	8.740,51	760,77	17.373.600
	39	36.791	2,63			
	41	38.846				
	43	41.165	2,75			
	45	43.386				

El valor total del pes propi per bigueta és de **0,36 kN/ml** (0,099 kN/ml del material de coberta + 0,2646 kN/ml de la bigueta), ja que aquest valor és la suma de les càrregues permanents.

- **Sobrecàrrega (CTE-AE)**

En aquest punt es determinaran les sobrecàrregues de: ús, vent i neu. Per tal de realitzar els càlculs següents, s'ha utilitzat el Document Bàsic DB SE-AE del CTE.

-Ús:

Per tal de determinar aquest valor, s'ha utilitzat la taula 6.4. Com s'hi pot veure en vermell, es considera que la sobrecàrrega d'ús és d'1 kN/m².

**Taula 6.4.** Valors característics de les sobrecàrregues d'ús (DB SE-AE)

Categoria d'ús			Subcategoria d'ús	Càrrega uniforme (kN/m²)	Càrrega concentrada (kN)
C	Zones d'accés al públic (amb l'excepció de les superfícies pertanyents a les categories A, B i D)	C1	Zones amb taules i cadires	3	4
		C2	Zones amb seients fixos	4	4
		C3	Zones sense obstacles que impedeixin el lliure moviment de les persones com vestíbuls d'edificis públics, administratius, hotels; sales d'exposició en museus; etc.	5	4
		C4	Zones destinades a gimnasos o activitats físiques	5	7
		C5	Zones d'aglomeració (sales de concerts, estadis, etc).	5	4
D	Zones comercials	D1	Locals comercials	5	4
		D2	Supermercats, hipermercats o grans superfícies	5	7
E	Zones de trànsit i d'aparcament per vehicles lleugers (pes total < 30kN)			2	20
F	Cobertes transitables accessibles només privadament			1	2
G	Cobertes accessibles únicament per a conservació	G1	<b>Cobertes amb inclinació inferior a 20°</b>	<b>1</b>	2
			Cobertes lleugeres sobre corretges (sense forjat)	0,4	1
		G2	Cobertes amb inclinació superior a 40°	0	2

-Vent:

L'acció del vent en general fa una força perpendicular a la superfície de cada punt exposat.

En aquest projecte, s'utilitza una coberta amb un pendent del 10%, i per tant, es calcularà l'acció del vent per a la coberta i per les parets de blocs de formigó.

Per tal de calcular la sobrecàrrega de vent, s'ha utilitzat la següent equació (DB SE-AE):

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

on:

$q_b$  = pressió dinàmica del vent i és igual a  $0,5 \text{ kN/m}^2$  (ja que a tot el territori espanyol s'utilitza aquest valor)

$c_e$  = factor d'exposició, que és de 1,4 (veure lletres vermelles en la Taula 6.5)

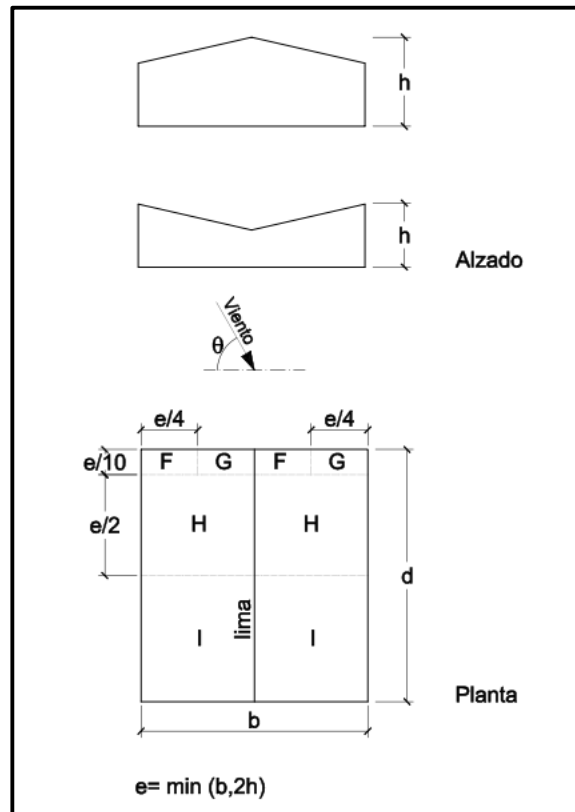
$c_p$  = valors del coeficient de pressió que actua sobre la coberta, que són de -0,7 i -0,6 (veure lletres vermelles en la Taula 6.6). Aquests valors indiquen succió. Quan es calculi l'ELU s'haurà d'escollir quina és la càrrega més desfavorable, ja que s'ha de dimensionar a partir d'aquesta premissa. S'utilitzen els valors més els valors de les zones H i I (Veure figura 6.25).

**Taula 6.5.** Valors del coeficient d'exposició  $c_e$  (DB SE-AE)

Grau d'aspresa de l'entorn		Altura del punt considerat (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6

**Taula 6.6.** Valors de les cobertes a dues aigües amb direcció del vent  $45^\circ \leq 135^\circ$  (DB SE-AE)

Pendent de la coberta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona ( segons la figura 7.25)			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
<b>5°</b>	<b>≥ 10</b>	-1,6	-1,3	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,3	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5



**Figura 6.25.** Zones de la nau per al càlcul de la sobrecàrrega de vent (DB SE-AE)

#### -Vent sobre les parets:

Anteriorment s'ha esmentat que els tancaments exteriors de blocs de formigó. Per tant, no cal tenir-ho en compte ja que la paret està lligada als pilars i són aquestes els que realment aguanten l'acció del vent.

Com s'ha comentat anteriorment, els valors negatius indiquen succió i els positius sobrepressió. Quan es calculi ELU s'ha d'escollir la càrrega més desfavorable, ja que sempre s'ha de dimensionar a partir d'aquesta premissa.

-Neu:

L'acció de la neu s'ha calculat a partir de la següent fórmula que pertany al Document bàsic SE-AE:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

on:

$\mu$  = coeficient de forma de la coberta, que és de 1, ja que segons el codi tècnic de la edificació, les cobertes amb una inclinació inferior a 30° tindran aquest valor.

$S_k$  = valor característic de la càrrega de neu sobre un terreny horitzontal, que és de 0,4 kN/m<sup>2</sup> ja que segons el codi tècnic de la edificació, les parcel·les situades a la província de Girona tindran aquest valor.

A la taula 6.6 es poden veure els resultats dels càlculs de les sobrecàrregues:

**Taula 6.6.** Càlculs de les sobrecàrregues

Ús	$1 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5^* = 1,5 \text{ kN/ml}$
Vent ( $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$ )	$q_{e(-0,7)} = 0,5 \cdot 1,4 \cdot (-0,7 \cdot 1,5^*) = -0,735 \text{ kN/ml}$ $q_{e(-0,6)} = 0,5 \cdot 1,4 \cdot (-0,6 \cdot 1,5^*) = -0,63 \text{ kN/ml}$
Neu ( $q_n = \mu \cdot S_k$ )	$q_n = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5^* = 0,6 \text{ kN/ml}$
(*) : indica separació entre biguetes	

#### 6.4.2. Determinació de la combinació d'accions més desfavorable en l'estat límit últim

Per tal de calcular l'estat límit últim (ELU) s'utilitza la següent equació extreta del Document Bàsic de Seguretat Estructural (CTE DB SE):

$$\gamma_{G,j} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{o,i} \cdot Q_{k,j}$$

on:

$\gamma_{G,j}$ ,  $\gamma_{Q,1}$  i  $\gamma_{Q,i}$  = coeficients de seguretat, que són de 1,35, 1,50 i 1,50 en la hipòtesi 1 i de 0,8, 0 i 0 en la hipòtesi 2 (veure taula 6.7)

$G_{kj}$  = pes propi

$Q_{k,1}$  = acció amb valor més gran que afecta la estructura

$\psi_{o,i}$  = coeficient de simultaneïtat (veure Taula 6.8)

$Q_{k,j}$  = resta d'accions variables de les que es fa el sumatori, aplicant el coeficient de simultaneïtat de cadascuna

**Taula 6.7.** Coeficients parcials de seguretat ( $\gamma$ ) per a les accions (DB SE)

Tipus de verificació	Tipus d'acció	Situació persistent o transitòria	
		Desfavorable	Favorable
Resistència	Permanent:		
	-Pes propi, pes del terreny	1,35	0,80
	-Empenta del terreny	1,35	0,70
	-Pressió de l'aigua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilitat		Desestabilitzadora	Estabilitzadora
	Permanent:		
	-Pes propi, pes del terreny	1,10	0,90
	-Empenta del terreny	1,35	0,80
	-Pressió de l'aigua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

**Taula 6.8.** Coeficients de simultaneïtat ( $\Psi$ ) (DB SE)

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
<b>Sobrecàrrega superficial d'ús (Categories segons DB-SE-AE)_</b>			
-Zones residencials (Categoria A)	0,7	0,5	0,3
-Sones administratives (zona B)	0,7	0,5	0,3
-Zones destinades a públic (Categoria C)	0,7	0,7	0,6
-Zones comercials (Categoria D)	0,7	0,7	0,6
-Zones de trànsit i aparcament de vehicles lleugers amb un pes total inferior a 30 kN (Categoria E)	0,7	0,7	0,6
-Cobertes transitables (Categoria F)	(1)	(1)	(1)
<b>-Cobertes accessibles únicament per a manteniment (Categoria G)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Neu:</b>			
-Per altituds > 1000 m	0,7	0,5	0,2
<b>-Per altituds ≤ 1000 m</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>
<b>Vent</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>
<b>Temperatura</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>
<b>Accions variables del terreny</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
(1) En les cobertes transitables, s'adoptaran els valors corresponents al ús des del que s'hi accedeix			

A continuació es calculen les dues següents hipòtesis, per tal de determinar quina té un valor superior i per tant que sigui la més desfavorable:

- **Hipòtesi 1: que caigui per efecte dels pesos**

$$\gamma_{G,j} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,j}$$

$$(1,35 \cdot 0,36) + (1,5 \cdot 1,5) + [(1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,6) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot (-0,735))] = 2,52 \text{ kN/ml}$$



- **Hipòtesi 2: només el vent és acció desfavorable**

$$(0,8 \cdot 0,36) + (1,5 \cdot (-0,735)) = -0,81 \text{ kN/ml}$$

S'escull la hipòtesi 1, ja que és la que té un valor superior. En definitiva, l'**ELU** té un valor de **2,52 kN/ml**.

#### 6.4.3. Determinació dels esforços

Per tal de determinar els esforços, es comença per la coberta i es van sumant els pesos propis i altres variables a mesura que apareixen.

Distància entre biguetes: 1,5 m (20 biguetes)

Distància entre jàsseres: 5 m

Llum de la jàssera: 30 m

- **Biguetes**

Les biguetes han de suportar el seu pes propi i les accions variables. Aquesta suma és el valor de l'ELU anteriorment calculat: 2,52 kN/ml

Per calcular el moment màxim, s'utilitza la següent fórmula:

$$M_{m\grave{a}x} = \frac{1}{8} \cdot Q_b \cdot L^2$$

on:

$Q_b$  = Càrrega distribuïda sobre la bigueta (kN/ml)

$L$  = longitud de la bigueta, que és de 5m (m)

$$M_{m\grave{a}x} = \frac{1}{8} \cdot Q_b \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,52 \cdot 5^2 = 7,88 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Per calcular el tallant màxim, s'utilitza la següent fórmula:

$$V_{m\grave{a}x} = \frac{1}{2} \cdot Q_b \cdot L_j$$

on:

$Q_b$  = Càrrega distribuïda sobre la bigueta (kN/ml)

$L_j$  = longitud de la bigueta, que és de 5 m (m)

$$V_{m\grave{a}x} = \frac{1}{2} \cdot Q_b \cdot L_j = \frac{1}{2} \cdot 2,52 \cdot 5 = \mathbf{6,3\ kN}$$

- **Jàsseres peraltades**

Un punt de suport d'una mateixajàssera fa de suport per una de les puntes de dues biguetes diferents, és a dir, pateix dues vegades el tallant d'una bigueta en cada suport. Es calcula de la següent manera:

$$Q_j = \frac{n \cdot V_{m\grave{a}x} + P_{Pj\grave{a}ssera}}{L_j}$$

on:

$Q_i$  = càrrega distribuïda sobre lajàssera (kN/ml)

$L_j$  = longitud de lajàssera (m)

$n$  = nombre de biguetes

$P_{Pj\grave{a}ssera}$  = pes propi de lajàssera, que és de 179,05kN (kN)

$$Q_j = \frac{n \cdot V_{m\grave{a}x} + P_{Pj\grave{a}ssera}}{L_j} = \frac{(20 \cdot 2 \cdot 6,3) + 179,05}{30} = \mathbf{14,37\ kN/m}$$

Per tal de calcular el moment màxim de la jàssera s'utilitza la següent fórmula:

$$M_{maxj} = \frac{1}{8} \cdot Q_j \cdot L_j^2$$

on:

$Q_j$  = càrrega distribuïda sobre la jàssera (kN/ml)

$L_j$  = longitud de la jàssera (m)

$$M_{maxj} = \frac{1}{8} \cdot Q_j \cdot L_j^2 = \frac{1}{8} \cdot 14,37 \cdot 30^2 = 1616,63 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

Per tal de calcular el tallant màxim, s'utilitza la següent fórmula:

$$V_{maxj} = \frac{Q_j \cdot L_j}{2}$$

on:

$Q_j$  = càrrega distribuïda sobre la jàssera (kN/ml)

$L_j$  = longitud de la jàssera (m)

$$V_{maxj} = \frac{Q_j \cdot L_j}{2} = \frac{14,37 \cdot 30}{2} = 215,55 \text{ kN}$$

- **Pilars**

El pilar aguanta dues accions. Per una banda, l'axial produït pel tallant de la jàssera i el seu propi pes, i per altra el moment flector. No es té en compte l'acció del vent sobre els tancaments exteriors, ja que les parets són de blocs de formigó.

L'axial suportat pel pilar és la suma del tallant màxim de la jàssera i el pes propi del pilar. Segueix la següent fórmula:

$$N_d = V_{màxj} + \text{pes propi pilar}$$

Els pilars són de 40 cm x 40 cm, i de 3,80 m d'altura. Per tant el seu pes propi es calcula de la següent manera:

$$\text{Pes propi pilar} = \text{àrea} \cdot \text{altura} \cdot \text{densitat formigó}$$

on:

$$\text{Densitat formigó} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pes propi pilar} = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 3,80 \cdot 2500 = 1520 \text{ kg} = \mathbf{14,90 \text{ kN}}$$

Ara ja es pot calcular l'axial suportat pel pilar:

$$N_d = V_{màxj} + \text{pes propi pilar} = 215,55 + 14,90 = \mathbf{230,45 \text{ kN}}$$

Per tal de calcular el moment màxim del pilar (kN·m), s'utilitza la següent fórmula:

$$M = F_v \cdot H$$

on:

**F<sub>v</sub>** = força de la component horitzontal de la cara inclinada de la coberta (kN)

**H** = altura del pilar (m)

Primer es calcula  $F_v$ , utilitzant la següent fórmula:

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot q_v \cdot S_p \cdot L \cdot \sin \alpha$$

on:

$S_p$  = separació entre pòrtics (m)

$q_v$  = càrrega del vent considerada (kN/ml)

$L$  = amplada jàssera (m)

$\alpha$  = pendent de la coberta (°)

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot q_v \cdot S_p \cdot L \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot (0,5 \cdot 1,4 \cdot (-0,7)) \cdot 5 \cdot 30 \cdot \sin(5,7) = \mathbf{3,65 \text{ kN}}$$

$$M = F_v \cdot H = 3,65 \cdot 3,80 = \mathbf{13,87 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Per calcular el tallant màxim sobre el pilar s'utilitzarà la fórmula següent:

$$V_{m\grave{a}x} = F_v$$

on:

$V_{m\grave{a}x}$  = tallant màxim sobre el pilar

$F_v$  = força de la component horitzontal de la cara inclinada de la coberta

$$V_{m\grave{a}x} = F_v = \mathbf{3,65 \text{ kN}}$$

#### 6.4.4. Selecció dels elements d'acord amb el catàleg del fabricant

En aquest apartat es decideix quins elements constructius s'escullen.

- **Biguetes**

Anteriorment s'ha calculat el moment màxim que han de suportar les biguetes. Aquest valor és de 7,88 kN·m, per tant s'escull col·locar la bigueta VP-18,4 (Taula 6.9), ja que és la que suporta un moment màxim superior al que es necessita. Aquesta també suporta el tallant màxim que és de 6,3 kN.

Es col·loquen 6 biguetes.

**Taula 6.9.** Característiques de les biguetes (Prefabricats Pujol, 2016)

Tipus	Moment últim (m·kN)	Tallant últim (kN)	Rigidesa (m <sup>2</sup> ·kN)	Longitud màxima	Pes (kg/ml)
VP-18,3	5,98	7,11	1,382	6,48	27
<b>VP-18,4</b>	<b>8,07</b>	<b>8,02</b>	1,388		
VP-18,5	9,74	8,52	1,443		
VP-18,6	10,76	9,26	1,452		
VP-18,8	12,35	10,06	1,482		
VP-22	17,24	12,77	2,825	7,58	34
VP-26	31,23	24,63	5,830	10,18	54
VP-32	62,48	39,54	16,542	12,48	95
VP-45	155,11	77,79	54,929	16,00	162

- **Jàsseres peraltades**

Amb els càlculs realitzats anteriorment, es demostra que lajàssera prèviament triada és correcta ja que aguanta el moment de 1615,63 kN · m i el tallant de 215,55 kN.

Es col·locaran 8 jásseres.

**Taula 6.10.** Característiques de la jàssera escollida (Prefabricats Pujol, 2016)

Tipus	Longitud (m)	Pes (kg/u)	H (m)	Moment últim	Tallant últim (kN)	Rigidesa (m²·kN)
i.40	21	9.500	1,60	2.563,17	353,70	5.506.200
	23	10.587	1,70			
	25	11.718	1,80			
	27	12.900	1,90			
	29	14.117	2,00			
i.60	30	18.270	2,10	4.658,55	531,06	9.199.800
	32	19.882	2,30			
	34	21.493	2,50			
	36	22.912				
i.80	27	34.632	2,51	8.740,51	760,77	17.373.600
	39	36.791	2,63			
	41	38.846				
	43	41.165	2,75			
	45	43.386				

- **Pilars**

Es col·locaran 18 pilars de 40 cm x 40 cm.

Per tal d'escollir els pilars, primer es comprova l'armadura observant l'axial i el moment (Taula 6.11).

Es selecciona el pilar amb una  $r_{min}$  de 4,80 (veure lletres vermelles Taula 7.11), ja que aquest és el que és capaç de suportar l'axial de 230,45 kN i el moment de 13,87 kN · m.

**Taula 6.11.** Característiques dels pilars (Prefabricats Planas, 2016)

Secció formigó				b <sub>0</sub> = 40				h <sub>0</sub> = 40 cm			
Armadures:		Nivell i nombre de barres per nivell segons tipus armat									
Recobriment geomètric:				r <sub>0</sub> = 30 mm							
rmin (cm) =		4,80		4,93		5,20		5,60		6,10	
Nivell Ø <sub>1</sub> Ø <sub>2</sub>	1	0	4	0	6	0	8	0	8	0	8
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	4	0	6	0	8	0	8	0	8
Nº total		0	8	0	12	0	16	0	16	0	16
Ø barres		16	16	16	16	16	16	16	20	16	25
Compr Nd (kN)		4135,30		4429,00		4722,70		5383,60		6416,20	
Simple Md (mkN)		94,40		99,20		100,30		105,00		118,30	
Nd (kN)		Md (en mkN) segons armat									
00,00		102,70		152,70		200,00		304,00		458,00	
40,00		109,80		159,80		207,00		311,00		465,50	
80,00		116,90		166,90		214,10		318,10		472,50	
120,00		124,10		174,00		221,20		325,10		479,40	
160,00		131,20		181,10		228,30		332,20		486,40	
200,00		138,30		188,20		235,40		339,20		493,40	
240,00		145,40		195,30		242,50		346,20		500,40	

#### 6.4.5. Determinació de les dimensions i armat de les sabates de fonamentació

En primer lloc, s'ha elaborat un full de càlcul on s'han introduït les dades de les forces del pilar obtingudes anteriorment. També les dades de les condicions del terreny i les dimensions de les sabates (que s'ha anat iterant per obtenir el valor del més mínim possible).

Un cop introduïdes les dades es disposa a fer les comprovacions al bolc, lliscament i enfonsament. Tots aquests càlculs estan realitzats mitjançant l'Excel i a continuació només es mostra quines són i com s'han utilitzat les fórmules utilitzades.



- **Comprovació al bolc**

Perquè la sabata no bolqui cal que el coeficient entre el moment estabilitzat i el moment actuant doni un valor més gran que el de seguretat.

Per tal de calcular-ho s'utilitza la fórmula:

$$\frac{M_{estabilitat}}{M_{bolc}} > \gamma_1$$

on:

**M<sub>estabilitzant</sub>** = moment estabilitzant (kN · m)

**M<sub>bolc</sub>** = moment que pot provocar el bolc (kN · m)

**γ<sub>1</sub>** = coeficient de seguretat, que és de 1,5 (adimensional)

Per calcular el moment estabilitzant s'utilitza la següent fórmula:

$$M_{estabilitzant} = (N + P) \cdot \frac{a}{2}$$

on:

**N** = axial a la base del pilar (kN)

**P** = pes propi de la sabata (kN)

**a** = costat de la sabata (m)

Per calcular el moment que pot provocar el bolc s'utilitza la fórmula:

$$M_{bolc} = M + V \cdot h$$

on:

**V** = tallant a la base del pilar que pot provocar el bolc (kN)

**h** = cantell de la sabata (m)

Per tal d'obtenir el coeficient de seguretat al bolc s'utilitza la fórmula:

$$\frac{M_{est}}{M_{bolc}} = \text{Coeficient de seguretat al bolc}$$

- **Comprovació al lliscament**

Perquè la sabata no llisqui cal que el valor obtingut del coeficient entre la força estabilitzant i el tallant actuant sigui més gran que el coeficient de seguretat. Per tal de determinar-ho s'utilitza la fórmula:

$$\frac{F_e}{V} > \gamma_2$$

on:

**F<sub>e</sub>** = força estabilitzant al lliscament, apareix per fricció sabata amb el terreny (kN)

**V** = tallant a la base del pilar (kN)

**γ<sub>2</sub>** = coeficient de seguretat al lliscament (1,5)

Per calcular la força estabilitzant al lliscament s'utilitza la fórmula:

$$Fe = (N + P) \cdot tg\varphi d$$

on:

**N** = axial a la base del pilar (kN)

**P** = pes propi de la sabata (kN)

**$\varphi d$**  = angle de fregament intern minorat ( $\varphi d = 2/3 \varphi$ ) (°)

- **Comprovació de les tensions sobre el terreny**

Si hi actua tallant i/o moment, la tensió no serà uniforme i cal determinar la distància respecte l'eix vertical que passa pel cdm a la qual hem de col·locar la força N+P per tal que el  $M_{estabilitzant} = M_{bolc}$ .

Per tal d'assegurar que no hi haurà enfonsament de la sabata es calcula la tensió mínima i la tensió màxima causada per la sabata, la mitjana dels quals ha de ser menor a la tensió admissible del terreny.

Per tal de calcular la tensió mínima i la tensió màxima s'ha de calcular primer l'excentricitat amb la fórmula:

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P}$$

on:

**e** = excentricitat (m)

**M, V, N** = esforços que transmet el pilar a la sabata (Kn·m, kN, kN)

**h** = cantell de la sabata (m)

**P** = pes propi de la sabata (kN)

Les fórmules per calcular la tensió mínima ( $T_{mín}$ ) i la tensió màxima ( $T_{màx}$ ) són:

$$T_{màx} = \frac{N + P}{a^2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

$$T_{mín} = \frac{N + P}{a^2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

on:

**a** = costat de la sabata (m)

**N** = axial a la base del pilar (kN)

**P** = pes propi de la sabata (kN)

**e** = excentricitat (m)

En la taula 6.12 es mostra el full de càlcul on s'han realitzat tots els càlculs anteriorment esmentats:

**Taula 6.12.** Predimensionament i comprovació de l'estabilitat de la sabata

Càlcul fonamentació			Excentricitat respecte a un eix		
DADES		Unitats	DIMENSIONAMENT		Unitats
Axial (N)	230,45	kN	Longitud	a	2,50 m
Moment (M)	13,87	kN·m	Amplada	b	2,50 m
Tallant (V)	3,65	kN	Altura	h	0,50 m
Angle de fregament intern	30	º	Pes propi sabata	P	78,13 kN
T.ADM (Ta)	245	kN/m <sup>2</sup>	MT est	Me	385,72 kN·m
Densitat del formigó	25	kN/m <sup>3</sup>	MT bloc	Mb	15,70 kN·m
			Força estabilitzant	Fe	178,16 kN
			Coef.seg.bolc	Csv	24,58 OK
			Coef.seg. llisc.	Csd	48,81 OK
			Excentricitat	ex	0,05 m
			REPARTIMENT	TRAP	
			T.màx	Tmàx	55,40 kN/m <sup>2</sup>
			T.min	Tmín	43,35 kN/m <sup>2</sup>
			T.adm	Tad	44,32 kg/cm <sup>2</sup>
Sabata seleccionada			Compleix la tensió admissible		

Com es pot veure a la Taula 7.12 la comprovació al bolc, al lliscament i a l'enfonsament són estables i les tensions màxima i mínima són inferiors a l'admissible, per tant, es pot dir que la sabata està ben dimensionada.

- **Recobriment de formigó**

El recobriment de formigó és la distància entre la superfície exterior de l'armadura (incloent cercol i estreps) i la superfície de formigó més propera.

Per tal de determinar el recobriment, s'ha utilitzat la fórmula:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

on:

**r<sub>nom</sub>** = recobriment nominal (mm)

**r<sub>min</sub>** = recobriment mínim (mm)

**Δr** = marge de recobriment (en funció del nivell de control d'execució de l'obra) (mm)

El recobriment mínim es calcula a partir de la Taula 6.13.

**Taula 6.13.** Recobriments mínims (mm) per les classes generals d'exposició I i II (CTE DB SE)

Classe d'exposició	Tipus de ciment	Resistència característica del formigó ( $N/mm^2$ )	Vida útil de projecte (tg), (anys)	
			50	100
I	Qualsevol	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} \leq 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Altres tipus de ciments o en el cas d'addicions al formigó	$25 \leq f_{ck} \leq 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} \leq 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Altres tipus de ciments o en el cas d'addicions al formigó	$25 \leq f_{ck} \leq 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Observant la taula 7.13, s'obté el valor de 15, ja que la nau està ubicada en una zona amb una resistència característica de  $25 N/mm^2$ . El tipus de formigó que s'utilitzarà serà **HA-25/P/20/IIa** ja que s'utilitzarà formigó armat amb una resistència característica del formigó armat ( $f_{ck}$ ) de  $25 N/mm^2$ , que té consistència de plàstic, un diàmetre màxim de l'àrid de 20 mm i una classe general d'exposició en la corrosió de les armadures d'humitat alta.

Per tal de determinar el marge de recobriment ( $\Delta r$ ), sohan d'analitzar les tres possibilitats següents:

- 0 mm: en elements prefabricats amb control intens d'execució.
- 5 mm: en elements fabricats in situ amb nivell intens de control d'execució.
- 10 mm: en la resta de casos.

S'escull la tercera opció, per tant:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

S'ha obtingut un valor de 25 mm, per tant es col·locarà un recobriment de formigó de 2,5 cm. El valor d'aquest recobriment és el mínim per normativa, però s'aplicarà un gruix superior ja que d'aquesta manera es pot evitar d'una forma més segura que la corrosió no malmeti l'armadura. Per tant, s'aplicarà un valor de 5 cm.

Es disposa a observar si la sabata és rígida o flexible i per a determinar-ho es calcularà el vol per una direcció (ja que la sabata és quadrada) a partir de la fórmula:

$$v = \frac{a - a_0}{2}$$

on:

**a** = dimensió de la sabata (m)

**a<sub>0</sub>** = dimensió de la secció del pilar (m)

En punts anteriors, es van seleccionar pilars de 40 cm x 40 cm, i per tant la secció dels pilars són de 0,4 m.

S'ha de tenir present que en aquest cas sortiria una sabata rígida i perquè no surti, s'ha sobredimensionat els costats de les sabates per tal de que surti una sabata flexible.

$$v = \frac{a - a_0}{2} = \frac{2,5 - 0,4}{2} = 1,05 \text{ m}$$



Per determinar si la sabata és flexible o és rígida s'analitzen les dues següents condicions:

Si  $v > 2h \rightarrow$  Sabata flexible

Si  $v \leq 2h \rightarrow$  Sabata rígida

on:

**h** = cantell de la sabata (m)

**v** = vol de la sabata (m)

$1,05 > 2 \cdot 0,5 \rightarrow$  Sabata flexible

- **Determinació de l'armat**

Per determinar l'armat primer es disposa a fer els càlculs segons el moment, flexió i tallant.

#### Càlcul a flexió

Per tal de calcular el moment admissible, s'utilitza la següent fórmula:

$$Mad = \sigma + b \frac{(Va + 0,15 a_0)^2}{2}$$

on:

**$\sigma$**  = tensió uniforme del terreny a la sabata ( $\text{kN/m}^2$ )

**b** = amplada de la sabata (m)

**$V_a$**  = vol de la sabata (m)

**$a_0$**  = dimensió de la secció del pilar (m)

$$Mad = \sigma + b \frac{(Va + 0,15 a_0)^2}{2} = 245 + 2,5 \frac{(1,05 + (0,15 \cdot 0,4))^2}{2} = 245,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

### Segons el moment

Es calcula la quantia geomètrica d'armadura ( $\rho$ ). Es defineix com el quocient entre l'àrea d'acer i la de formigó. Es calcula a partir de la fórmula:

$$\rho = \frac{A_s}{A_c} = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

on:

**$A_s$**  = àrea d'acer (m)

**$A_c$**  = àrea de formigó (m)

El valor de  $A_s$  i  $A_c$  es calcularà més endavant.

La mínima quantia geomètrica ve limitada en la EHE en funció del tipus d'element constructiu per tal d'evitar les fissures per retracció o per esforços tèrmics.

En la taula 6.14 s'observen els valors de les quanties geomètriques mínimes referides a les seccions totals de formigó en tant per ú. Per buscar aquesta informació s'utilitza l'Article 42,3, Capítol X del EHE 2008.

En aquest cas s'utilitza armadura B-500S. També es calcula més endavant.

**Taula 6.14.** Valors de les quanties mínimes geomètriques segons els usos (CTE DB SE)

Tipus d'element estructural		Tipus d'acer	
		B 400 S $f_{yk} = 400$ N/mm <sup>2</sup>	B 500 S $f_{yk} = 500$ N/mm <sup>2</sup>
Pilars		0,0040	0,0040
Lloses		0,0020	0,0018
Bigues		0,0033	0,0028
Murs	Armadura horitzontal	0,0040	0,0032
	Armadura vertical	0,0012	0,0090

També es calcula la capacitat mecànica de les armadures ( $U_s$ ). Quan es parla de  $U_s$  es refereix a l'acer. Es calcula a partir de la fórmula:

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} = \omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$$

on:

**$A_s$**  = àrea de l'acer (m<sup>2</sup>)

**$f_{yd}$**  = resistència de càlcul de l'acer (kN/m<sup>2</sup>), calculat a continuació:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \mathbf{434782,61 \text{ kN/m}^2}$$

Tot seguit es calcula la capacitat mecànica del formigó ( $U_c$ ). En aquest cas quan es parla de  $U_c$  es refereix al formigó. Es considera que només treballa a compressió.

$$U_c = A_c \cdot f_{cd}$$

$$A_c = b \cdot d$$

$$d = h - r$$

on:

**$A_c$**  = àrea de formigó ( $m^2$ )

**$f_{cd}$**  = resistència de càlcul del formigó ( $kN/m^2$ ), calculat a continuació

**$b$**  = amplada de la sabata (m)

**$d$**  = cantell útil de la sabata (m)

**$h$**  = alçada de la sabata (m)

**$r$**  = recobriment (m)

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{25 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 16,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \mathbf{16666,67 \text{ kN/m}^2}$$

$$d = h - r = 0,5 - 0,05 = \mathbf{0,45 \text{ m}}$$

$$A_c = b \cdot d = 2,5 \cdot 0,45 = \mathbf{1,125 \text{ m}^2}$$

$$U_c = A_c \cdot f_{cd} = 1,125 \cdot 16666,67 = \mathbf{18.750 \text{ kN}}$$

Es procedeix a calcular la quantia mecànica de l'armadura ( $\omega$ ). És la relació entre la capacitat mecànica de l'acer i la capacitat mecànica del formigó.

En primer lloc, es calcula el coeficient corresponent amb la fórmula:

$$\mu = \frac{M_{ad}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

on:

**$M_{ad}$**  = moment admissible ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )

**$b$**  = amplada de la sabata (m)

**$d$**  = cantell (m)

**$f_{cd}$**  = resistència al càlcul del formigó ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$$\mu = \frac{M_{ad}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{245,9}{2,5 \cdot 0,45^2 \cdot 16666,67} = \mathbf{0,029}$$

Ara es calcula la quantia mecànica de l'armadura amb la següent fórmula:

$$\omega = \mu (1 + \mu)$$

on:

**$\omega$**  = quantia mecànica de l'armadura

**$\mu$**  = coeficient

$$\omega = \mu (1 + \mu) = 0,029 \cdot (1 + 0,029) = \mathbf{0,030}$$

Tot seguit es calcula l'àrea de l'acer amb la fórmula:

$$A_s = \frac{\omega \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

on:

$\omega$  = quantia mecànica de l'armadura

$A_c$  = àrea de formigó (m<sup>2</sup>)

$f_{cd}$  = resistència al càlcul del formigó (kN/m<sup>2</sup>)

$f_{yd}$  = resistència de càlcul de l'acer (kN/m<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\omega \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,030 \cdot 1,125 \cdot 16666,67}{434782,61} = 0,0012938 \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{1.299,28 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

Tot seguit es calcula el nombre i distància de rodons. Es suposa que el diàmetre dels rodons és de 16 mm i aquesta distància es calcula només per un costat, ja que tots els costats són iguals. Per a la realització d'aquests càlculs s'utilitzen les fórmules:

$$A_{rodó} = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4}$$

$$A_s = n \cdot A_{rodó} \rightarrow n = \frac{A_s}{A_{rodó}}$$

$$\frac{b}{n \text{ rodons}} = \text{cm de separació entre rodons}$$

on:

**A<sub>rodó</sub>** = àrea del rodó (mm<sup>2</sup>)

$\varnothing$  = diàmetre del rodó (mm)

**n** = número de rodons

**b** = amplada de la sabata (cm)

$$A_{rodó} = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 201 \text{ mm}^2$$

$$A_s = n \cdot A_{rodó} \rightarrow n = \frac{A_s}{A_{rodó}} = \frac{1299,28}{201} = 6,41 \approx 7$$

$$\frac{b}{n \text{ rodons}} = \text{cm de separació entre rodons} = \frac{250}{7} = 35,7 \text{ cm}$$

La nomenclatura adient per anomenar el nombre de rodons i diàmetre serà: 6Ø16 per cada sabata.

S'escull un diàmetre d'arid màxim de 10 mm. Com s'indica a la normativa, aquest valor es divideix per 0,8 i s'obté el valor de la separació mínima entre rodons que en aquest cas és de 12,5 mm (0,125 cm).

La normativa diu que la separació entre rodons no pot ser inferior a 10 cm i superior a 20 cm. Per tant, seguint la normativa, la **separació entre rodons** serà de **30 cm**, tenint en compte que s'haurà de posar més quantitat d'acer.

Ara es procedeix a calcular la quantia geomètrica d'armadura ( $\rho$ ), que es defineix com el quocient entre l'àrea d'acer i la de formigó i es calcula a partir de la fórmula:

$$\rho = \frac{A_s}{A_c} = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

on:

**A<sub>s</sub>** = àrea de l'acer (m<sup>2</sup>)

**A<sub>c</sub>** = àrea de formigó (m<sup>2</sup>)

**b** = amplada de la sabata (m)

**d** = cantell (m)

Per calcular la mínima quantia geometria s'utilitza l'armadura B-500S (veure taula 6.15). Les sabates es consideren lloses.

**Taula 6.15.** Valors de les quanties mínimes geomètriques segons els usos (CTE DB SE

Tipus d'element estructural		Tipus d'acer	
		B 400 S $f_{yk} = 400$ N/mm <sup>2</sup>	B 500 S $f_{yk} = 500$ N/mm <sup>2</sup>
Pilars		0,0040	0,0040
Lloses		0,0020	<b>0,0018</b>
Bigues		0,0033	0,0028
Murs	Armadura horitzontal	0,0040	0,0032
	Armadura vertical	0,0012	0,0090

$$\rho = \frac{A_s}{A_c} = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{A_s}{2,5 \cdot 0,45} = 0,0018 \rightarrow A_s = 2.025 \text{ mm}^2$$

Per dimensionar la sabata s'utilitza l'àrea més gran. En aquest cas l'àrea d'acer de la quantia mínima geomètrica (2.025 mm<sup>2</sup>) és més gran que la de la quantia mecànica de les armadures (1.299 mm<sup>2</sup>). Per tant, es pren el valor de l'àrea de l'acer de la quantia mínima geomètrica.

#### Segons l'esforç tallant

Per tal d'acabar de dimensionar l'armat en les sabates cal fer la comprovació a tallant.



Es disposa a calcular primerament l'esforç tallant actuant. Per calcular-ho s'utilitza la fórmula:

$$Vd = \sigma t \cdot b (v - d)$$

on:

**$\sigma t$**  = tensió màxima admissible (kN/m<sup>2</sup>)

**$b$**  = amplada de la sabata (m)

**$v$**  = vol (m)

**$d$**  = cantell útil de la sabata (m)

$$Vd = \sigma \cdot b (v - d) = 245 \cdot 2,5 \cdot (1,05 - 0,45) = 367,5 \text{ kN}$$

Un cop calculat l'esforç tallant actuant, es processa a calcular l'esforç tallant últim.

Per tal de calcular-lo s'aplica la fórmula:

$$V_{u2} = V_{cu} = f_{cv} \cdot b \cdot d$$

on:

**$f_{cv}$**  = resistència virtual del formigó a tallant (que pren el valor de:  $f_{cv} = 0,12\varepsilon(100\rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}$  i  $f_{cv} = 0,05\varepsilon^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ )

**$f_{ck}$**  = resistència característica del formigó (N/mm<sup>2</sup>)

**$\varepsilon$**  = coeficient que té en compte la influència del cantell útil en l'efecte d'engranament d'àrids (que pren el valor de:  $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ )

**$d$**  = cantell útil (mm)

**$\rho_1$**  = quantia geomètrica de l'armat longitudinal a tracció que possibilita la resistència per l'efecte d'arc i passador ( $\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} \rightarrow$

*No pot ser més grn que 0,02* )

En primer lloc s'ha calculat el coeficient  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{450}} = \mathbf{1,66}$$

Tot seguit es calcula l'àrea de l'acer:

$$A_s = n^{\circ} \text{ de rodons} \cdot D = 7 \cdot \frac{(\pi \cdot 16^2)}{4} = \mathbf{1407,43 \text{ mm}^2}$$

Ara s'ha calculat la quantia geomètrica amb la fórmula esmentada anteriorment:

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1407,43}{2500 \cdot 450} = \mathbf{0,00125}$$

Seguidament s'ha calculat el valor de  $f_{cv}$ :

$$f_{cv} = 0,05 \cdot \varepsilon^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,05 \cdot 1,66^{3/2} \cdot 25^{1/2} = \mathbf{0,53 \text{ N/mm}^2}$$

Finalment, es calcula l'esforç tallant últim:

$$V_{u2} = V_{cu} = f_{cv} \cdot b \cdot d = 0,53 \cdot 2500 \cdot 450 = 596250 \text{ N} = \mathbf{596,25 \text{ kN}}$$

- **Posició de les barres d'ancoratge**

Les longituds de l'ancoratge ( $l_b$ ) depenen de la posició que ocupen les barres respecte de la direcció de formigonat i de l'adherència de les barres.

Les barres superiors estan en pitjors condicions que les inferiors pel que fa a l'adherència, ja que el formigó que les envolta és de pitjor qualitat degut a la reflexió d'aire i beurada en el compactat.

La EHE distingeix dos posicions pel que fa a l'adherència de les barres:

-Posició I, de bona adherència:

- Barra que durant el formigonat forma respecte de l'horitzontal un angle comprès entre 45 i 90°
- Barres que formant un angle menor de 45°, estan situades a la meitat inferior de la peça
- Barres que formant un angle menor de 45° a una distància igual o superior a 30 cm de la cara superior d'una capa de formigonat

-Posició II, d'adherència deficient:

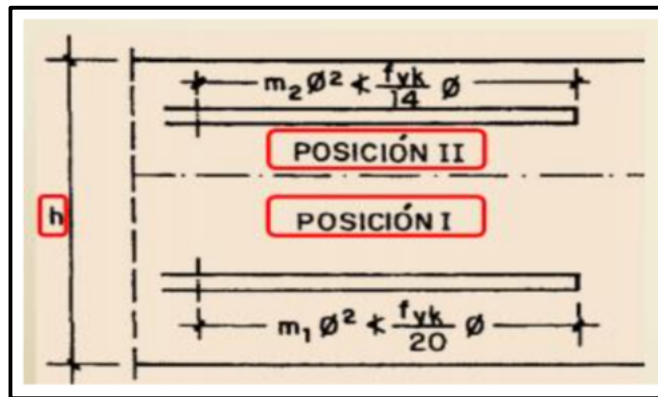
- Totes les barres no incloses en el cas anterior

**Taula 6.16.** Normativa que classifica la posició de les barres (Eurocodi)

$h \leq 25 \text{ cm}$	Totes les barres estan en posició I
$35 < h \leq 60 \text{ cm}$	Totes les barres situades a la meitat inferior de la peça estan en posició I
$h > 60 \text{ cm}$	Totes les barres col·locades a una distància igual o superior a 30 cm de la cara superior de la peça estan en posició I

Nota: quan  $h \leq 25 \text{ cm}$ , refluxió és inapreciable, per això totes en posició I.

Totes les barres mesuren 0,5 cm d'altura, i per tant, segons la figura 6.26, totes les barres situades a la meitat inferior de la peça estan en posició I.



**Figura 6.26.** Normativa que classifica la posició de les barres d'ancoratge (CTE DB SE)

A continuació s'ha calculat la posició de les barres d'ancoratge amb la fórmula següent:

$$l_b \rightarrow m_1 \cdot \varnothing^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} \cdot \varnothing \rightarrow 15 \cdot 1,6^2 \leq \frac{500}{20} \cdot 1,6 \rightarrow \mathbf{38,4 \leq 40}$$

Finalment cal esmentar que s'utilitzarà el valor de 30 cm i no l'obtingut anteriorment per a càlculs a posteriori ja que la normativa ho indica:

La normativa diu que la separació entre rodons no pot ser inferior a 10 cm i superior a 30 cm.

#### 6.4.6. Determinació de les dimensions i armat de les bigues de lligat

Abans de determinar les dimensions i armat de les bigues de lligat es recupera la següent informació esmentada en apartats anteriors:

- Acer: B-500S
- Formigó: HA-25/P/20/IIa
- Separació entre pòrtics: 5 m
- Axial actuant: 230,45 kN

- **Vinclament**

Per no tenir problemes de vinclament cal complir la següent fórmula:

$$a \geq 25 \text{ cm}$$
$$a \geq \frac{L}{20} = \frac{500 \text{ cm}}{20} = 25 \text{ cm}$$

on:

**L** = separació entre pòrtics (cm)

El vinclament ha sortit igual a 25 cm, per tant, no hi haurà problemes de vinclament.

- **Quantia mínima d'acer**

Per calcular la quantia geomètrica mínima s'utilitza la següent fórmula:

$$\rho = \frac{As}{Ac} = \frac{As}{a \text{ (cm)} \cdot d \text{ (cm)}}$$

Aquest valor s'obtindrà a partir de la taula 6.17 triant l'acer B-500S i triant les bigues com a element estructural.

**Taula 6.17.** Valors de les quanties geomètriques segons els usos (CTE DB SE)

Tipus d'element estructural		Tipus d'acer	
		B 400 S $f_{yk} = 400$ N/mm <sup>2</sup>	B 500 S $f_{yk} = 500$ N/mm <sup>2</sup>
Pilars		0,0040	0,0040
Lloses		0,0020	0,0018
Bigues		0,0033	<b>0,0028</b>
Murs	Armadura horitzontal	0,0040	0,0032
	Armadura vertical	0,0012	0,0090

El que interessa es trobar el valor de recobriment de l'acer, per tant:

$$\rho = 0,0028 = \frac{A_s}{A_c}$$

$$A_s = 0,0028 \cdot (a \cdot d) = 0,0028 \cdot (25 \cdot 45) = 3,15 \text{ cm}^2 = \mathbf{315 \text{ mm}^2}$$

- **Resistència al sisme**

Per calcular la resistència al sisme s'utilitza l'expressió:

$$A_s \geq \frac{0,10 \cdot Nd}{f_{yd}} = \frac{0,10 \cdot Nd}{f_{yd}}$$

$$f_{yd} = \frac{500 \frac{N}{\text{mm}^2}}{1,15} = 434,78 \frac{N}{\text{mm}^2} \rightarrow 0,43478 \frac{kN}{\text{mm}^2}$$

$$A_s = \frac{0,1 \cdot 230,45}{0,43478} = \mathbf{53 \text{ mm}^2}$$

- **Quantia mecànica mínima (W)**

A continuació es mostren els càlculs de la quantia mecànica mínima:

$$W \geq 0,04 \rightarrow W = \frac{U_s}{U_c} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \geq 0,04$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,66 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{yd} = \frac{500 \frac{N}{mm^2}}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_s \geq \left( \frac{0,04 \cdot (250 \cdot 450) mm^2 \cdot 16,66 \frac{N}{mm^2}}{434,78 \frac{N}{mm^2}} \right) = \mathbf{172,43 \text{ mm}^2}$$

- **Quantia mínima per fissuració**

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,15 \cdot a^2$$

$$A_s \geq 0,15 \cdot a^2 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \rightarrow A_s \geq 0,15 \cdot 250^2 mm^2 \frac{16,66 \frac{N}{mm^2}}{434,78 \frac{N}{mm^2}} = \mathbf{359,23 \text{ mm}^2}$$

Per saber l'àrea que s'haurà d'utilitzar per calcular el diàmetre dels rodons d'acer que es col·locaran a l'armat de la biga de travament és l'àrea més restrictiva. Aquesta àrea d'acer ( $A_s$ ) és l'àrea calculada en la quantia mínima per fissuració.

$$A_{rodó} = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi D^2}{4} = 359,23 \text{ mm}^2$$

$$\mathbf{D \geq \left( \frac{359,23}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = 10,69 \text{ mm}}$$

A l'àmbit comercial no es troben rodons d'aquest diàmetre, de manera que s'escull posar rodons de diàmetre de 14 mm.

- **Armat transversal (estreps)**

$$\varnothing_{estreps} = \frac{\varnothing_{\text{màxim de la barra comprimida}}}{4} = \frac{14 \text{ mm}}{4} = 3,5 \text{ mm}$$

En aquest cas succeeix el mateix que a l'apartat anterior, ja que no es fabriquen comercialment estreps amb diàmetre de 3,5 mm. De manera que, s'escull el diàmetre més proper al calculat i que es fabriqui comercialment. Serà un diàmetre de **6 mm**.

- **Separació entre estreps**

Per calcular la separació entre els estreps s'ha de tenir en compte les següents tres condicions:

$$-Se \leq 0,75 \cdot d = 0,8 \cdot 45 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

$$-Se \leq 30 \text{ cm}$$

$$-Se \leq 15 \cdot \varnothing_{\text{mínim}} = 15 \cdot 1,4 = 21 \text{ cm}$$

S'ha d'escollir la distància més curta entre els estreps, i en aquest cas és de 21 cm.

- **Comprovació a tallant**

Finalment falta saber la comprovació a tallant i per saber que tot és correcte, es processa a fer el següent mitjançant la fórmula:

$$A\alpha \cdot f_{yd} \geq 0,02 \cdot f_{cd} \cdot a$$

on:

**$A\alpha$**  = àrea resistent a tallant

$$A\alpha \geq 0,02 \cdot \frac{16,66}{434,78} \cdot 250 \text{ mm} = 0,1916 \text{ mm}$$



Es calcula l'àrea dels estreps:

$$\mathbf{A_{estreps}} = \frac{2 \pi \phi^2}{4} = \frac{2 \pi 6^2}{4} = \mathbf{56,54 \text{ mm}^2}$$

$$A\alpha = \frac{At}{Se} \rightarrow \mathbf{At} = A\alpha \cdot Se = 0,1916 \text{ mm} \cdot 210 \text{ mm} = \mathbf{40,24 \text{ mm}^2}$$

on:

**Aα** = àrea resistent a tallant

**At** = àrea transversal

Com que  $56,54 \text{ mm}^2 > 40,24 \text{ mm}^2$  la comprovació està ben feta i el càlcul de l'armadura és correcte.

## **ANNEX VII. INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS**

<b>7.</b>	<b>ANNEX VII. INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS.....</b>	<b>117</b>
<b>7.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>117</b>
<b>7.2.</b>	<b>CARACTERITZACIÓ DE LA INDÚSTRIA.....</b>	<b>117</b>
7.2.1.	Activitats d'emmagatzematge.....	117
7.2.2.	Activitats diferents a l'emmagatzematge.....	118
7.2.3.	Activitat de tota la indústria .....	120
<b>7.3.</b>	<b>CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES .....</b>	<b>121</b>
<b>7.4.</b>	<b>EQUIPS I INSTAL·LACIONS CONTRA INCENDIS.....</b>	<b>121</b>

## **7. ANNEX VII. INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS**

### **7.1. INTRODUCCIÓ**

L'objectiu d'aquest annex és calcular la càrrega de foc en la nau i descriure els equips i instal·lacions contra incendis que es necessiten.

El present annex s'ha fet seguint el Reglament de Seguretat contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI), aprovat pel Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre (BOE, 2004) i modificat pel R.D. 560/2010, de 7 de maig (BOE, 2010).

### **7.2. CARACTERITZACIÓ DE LA INDÚSTRIA**

El RSCIEI identifica 5 tipus de caracteritzacions possibles en funció de la seva configuració i ubicació.

La indústria del present projecte es classifica de Tipus C, ja que la indústria ocupa totalment una nau i es troba a més de 3 m de qualsevol altra edificació.

#### **7.2.1. Activitats d'emmagatzematge**

En la indústria hi ha dos magatzems: el d'envasos i palets i el de producte acabat. Per tal de calcular la densitat de càrrega de foc en aquestes dues zones s'utilitza la següent fórmula:

$$Q_s = \left( \frac{\sum (q_{vi} \cdot C_i \cdot s_i \cdot h_i)}{A} \right) \cdot R_a$$

on:

$Q_s$  = densitat de càrrega de foc (Mcal/m<sup>2</sup>)

$q_{vi}$  = càrrega de foc aportada per cada m<sup>3</sup> de cada zona amb diferents tipus d'emmagatzematge existent en el sector d'incendi (Mcal/m<sup>3</sup>)

$C_i$  = coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat de cada un dels combustibles que existeixen al sector d'incendi (per al magatzem d'envasos i palets s'utilitza el valor de 1,0, i pel magatzem de producte acabat 1,3.) (adimensional)

$s_i$  = superfície ocupada en planta per cada zona amb diferent tipus d'emmagatzematge existent en el sector d'incendi ( $m^2$ )

$h_i$  = alçada d'emmagatzematge de cada un dels combustibles (m)

$A$  = superfície construïda de cada un dels sectors d'incendi que componen l'edifici industrial ( $m^2$ )

$R_a$  = coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat (per l'activació) inherent a l'activitat industrial desenvolupada en el sector d'incendi, producció, muntatge, transformació, reparació, emmagatzematge, etc. Per el tipus d'activitat del present projecte, cal agafar un valor de 2. (adimensional)

A la taula 7.1 es mostren els nivells de riscos calculats en els dos magatzems.

**Taula 7.1.** Característiques i densitat de càrrega de foc calculada de cada àrea d'emmagatzematge

Zona	$q_{vi}$ (Mcal/ $m^3$ )	$C_i$	$S_i$ ( $m^2$ )	$h_i$ (m)	$A$ ( $m^2$ )	$R_a$	$Q_s$ (Mcal/ $m^2$ )	Nivell de risc	
Magatzem d'envasos i palets	313	1,0	108	2,5	108	2,00	1565,00	6	ALT
Magatzem de producte acabat	601	1,3	100	2,5	100	2,00	3906,50	8	ALT

### 7.2.2. Activitats diferents a l'emmagatzematge

La resta d'activitats tenen lloc a la zona de producció, oficina i laboratori.

Per tal de calcular la densitat de càrrega de foc en zones destinades a activitats diferents de l'emmagatzematge s'utilitza la següent fórmula:

$$Q_s = \left( \frac{\sum (q_{si} \cdot C_i \cdot S_i)}{A} \right) \cdot R_a$$

on:

$Q_s$  = densitat de càrrega de foc (Mcal/m<sup>2</sup>)

$q_{si}$  = densitat de càrrega de foc de cada zona amb processos diferents dels que es realitzen en un sector d'incendi (Mcal/m<sup>3</sup>)

$C_i$  = coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat de cada n dels combustibles que existeixen al sector d'incendi

$S_i$  = superfície de cada zona amb procés i densitat de càrrega de foc diferents (m<sup>2</sup>)

$A$  = superfície construïda de cada un dels sectors d'incendi que componen l'edifici industrial (m<sup>2</sup>)

$R_a$  = coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat (per l'activació) inherent a l'activitat industrial desenvolupada en el sector d'incendi, producció, muntatge, transformació, reparació, emmagatzematge, etc. Quan existeixin diferents activitats en un mateix sector, es prendrà com a factor de risc d'activació inherent a l'activitat de major risc d'activació, sempre que aquesta ocupi com a mínim el 10% de la superfície del sector o àrea d'incendi.

A la taula 7.2 es mostren els nivells de risc intrínsecs de la zona de producció i oficina i laboratori.

**Taula 7.2.** Característiques i densitat de càrrega de foc calculada de cada àrea diferent de la d'emmagatzematge

Zona	$q_{si}$ (Mcal/m <sup>3</sup> )	$C_i$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$A$ (m <sup>2</sup> )	$R_a$	$Q_s$ (Mcal/m <sup>2</sup> )	Nivell de risc	
Zona de producció	144	1,3	576	576	1,50	280,80	<b>3</b>	<b>MITJÀ</b>
Oficina i laboratori	192	1,0	200	200	1,50	288,00	<b>3</b>	<b>MITJÀ</b>

### 7.2.3. Activitat de tota la indústria

La indústria és considerada un edifici industrial en que l'activitat es desenvolupa en un sol edifici. Per aquest cas, la càrrega de foc es calcula a partir de fórmula següent:

$$Q_e = \frac{\sum_l^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_l^i A_i}$$

on:

$Q_e$  = densitat de càrrega de foc (Mcal/m<sup>2</sup>)

$Q_{si}$  = densitat de càrrega de foc de cadascun dels sectors o àrees d'incendi que componen l'edifici industrial (Mcal/m<sup>2</sup>)

$A_i$  = superfície construïda de cadascun dels sectors o àrees d'incendi que componen l'edifici industrial (m<sup>2</sup>)

A la taula 7.3 es mostren les característiques i la densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida de l'establiment industrial.

**Taula 7.3.** Característiques i densitat de càrrega, ponderada i corregida calculada de l'establiment industrial

Zona	Q <sub>si</sub> (Mcal/m <sup>2</sup> )	A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Q <sub>si</sub> · A <sub>i</sub>
Magatzem d'envasos i palets	1.565,00	108	169.020,00
Magatzem de producte acabat	3.906,50	100	390.650,00
Zona de producció	280,80	576	161.740,80
Oficina i laboratori	288,00	200	57.600,00
<b>TOTAL</b>	<b>6.040,30</b>	<b>984</b>	<b>779.010,80</b>
<b>Q<sub>e</sub></b>	<b>791,68</b>		

Tal i com es pot veure a la taula 7.3 s'ha obtingut un valor de 791,68 Mcal/m<sup>2</sup> i per tant un nivell de risc intrínsec mitjà amb qualificació numèrica de 5.

### **7.3. CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES**

D'acord amb el Reial Decret 560/2010, de 7 de maig, l'estabilitat al foc mínima dels elements estructurals portant en l'edifici serà de R-60. La resistència al foc mínima de parets mitgeres de gruix nominal de 100 mm, construïdes amb blocs de formigó prefabricats sense revestir, serà de EI-60 i de REI-180 per les parets de gruix 200 mm, construïdes amb blocs de formigó prefabricats sense revestir.

La superfície de l'empresa és inferior a 2.500 m<sup>2</sup>, per tant hi haurà 4 sectors d'incendis que no superen els límits de superfície (cadascun dels sectors).

### **7.4. EQUIPS I INSTAL·LACIONS CONTRA INCENDIS**

Com que les dimensions de l'establiment industrial són de 1.200 m<sup>2</sup> i el nivell de risc és mitjà, no és obligatori instal·lar els següents sistemes contra incendis:

- Sistemes automàtics de detecció d'incendis
- Sistemes manuals d'alarma d'incendis
- Sistema d'evacuació de fums
- Hidrants exteriors
- Boques d'incendis equipades (BIE's)
- Ruixadors automàtics d'aigua

Tot i així, el que sí que es col·locarà seran extintors.

#### Característiques dels extintors:

- Es col·locaran en zones fàcilment visibles i accessibles.
- Estaran correctament senyalitzats.
- El recorregut màxim horitzontal serà de 15 m.
- S'instal·laran a 1,5 m del terra.
- Seran de 12 kg i de pols ABC (polivalent) ja que són adequats per a focs dels que es podrien ocasionar.
- Es contractarà una empresa externa per tal de que facin un seguiment dels extintors.



S'instal·laran extintors a les següents zones (veure Plànol 7. Instal·lació contra incendis):

- Zona de producció (2)
- Magatzem d'envasos i palets (1)
- Magatzem de producte acabat (1)
- Oficina (1)
- Laboratori (1)

## **ANNEX VIII. INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA**

<b>8.</b>	<b>ANNEX VIII. INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA .....</b>	<b>125</b>
<b>8.1.</b>	<b>XARXA DE DISTRIBUCIÓ D'AIGUA .....</b>	<b>125</b>
<b>8.2.</b>	<b>AIGUA FREDA SANITÀRIA (AFS) .....</b>	<b>126</b>
<b>8.3.</b>	<b>AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS) .....</b>	<b>129</b>
<b>8.4.</b>	<b>SUBMINISTRAMENT D'AIGUA .....</b>	<b>132</b>
<b>8.5.</b>	<b>SANEJAMENT .....</b>	<b>132</b>

## **8. ANNEX VIII. INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA**

En aquest annex es descriuen les característiques de la instal·lació hidràulica. Aquesta està composta per la xarxa de distribució d'aigua freda i aigua calenta, i per la xarxa de sanejament d'aigües pluvials i residuals.

L'aigua provindrà de la xarxa pública i serà reconduïda un cop feta la seva funció a la xarxa de sanejament.

Per tal de que la instal·lació segueixi amb la normativa legal vigent, se segueix el Document Bàsic HS Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, 2006).

### **8.1. XARXA DE DISTRIBUCIÓ D'AIGUA**

La instal·lació de la indústria consta de dues línies d'aigua freda i dues de calenta que formen la xarxa sanitària i la de procés.

La instal·lació d'aigua freda sanitària i d'aigua calenta sanitària serà present en el laboratori, al lavabo de les oficines i als vestidors, i, per tant, els càlculs per al dimensionament de les dues línies són iguals.

S'utilitzaran canonades de PVC amb pressió nominal de 4 atmosferes.

Les línies estan disposades de forma ramificada, ja que és el més barat. A més s'instal·len a la vista, ja que si hi ha alguna avaria hi ha un millor accés a la canonada.

La instal·lació consta de:

- Caldera
- Comptador volumètric
- Clau de pas general (aigua que prové de la xarxa pública)
- Clau antiretorn
- Dues claus de pas (entrada i sortida d'aigua) en la caldera.

## 8.2. AIGUA FREDA SANITÀRIA (AFS)

L'aigua freda sanitària que arriba a la indústria prové de la xarxa d'aigua pública. Com s'ha esmentat al punt anterior, aquesta xarxa es divideix en dues línies amb cabals diferents (Taula 8.1).

**Taula 8.1.** Cabals per a cada línia d'aigua freda sanitària

Línia	Ubicació	Punts de consum	Cabal unitari (l/s)	Quantitat	Cabal total de cada punt (l/s)	Cabal per cada línia (l/s)
1	Procés productiu	Rentamans	0,05	8	0,4	0,7
		Mànega	0,15	2	0,3	
2	Oficines	Lavabo	0,1	1	0,1	2,4
		Inodor	0,1	1	0,1	
	Vestidors	Lavabos	0,1	2	0,2	
		Inodors	0,1	2	0,2	
		Dutxes	0,2	8	1,6	
	Laboratori	Pica	0,2	1	0,2	
					<b>TOTAL</b>	<b>3,1</b>

El cabal total de les línies és de **3,1 l/s**.

A continuació s'han calculat els diàmetres. Per tal de fer-ho, primer s'ha calculat el cabal mitjançant la fórmula següent:

$$Q = v \cdot S$$

on:

**Q** = cabal que circula per la canonada (m³/s)

**S** = secció de la canonada (m²)

**v** = velocitat de la canonada (m/s). Aquesta valor se suposa de 1,5 m/s

Tot seguit, es calcula la secció final utilitzant la següent fórmula:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

on:

**D** = diàmetre de la canonada (m)

Un cop s'ha calculat la secció final, es calcula de nou la velocitat per tal d'assegurar que es troba entre 1 i 2 m/s. En el cas de la línia 2, s'ha hagut de sobredimensionar ja que sinó passava de 2 m/s la velocitat re calculada.

No convé que les velocitats re calculades siguin superiors a aquests valors, ja que es podria produir el cop d'ariet, i a més a més, unes velocitats superiors podrien ocasionar sorolls no desitjats.

Els càlculs esmentats s'han realitzat en una fulla de càlcul, els resultats obtinguts amb les quals es mostren en la Taula 8.2 i 8.3.

**Taula 8.2.** Càlculs realitzats per a l'obtenció del diàmetre comercial

Línia	Cabal total final (m <sup>3</sup> /s)	Velocitat suposada (m/s)	Secció (m <sup>2</sup> )	Diàmetre (m)	Diàmetre (mm)	Diàmetre comercial de la canonada a PN 4 atm (mm)
1	0,0007	1,5	0,0005	0,02	21,60	32
2	0,0024	1,5	0,0016	0,04	40	50

**Taula 8.3.** Càlculs realitzats per comprovar la velocitat

Línia	Gruix (mm)	Diàmetre interior (mm)	Secció nova (mm <sup>2</sup> )	Secció (mm <sup>2</sup> )	Velocitat re calculada (m/s)
1	3	26	530,93	0,0005	1,32
2	3	44	1520,53	0,0015	1,58

A continuació, es calcula la pressió necessària. Per tal de fer-ho s'utilitza l'equació de *Hazem Williams* per a determinar la pèrdua de pressió en la canonada:

$$\Delta h_c = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot Q^{1,85}$$

on:

**$\Delta h_c$**  = pèrdua de càrrega continua de la canonada (m)

**C** = constant (valor adimensional de 150)

**L** = longitud de la canonada (m)

**D** = diàmetre de la canonada (m)

**Q** = cabal (m<sup>3</sup>/s)

Els valors corresponents a cada línia s'indiquen en les Taules 8.4 i 8.5.

Dades d'interès:

-El valor de color vermell representa la pèrdua de càrrega total més desfavorable de les línies.

-La pèrdua de càrrega localitzada representa un 25% de la contínua.

**Taula 8.4.** Càlculs per a obtenir la longitud de la canonada

Línia	Ubicació	Material	Cabal total final (m <sup>3</sup> /s)	Diàmetre (m)	Longitud canonada (m)
1	Procés productiu	150	0,0007	0,032	35,6
2	Oficines	150	0,0024	0,05	56
	Vestidors				
	Laboratori				

**Taula 8.5.** Càlculs per a obtenir la pressió total

Línia	Pèrdua de càrrega contínua (m.c.a.)	Pèrdua de càrrega localitzada (m.c.a.)	Pèrdua de càrrega total (m.c.a.)	Pressió mínima a l'entrada (m.c.a.)	Pressió total (m.c.a.)
1	0,99	0,25	1,24	25	26,24
2	1,73	0,43	<b>2,16</b>	25	27,16

### 8.3. AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS)

Per tal de calcular els valors de les dues línies d'aigua sanitària, s'han utilitzat els mateixos valors dels diàmetres nominals i pressions que en l'apartat anterior (Taula 8.6).



**Taula 8.6.** Cabals per cada línia d'aigua calenta sanitària (ACS)

Línia	Ubicació	Punts de consum	Cabal unitari (l/s)	Quantitat	Cabal total de cada punt (l/s)	Cabal per cada línia (l/s)
1	Procés productiu	Rentamans	0,05	8	0,4	0,4
		Mànega	-	2	-	
2	Oficines	Lavabo	0,1	1	0,1	2,1
		Inodor	-	1	-	
	Vestidors	Lavabos	0,1	2	0,2	
		Inodors	-	2	-	
		Dutxes	0,2	8	1,6	
	Laboratori	Pica	0,2	1	0,2	

El cabal total de la xarxa d'aigua calenta sanitària és de **2,5 l/s**.

Per tal de dimensionar els diàmetres s'ha seguit el mateix procediment que en l'apartat de la xarxa freda sanitària. Els resultats s'indiquen en les Taules 8.7 i 8.8.

Un cop s'ha calculat la secció final, es calcula de nou la velocitat per tal d'assegurar que es troba entre 1 i 2 m/s. En el cas de la línia 2, s'ha hagut de sobredimensionar ja que sinó passava de 2 m/s la velocitat re calculada.

**Taula 8.7.** Càlculs per obtenir el diàmetre comercial de cada línia de la xarxa d'aigua calenta (ACS)

Línia	Cabal total final (m <sup>3</sup> /s)	Velocitat suposada (m/s)	Secció (m <sup>2</sup> )	Diàmetre (m)	Diàmetre (mm)	Diàmetre comercial de la canonada a PN 4 atm (mm)
1	0,0004	1,5	0,0003	0,02	16,33	25
2	0,0021	1,5	0,0014	0,04	37,42	50

**Taula 8.8.** Càlculs realitzats per a comprovar la velocitat

Línia	Gruix (mm)	Diàmetre interior (mm)	Secció nova (mm <sup>2</sup> )	Secció (mm <sup>2</sup> )	Velocitat re-calculada (m/s)
1	3	19	283,53	0,0003	1,41
2	3	44	1520,53	0,0015	1,38

A continuació s'ha calculat la pressió necessària, utilitzant el mateix procediment que per a l'AFS. Els resultats s'indiquen en les Taules 8.9 i 8.10.

Dades d'interès:

- El valor de color vermell representa la pèrdua de càrrega total més desfavorable de les línies.
- La pèrdua de càrrega localitzada representa un 25% de la contínua.

**Taula 8.9.** Valors de la longitud de canonada per a cada línia d'aigua calenta

Línia	Ubicació	Material	Cabal total final (m <sup>3</sup> /s)	Diàmetre (m)	Longitud canonada (m)
1	Procés productiu	150	0,0004	0,025	35,6
2	Oficines	150	0,0021	0,05	56
	Vestidors				
	Laboratori				

**Taula 8.10.** Valors de pressió total per a cada línia d'aigua calenta

Línia	Pèrdua de càrrega contínua	Pèrdua de càrrega localitzada	Pèrdua de càrrega total	Pressió mínima a l'entrada (m)	Pressió total (m)
1	1,17	0,29	1,46	25	26,46
2	1,35	0,34	1,69	25	26,69

#### 8.4. SUBMINISTRAMENT D'AIGUA

El proveïdor subministra l'aigua a 30 m.c.a. Per tant no cal instal·lar un grup de bombament, ja que les energies de les línies són: 26,24, 27,16, 26,46 i 26,69 m.c.a.

#### 8.5. SANEJAMENT

Pel que fa al sanejament es tenen dues tipologies d'aigua: les residuals i les pluvials. Per evacuar-les s'utilitzaran canonades de PVC.

En tot moment s'ha seguit l'apartat HS5 del DB HS del CTE.

- **Aigües residuals**

Les aigües residuals contenen contaminants i per això s'ha sobredimensionat.

Aquestes provenen de serveis i de la neteja de la maquinària i nau.

Les arquetes que uneixen són de 45 cm x 45 cm x 50 cm per a les xarxes secundàries.

En canvi, les xarxes principals són de 60 x 60 x 60 cm.

### Dades d'interès:

- L'aigua circula per gravetat en les canonades.
- Les canonades tenen una resistència de 4 atm.
- Les canonades tenen un calat del 75% ( $y/d = 0,75$ ).
- Les canonades tenen un pendent del 4%.
- Material: PVC.

Tenint en compte que 1 UD són 0,47 l/s, es fa el dimensionament amb l'equació de Manning:

$$Q_{II} = \frac{1}{n} \cdot I^{1/2} \cdot \frac{\pi D^{8/3}}{4^{5/3}}$$

on:

$Q_{II}$  = cabal de la canonada si fos a secció plena (sense marge de seguretat)  
( $m^3/s$ )

$n$  = coeficient de rugositat del material de la canonada (PVC = 0,012)

$D$  = diàmetre de la canonada (m)

$I$  = pendent de la canonada (adimensional)

A les Taules 8.11, 8.12 i 8.13 es poden veure els càlculs realitzats per tal d'obtenir el diàmetre intern. Per tal de poder realitzar-los s'han utilitzat les taules de Thorman i Franke.

**Taula 8.11.** Càlculs realitzats per obtenir el cabal de cada línia

Línia	Ubicació	Punts de consum	Quantitat	UD	Cabal (l/s)	Cabal total línia (m3/s)
1	Procés productiu	Rentamans	8	3	24	0,024
		Mànega	2	3	6	0,006
2	Oficines	Lavabo	1	1	1	0,001
		Inodor	1	3	3	0,003
	Vestidors	Lavabos	2	1	2	0,002
		Inodors	2	3	6	0,006
		Dutxes	8	2	16	0,016
	Laboratori	Pica	1	3	3	0,003

**Taula 8.12.** Càlculs realitzats per a la obtenció del cabal de les canonades a secció plena

Línia	Coeficient de rugositat del material (n)	Pendent de la canonada (I)	y/d	Taules Thorman i Franke (s)	Cabal canonada a secció plena per aparell (m <sup>3</sup> /s)
1	0,012	4%	0,75	0,66	0,01584
					0,00396
2	0,012	4%	0,75	0,66	0,00066
					0,00198
					0,00132
					0,00396
					0,01056
					0,00198

**Taula 8.13.** Càlculs per a la obtenció dels diàmetres comercials i diàmetres interns

Línia	Cabal canonada a secció plena total (m <sup>3</sup> /s)	Energia total (m)	Diàmetre (m)	Diàmetre (mm)	Diàmetre comercial (mm)	Espessor (mm)	Diàmetre intern (mm)
1	0,01980	29,33	0,0226	22,60	32	3	26
2	0,02046	30,01	0,0227	22,68	32	3	26

- **Aigües pluvials**

Els elements que formen part de les aigües pluvials són: canalons, col·lectors i baixants.

Es dimensiona els diàmetres nominals de les canonades. La indústria esta situada a una zona amb un règim pluviomètric de 130 mm/h (Climate Data, 2016). Com que el règim pluviomètric és diferent a 100, cal fer la correcció següent:

$$f = \frac{\text{intensitat pluviomètrica}}{100} = \frac{130}{100} = 1,3$$

A continuació s'han realitzat els càlculs necessaris per als elements esmentats.

- **Canalons**

Característiques dels canalons:

- Situats cada 5 metres
- 2% de pendent
- Semi-circulars

Per tal de calcular el diàmetre dels canalons, en primer lloc cal calcular la superfície servida. Es realitza mitjançant la fórmula següent:

$$S.servida = \frac{c}{2} \cdot Sp \cdot \text{coeficient majorador}$$

on:

**S.servida** = superfície servida (m²)

**c** = longitud/amplada de la nau (m)

**Sp** = separació entre pòrtics (m)

**Coeficient majorador** = 1,3 (adimensional)

Pel costat de la nau que fa 30 m el càlcul és el següent:

$$S.servida = \frac{30}{2} \cdot 5 \cdot 1,3 = 97,5 \text{ m}^2$$

Pel costat de la nau que fa 40 m el càlcul és el següent:

$$S.servida = \frac{40}{2} \cdot 5 \cdot 1,3 = 130 \text{ m}^2$$

Mitjançant la Taula 8.14 es pot calcular el diàmetre nominal del canaló.

**Taula 8.14.** Diàmetre del canaló (Document Basic HS, Salubritat, 2006)

Màxima superfície de coberta en projecció horitzontal (m²)				Diàmetre nominal del canaló (mm)
Pendent del canaló				
0,5%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Com es pot veure en la Taula 8.14, amb un pendent del 2%, al costat de la nau que mesura 30 m es col·loquen canalons amb un diàmetre nominal de 125 mm, i al costat de la nau que mesura 40 m es col·loquen canalons amb un diàmetre nominal de 150 mm.

- **Baixants**

Els baixants es col·loquen amb la mateixa distribució que els canalons i, per tant, tenen la mateixa superfície servida: 97,5 m<sup>2</sup> al costat de 30 m i 130 m<sup>2</sup> al costat de 40 m.

Mitjançant les dades anteriors, utilitzant la Taula 8.15 es pot determinar el diàmetre dels baixants.

**Taula 8.15.** Diàmetre dels baixants (DB HS del CTE)

Superfície de projecció horitzontal servida (m <sup>2</sup> )	Diàmetre nominal del baixant (mm)
65	50
<b>113</b>	<b>63</b>
<b>177</b>	<b>75</b>
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Com es pot veure a la Taula 8.15, es col·locaran baixants amb un diàmetre de 63 mm al costat de 30 m de la nau, i baixants amb un diàmetre de 75 mm al costat de 40 m de la nau.

- **Col·lectors**

Per tal de calcular els col·lectors, es realitza a secció plena i a règim permanent.

En aquest cas, la superfície servida, és la meitat del total de la superfície de la teulada, ja que s'instal·len dos col·lectors (un a cada costat de la nau) (Taula 8.16).



**Taula 8.16.** Diàmetre dels col·lectors (DB HS del CTE)

Superfície projectada (m²)			Diàmetre nominal del col·lector (mm)
Pendent del col·lector (m²)			
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Com es pot veure a la Taula 8.16, per una superfície servida de 1200 m<sup>2</sup> i una pendent del 2%, el diàmetre nominal dels col·lectors és de 200 mm.

## **ANNEX IX. INSTAL·LACIÓ** **D'ENLLUMENAT**

9.	ANNEX IX. INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT .....	141
9.1.	INTRODUCCIÓ .....	141
9.2.	IL·LUMINACIÓ INTERIOR.....	141
9.2.1.	Necessitats d'il·luminació interior (E) .....	141
9.2.2.	Càlcul del nombre de punts de llum necessaris.....	143
9.3.	IL·LUMINACIÓ EXTERIOR .....	149
9.3.1.	Càlcul del nombre de punts de llum necessaris.....	150

## **9. ANNEX IX. INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT**

### **9.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex es descriuen les necessitats d'il·luminació, el tipus d'il·luminació interior i exterior es col·locarà, i el dimensionament de la instal·lació d'enllumenat.

Per tal de que els treballadors puguin desenvolupar un correcte treball, cal que la indústria disposi d'una bona il·luminació.

### **9.2. IL·LUMINACIÓ INTERIOR**

Pel que fa a l'interior de la nau, s'instal·laran làmpades de descàrrega fluorescents.

Els fluorescents tindran les següents característiques:

- Color: blanc brillant de luxe.
- Potència: 58 W.
- Flux lluminós: 5.400 lm.
- Rendiment lluminós: 93 lm/W
- Índex de rendiment en color: 60-95

#### **9.2.1. Necessitats d'il·luminació interior (E)**

En cada zona de la indústria les necessitats d'il·luminació varien (Taula 9.1), així com les característiques de les lluminàries utilitzades (Taula 9.2).

**Taula 9.1.** Necessitats d'il·luminació interior de les diferents zones de la indústria

Zona de la indústria	Necessitats d'il·luminació (E) (lux)
<b>Zona de producció</b>	600
<b>Magatzem d'envasos</b>	120
<b>Magatzem de producte acabat</b>	120
<b>Laboratori</b>	300
<b>Vestidors</b>	120
<b>Oficines</b>	300
<b>Passadissos</b>	120

**Taula 9.2.** Característiques de les lluminàries de les diferents zones de la indústria

Zona de la indústria	Instal·lació	Classe lluminària	Angle (50% del flux)	Alçada d'instal·lació (m)
<b>Zona de producció</b>	Encastades	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Magatzem d'envasos</b>	Encastades	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Magatzem de producte acabat</b>	Encastades	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Laboratori</b>	Encastades	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Vestidors</b>	Adossades	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Oficines</b>	Suspeses	Dispersora	40 – 50°	3,8
<b>Passadissos</b>	Adossades	Dispersora	40 – 50°	3,8

També cal tenir en compte que es col·locaran llums d'emergència distribuïts en la nau. El nivell mínim d'intensitat d'il·luminació de l'enllumenat d'emergència és d'1 lux.

### 9.2.2. Càlcul del nombre de punts de llum necessaris

Per tal de determinar el nombre de lluminàries que es col·locaran a la nau, cal seguir els passos que s'indiquen a continuació.

- **Nivells d'intensitat d'il·luminació a assolir**

Els nivells mínims d'intensitat d'il·luminació de l'enllumenat d'evacuació en funció de la zona on estan col·locats són les següents:

-1 lux: en l'eix dels passadissos d'evacuació.

-5 lux: on hi ha els equips de les instal·lacions de protecció contra incendis.

Per a la realització del càlcul de la instal·lació d'enllumenat d'interiors s'ha utilitzat el mètode del flux:

En primer lloc es calculen els punts de llum o lluminàries (N):

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi_u \cdot \eta_L \cdot \eta_R \cdot f_m}$$

on:

**E** = intensitat d'il·luminació (lux)

**S** = superfície a il·luminar (m<sup>2</sup>)

$\Phi_u$  = flux lluminós de les làmpades d'una lluminària (lm)

$\eta_L$  = rendiment de la lluminària,  $(\eta_L = \frac{\text{flux que surt de la lluminària}}{\text{flux emès per les làmpades}})$

(adimensional)

$\eta_R$  = rendiment del local,  $(R = \frac{a \cdot l}{h(a+l)})$  (adimensional)

**R** = índex del local (adimensional)

**f<sub>m</sub>** = factor de manteniment, que es calcula a partir de la taula 9.3 (els valors en vermell són els utilitzats).

**a** = amplada del local (m)

**l** = longitud del local (m)

**h** = distància entre el pla de treball (que normalment es considera de 0,85 sobre el terra) i la lluminària (m)

**Taula 9.3.** Valors tabulats segons les condicions de treball i neteja del local i valors utilitzats pels càlculs (Puig, 2016)

Condicions del local	Neteja freqüent 1 - 2 mesos	Neteja normal 4 - 8 mesos	Neteja ocasional 12 mesos
<b>Net</b>	<b>0.9 (*)</b>	0.8	0.7
<b>Normal</b>	0.8	0.7	0.6
<b>Brut</b>	<b>0.7 (**)</b>	0.6	0.5
<p>(*) = per a la zona de producció, magatzem de producte acabat, laboratori, vestidors i oficines</p> <p>(**) = per al magatzem d'envasos i passadissos</p>			

- **Distribució de les lluminàries**

Per a realitzar una distribució uniforme dels punts de llum es segueix el següent criteri general: les lluminàries tenen una separació  $d_1$  horitzontal, però les dels extrems tenen una distància de  $d_1/2$  entre elles mateixes i la paret; les lluminàries tenen una separació  $d_2$  verticalment, però les dels extrems tenen una distància de  $d_2/2$  entre elles mateixes i la paret.

Els càlculs dels dos punts anteriors s'han fet mitjançant un full de càlcul (veure Taules 9.4 – 9.6). S'hi pot veure la distància entre punts de llum de les diferents sales i el nombre que se'n col·locaran en cada una d'elles (36 en total).

Es realitza el mateix (Taules 9.7 – 9.9) per a calcular la distància entre els llums d'emergència (8 en total).

Per veure la distribució dels punts de llum observar el Plànol XII. Enllumenat.

**Taula 9.4.** Dades de les sales per al dimensionament de l'enllumenat interior

Sala	E (lux)	Longitud (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	S (m <sup>2</sup> )
Zona de producció	600	30	22	3,8	52
Magatzem d'envasos	120	18	6	3,8	24
Magatzem de producte acabat	120	10	10	3,8	20
Laboratori	300	10	10	3,8	20
Vestidors	120	8	10	3,8	18
Oficines	300	10	10	3,8	20
Passadís 1	120	30	2	3,8	32
Passadís 2	120	2	10	3,8	12
Passadís 3	120	2	6	3,8	8



**Taula 9.5.** Dades de les sales (2) per al dimensionament de l'enllumenat interior

Sala	R	$\eta_L$	Factors de reflexió			Rendiment del local (R)	fm	$\Phi_{\text{unitari}}$ (lm)
			Sostre	Paret	Terra			
Zona de producció	3,34	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	5400
Magatzem d'envasos	1,18	0,6	0,5	0,5	0,3	0,71	0,7	5400
Magatzem de producte acabat	1,32	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	5400
Laboratori	1,32	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	5400
Vestidors	1,17	0,6	0,5	0,8	0,3	0,525	0,9	5400
Oficines	1,32	0,6	0,5	0,8	0,3	0,524	0,9	5400
Passadís 1	0,49	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	5400
Passadís 2	0,44	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	5400
Passadís 3	0,39	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	5400

**Taula 9.6.** Càlcul del nombre de llums totals per a l'enllumenat interior i la distància entre ells

Sala	N càlcul	N instal·lar	d1 (m)	d1/2 (m)	d2 (m)	d2/2 (m)
Zona de producció	15,07	16	4,5	2,25	6	3
Magatzem d'envasos	1,79	2	0	0	9	4,5
Magatzem de producte acabat	1,16	2	0	0	5	2,5
Laboratori	2,90	3	0	0	3,3	1,65
Vestidors	1,41	2	2	1	0	0
Oficines	3,93	4	5	2,5	5	2,5
Passadís 1	3,22	4	7,5	3,75	0	0
Passadís 2	1,21	2	3,3	1,65	0	0
Passadís 3	0,81	1	3	1,5	0	0
Nº de llums total		<b>36</b>				

**Taula 9.7.** Dades de les sales per al dimensionament de l'enllumenat d'emergència

Sala	E (lux)	Longitud (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	S (m2)
Zona de producció	1	30	22	3,8	52
Magatzem d'envasos	1	18	6	3,8	24
Magatzem de producte acabat	1	10	10	3,8	20
Laboratori	1	10	10	3,8	20
Vestidors	1	8	10	3,8	18
Oficines	1	10	10	3,8	20
Passadís 1	1	30	2	3,8	32
Passadís 2	1	2	10	3,8	12
Passadís 3	1	2	6	3,8	8

**Taula 9.8.** Dades de les sales per al dimensionament de l'enllumenat d'emergència

(2)

Sala	R	$\eta_L$	Factors de reflexió			Rendiment del local ( $\eta_R$ )	fm	$\phi_{unitari}$ (lm)
			sostre	paret	terra			
Zona de producció	3,34	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	260
Magatzem d'envasos	1,18	0,6	0,5	0,5	0,3	0,71	0,7	120
Magatzem de producte acabat	1,32	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	100
Laboratori	1,32	0,6	0,8	0,8	0,3	0,71	0,9	100
Vestidors	1,17	0,6	0,5	0,8	0,3	0,525	0,9	90
Oficines	1,32	0,6	0,5	0,8	0,3	0,524	0,9	100
Passadís 1	0,49	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	160
Passadís 2	0,44	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	60
Passadís 3	0,39	0,6	0,5	0,5	0,3	0,525	0,7	40

**Taula 9.9.** Càlcul del nombre de llums d'emergència

Sala	N càlcul	N instal·lar
Zona de producció	0,52	1
Magatzem d'envasos	0,67	1
Magatzem de producte acabat	0,52	1
Laboratori	0,52	1
Vestidors	0,71	2*
Oficines	0,71	1
Passadís 1	0,91	1
Passadís 2	0,91	1
Passadís 3	0,91	1
Nº de llums total		10
* 2 llums ja que hi ha dos zones dins els vestidors		

### 9.3. IL·LUMINACIÓ EXTERIOR

En aquest apartat s'ha projectat la instal·lació d'il·luminació exterior en les zones on hi ha possibilitat de circulació de personal o vehicles, les entrades i sortides de la indústria i vials per on hagin de circular els vehicles.

#### Característiques de les làmpades de la instal·lació exterior:

-Tipus de làmpades: vapor de sodi

-Tipus de pantalla: metàl·lica

-Potència: 43 W

-Flux lluminós: 5.600 lm

-Altura: 3 m.

A la Taula 9.10 es mostren els valors de les necessitats d'il·luminació exterior (E) en cada zona.

**Taula 9.10.** Necessitats d'il·luminació exterior (E)

Zona	E (lux)
Aparcaments	10
Accessos a edificis	50
Vials de circulació	60
Patis	30

### 9.3.1. Càlcul del nombre de punts de llum necessaris

Per tal de calcular la separació entre lluminàries exteriors, s'utilitza la següent fórmula:

$$d = \frac{\phi_u \cdot NL \cdot F_u}{E \cdot a}$$

on:

**d** = separació entre lluminàries (m)

**Øu** = flux lluminós de cada làmpada (lm)

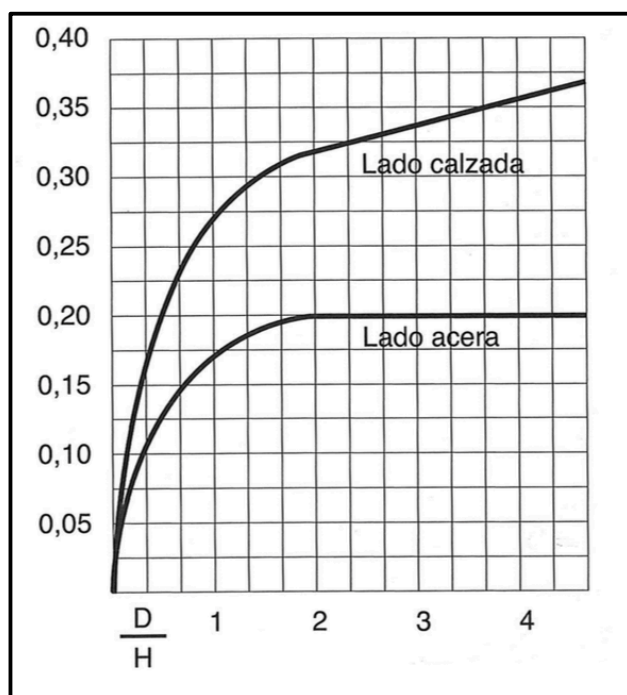
**NL** = nombre de làmpades de cada lluminària

**Fu** = factor d'utilització

**E** = intensitat d'il·luminació (lux)

**a** = amplada del vial (m)

A la Taula 9.11 es mostren el nombre de punts de llum necessaris en cada zona (N). En aquesta taula apareix el valor del factor d'utilització ( $F_u$ ) que s'obté a partir de la figura 9.1:



**Figura 9.1.** Corbes per obtenir el factor d'utilització (Luna et al, 2008)

**Taula 9.11.** Càlculs realitzats per a la obtenció de la separació dels punts de llum

Zona	E (lux)	$\phi_{\text{unitari}}$ (lm)	NL	Fu	A (m)	D (m)	Nombre lluminàries
Aparcaments	10,00	5600,00	1,00	0,20	6,00	18,67	2
Accessos a edificis	50,00	5600,00	1,00	0,20	6,00	3,73	3
Vials de circulació	60,00	5600,00	1,00	0,33	6,00	5,13	18
Nombre total de lluminàries							23

La col·locació dels punts de llum calculades es mostren al Plànol 11. Enllumenat.

## **ANNEX X. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA**

<b>10.</b>	<b>ANNEX X. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA .....</b>	<b>154</b>
10.1.	INTRODUCCIÓ .....	154
10.2.	CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA I CÀLCUL DE LA POTÈNCIA INSTAL·LADA TOTAL .....	154
10.2.1.	Línies d'enllumenat.....	154
10.2.2.	Línies d'endolls.....	155
10.2.3.	Línies d'aparells monofàsics i trifàsics .....	155
10.3.	ORGANITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA: QUADRES I LÍNIES ASSOCIADES.....	158
10.4.	CARACTERÍSTIQUES DELS CABLES: CONDUCTOR, AÏLLAMENT, TENSIO, TIPUS DE COL·LOCACIÓ.....	158
10.5.	DIMENSIONAMENT DE LES LÍNIES ELÈCTRIQUES .....	159
10.5.1.	Secció dels conductors (fase, neutre i conductor de protecció).....	159
10.5.2.	Característiques dels aparells de protecció .....	163



## **10. ANNEX X. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA**

### **10.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex es descriu i es dimensiona la instal·lació elèctrica monofàsica (230 V) i trifàsica (400 V), per tal de garantir el bon funcionament de la maquinària i enllumenat (veure Plànol 10. Instal·lació elèctrica i Plànol 11. Enllumenat).

Per tal de realitzar els càlculs s'ha seguit el Reglament Electrotècnic per a Baixa tensió (REBT).

### **10.2. CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA I CàLCUL DE LA POTÈNCIA INSTAL·LADA TOTAL**

#### **10.2.1. Línies d'enllumenat**

Per tal de realitzar els càlculs corresponents a aquest apartat, s'ha utilitzat un factor de potència de 0,8.

A continuació s'exposen les diferents línies d'enllumenat que hi ha:

-Línia 1: Zona de producció. Aquesta línia està composta de 16 fluorescents.

-Línia 2: Passadissos i magatzems. Aquesta línia està composta de 11 fluorescents.

-Línia 3: Oficines, vestuaris i laboratori. Aquesta línia està composta de 9 fluorescents.

-Línia 4: enllumenat d'emergència. Aquesta línia està composta de 8 lluminàries.

-Línia 5: enllumenat exterior. Aquesta línia està composta de 23 lluminàries.

Per tal de calcular la potència activa (P) i la potència reactiva (Q) es fan servir les fórmules següents, d'acord amb la ITC-BT-44 del REBT:

$$S = 1,8P = 1,8 (n \text{ fluorescentes} \cdot \text{potència fluorescent})$$

$$P = S \cdot \cos\varphi$$

$$Q = S \cdot \sin\varphi$$

on:

**P** = potència activa (W)

**Q** = potència reactiva (VAr)

**S** = potència aparent (VA)

### 10.2.2. Línies d'endolls

Per als endolls s'utilitzarà una intensitat de 10 A i un  $\cos \varphi = 1$ .

Se'n col·locarà a totes les sales, ja que si mai s'hagués d'utilitzar alguna màquina de més o per algun altre motiu, s'haurien de fer regates.

A continuació s'exposen les diferents línies d'endolls que hi ha:

-Línia 6: endolls de la zona de producció. Es col·loquen 20 endolls. El coeficient de simultaneïtat és de 0,5.

-Línia 7: Passadissos i magatzems. Consta de 20 endolls. El coeficient de simultaneïtat és de 0,5.

-Línia 8: Oficines, vestuaris i laboratori. Es col·loquen 20 endolls. El coeficient de simultaneïtat és de 0,5.

### 10.2.3. Línies d'aparells monofàsics i trifàsics

A la sala de producció hi ha aparells monofàsics i trifàsics (Taula 10.1).

**Taula 10.1.** Aparells monofàsics i trifàsics de la indústria

Aparell	Nombre	Potència activa unitària (W)	Cos $\varphi$
Monofàsics			
Alimentador vibrant	1	800	0,85
Trifàsics			
Cinta transportadora	5	1.500	0,85
Cicló	2	9.000	0,85
Màquina de trencat	1	4.000	0,85
Màquina separadora	1	5.500	0,85
Banc de separació manual	1	2.000	0,85
Assecador	1	9.000	0,85
Ventilador	1	8.000	0,85

Observant la taula 10.1, es poden dissenyar les següents línies:

- **Línies d'aparells monofàsics:**
  - Línia 9: alimentador vibrant de la tremuja de recepció.
- **Línies d'aparells trifàsics:**
  - Línia 10: 1 cinta transportadora i 1 cicló.
  - Línia 11: 1 cinta transportadora i 1 cicló.
  - Línia 12: 2 cinta transportadora, la màquina de trencat i la màquina separadora.
  - Línia 13: 1 cinta transportadora i el banc de separació manual.
  - Línia 14: assecador.
  - Línia 15: ventilador.

Per tal de calcular la potència activa i la potència reactiva es fan servir les fórmules següents, seguint les indicacions de la ITC-BT-47 del REBT:

$$P = (1,25 \cdot \text{Potència més gran de la línia}) + \text{altres potències} \cdot n^{\circ} \text{ aparells}$$

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

on:

**P** = potència activa (W)

**Q** = potència reactiva (VAr)

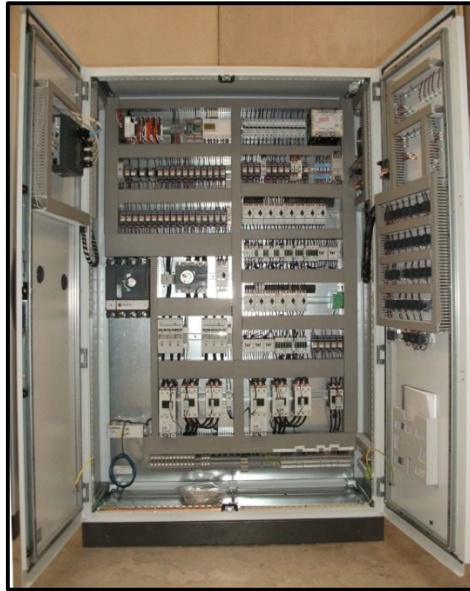
Els càlculs de les potències actives i reactives per a cada línia s'han calculat mitjançant un full de càlcul (Taula 10.2).

**Taula 10.2.** Càlcul de les potències actives i reactives per a cada línia

Línies d'enllumenat	Potència activa (W)	Potencia reactiva (VAr)
Línia 1	896,00	672,00
Línia 2	616,00	462,00
Línia 3	504,00	378,00
Línia 4	48,00	36,00
Línia 5	774,00	580,50
Línies d'endolls		
Línia 6	46000	0
Línia 7	48300	0
Línia 8	46000	0
Línia d'aparells monofàsics		
Línia 9	800	495,79
Línies d'aparells trifàsics		
Línia 10	10.500	12.750
Línia 11	10.500	12.750
Línia 12	12.500	27.875
Línia 13	3.500	4.000
Línia 14	9.000	11.250
Línia 15	8.000	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>197.938</b>	<b>81.249</b>

### 10.3. ORGANITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA: QUADRES I LÍNIES ASSOCIADES

Per tal de tenir una bona organització de la instal·lació elèctrica es disposarà d'un quadre general (Figura 10.1) del que sortiran totes les línies d'enllumenat, línies d'endolls, línies d'aparells monofàsics i línies d'aparells trifàsics.



**Figura 10.1.** Quadre elèctric (Masiste, 2015)

Al quadre elèctric hi hauran els aparells necessaris per a:

- La distribució de l'electricitat i la protecció de circuits.
- La protecció de les persones.
- El control i el comandament de la instal·lació.

### 10.4. CARACTERÍSTIQUES DELS CABLES: CONDUCTOR, AÏLLAMENT, TENSIO, TIPUS DE COL·LOCACIÓ

Cal tenir present que hi haurà una sola instal·lació però hi haurà dos tipus de línies: línies monofàsiques entre fase i neutre (230 V) i línies trifàsiques de 4 fils, entre fases (400 V). Per tant hi haurà dos tipus de tensions.

A la taula 10.3 es mostren les característiques dels cables de les diferents línies amb tensions diferents.

**Taula 10.3.** Característiques dels cables

Conductor	Aïllament	Tensió	Tipus de col·locació
Coure	XLPE	230 V	Safata perforada(*)
Coure	XLPE	400 V	Safata perforada
(*) = per a oficines, lavabos i laboratori s'utilitzarà tub protector enlloc de safata perforada			

El material conductor de coure és un metall amb elevada conductivitat elèctrica ( $5,96 \cdot 10^7$  S/m) i baixa resistivitat elèctrica.

S'escull la opció d'aïllament amb polietilè reticulat (XLPE) ja que és un aïllament termostable i per tant, suporta temperatures superiors als materials termoplàstics, es comporta bé a les intempèries, suporta bé sobrecàrregues elèctriques i curtcircuits i respon bé a baixes temperatures.

## 10.5. DIMENSIONAMENT DE LES LÍNIES ELÈCTRIQUES

### 10.5.1. Secció dels conductors (fase, neutre i conductor de protecció)

- Línies d'enllumenat

Per al càlcul de la secció dels conductors es realitza com a mínim amb dos mètodes:

- Per intensitat màxima admissible (escalfament)
- Per caiguda de tensió

En primer lloc, es calcula la intensitat màxima a partir de la fórmula següent:

$$I_{\text{màx}} = \frac{1,8 \cdot P}{V}$$

on:

**I màx** = intensitat màxima (A)

**P** = potència activa (W)

**V** = Tensió de la línia (V)

Un cop calculada la intensitat màxima ( $I_{\text{màx}}$ ), es calcula la secció per intensitat màxima admissible. S'utilitza el valor de la secció del conductor a la Taula 1 de la ITC-BT-19.

Seguidament es calcula la secció per caiguda de tensió calculant la variació de voltatge i la caiguda de tensió utilitzant les següents fórmules:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos \varphi}{X_{Cu} \cdot s}$$

$$\% Cdt = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

on:

$\Delta V$  = variació de voltatge (V)

$L$  = longitud del tram (m)

$X_{Cu}$  = Conductivitat del coure, que és de  $56 \text{ m}/(\text{W} \cdot \text{mm}^2)$  ( $\text{m}/(\text{W} \cdot \text{mm}^2)$ )

$s$  = secció del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$\% Cdt$  = caiguda de tensió (adimensional)

La caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació i qualsevol punt d'utilització no ha de superar el 3% en línies d'enllumenat i el 5% en la resta de línies, d'acord amb el REBT ja que l'alimentació s'efectua des de la xarxa pública de distribució.

- Línies d'endolls

Com s'ha esmentat anteriorment, s'ha determinat que els endolls treballen a una intensitat de 10 A.

En primer lloc es calcula la intensitat màxima a partir de la fórmula següent:

$$I_{\text{màx}} = I \cdot \cos \varphi$$

on:

**I màx** = intensitat màxima (A)

**I** = intensitat (A)

Els càlculs es realitzen de la mateixa manera que en el primer cas.

- Aparells monofàsics

Primer es calcula la intensitat màxima a partir de les fórmules següents:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

$$I \text{ màx} = (1,25 \cdot \text{Intensitat més gran}) + \text{Altres intensitats} \cdot n \text{ aparells}$$

on:

**I** = intensitat (A)

**P** = potència (W)

**V** = tensió de la línia (V)

**I màx** = intensitat màxima (A)

Un cop calculada la intensitat màxima, es calcula la secció per intensitat màxima admissible. S'utilitza el valor de la secció del conductor a la Taula 1 de la ITC-BT-19.

Els càlculs es realitzen de la mateixa manera que en el primer cas.

- Aparells trifàsics

Primer es calcula la intensitat de cada aparell i seguidament la intensitat màxima, utilitzant les següents fórmules:

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi}$$



$$I_{\text{màx}} = (1,25 \cdot \text{Intensitat més gran}) + \text{Altres intensitats} \cdot n \text{ aparells}$$

Un cop calculada la intensitat màxima, es calcula la secció per intensitat màxima admissible. S'utilitza el valor de la secció del conductor a la *Taula 1 ITC-BT-19*.

Seguidament, es calcula la secció per caiguda de tensió calculant la variació de voltatge i la caiguda de tensió utilitzant les següents fórmules:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi}{\chi_{cu} \cdot S}$$

$$\% \text{ Cdt} = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

La caiguda de tensió no pot superar el 5% ja que no es tracta de línies d'enllumenat.

Un cop s'han calculat les seccions dels conductors de fase i neutre, es calcula la secció del conductor de protecció mitjançant la taula 2 de la ITC-BT-18 o la de la ITC-BT-19 del REBT.

Tot seguit s'han calculat la secció dels conductors per a cada línia. Els resultats es poden veure a la Taula 10.5.

**Taula 10.5.** Càlcul de la secció dels conductors per a cada línia

	I màx (A)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V$ (V)	% Cdt	Compleix?	S cable final (mm <sup>2</sup> )	S cable protecció (mm <sup>2</sup> )
<b>Línies d'enllumenat</b>							
Línia 1	7,01	1,5	4,51	1,96	Sí	1,5	2,5
Línia 2	4,82	1,5	4,34	1,89	Sí	1,5	2,5
Línia 3	4,82	1,5	5,82	2,53	Sí	1,5	2,5
Línia 4	0,12	1,5	0,12	0,05	Sí	1,5	2,5
Línia 5	0,33	1,5	0,53	0,23	Sí	1,5	2,5
<b>Línies d'endolls</b>							
Línia 6	10	2,5	6,38	2,77	Sí	2,5	2,5
Línia 7	10	2,5	6,52	2,84	Sí	2,5	2,5
Línia 8	10	2,5	6,89	3,00	Sí	2,5	2,5
<b>Línia d'aparells monofàsics</b>							
Línia 9	5,12	1,5	3,11	1,35	Sí	1,5	2,5
<b>Línies d'aparells trifàsics</b>							
Línia 10	21,65	4	4,27	1,07	Sí	4	4
Línia 11	21,65	4	4,27	1,07	Sí	4	4
Línia 12	47,35	10	3,73	0,93	Sí	10	10
Línia 13	6,8	1,5	3,58	0,89	Sí	1,5	2,5
Línia 14	19,1	2,5	6,03	1,51	Sí	2,5	2,5
Línia 15	16,98	2,5	5,36	1,34	Sí	2,5	2,5

### 10.5.2. Característiques dels aparells de protecció

Els principals tipus de proteccions que cal considerar són:

- Contra sobreintensitats
- Contra contactes elèctrics
- Contra llamps

A continuació s'exposa cada un dels tipus de proteccions esmentats:

- **Proteccions contra sobreintensitats**

Hi poden haver sobreintensitats per sobrecàrregues o curtcircuits per això els cables s'han de protegir, per això es col·loquen interruptors magnetotèrmics a cada línia. Aquests són un tipus d'interruptors automàtics i estan formats per dues parts: un bimetall (actua contra sobrecàrregues) i una bobina d'absorció (actua contra curtcircuits).

A la taula 10.6 s'hi poden veure les característiques de les proteccions contra sobreintensitats.

**Taula 10.6.** Característiques de les proteccions contra sobreintensitats

	I línia (A)	I magnetotèrmic (A)	Tipus de magnetotèrmic
<b>Línies d'enllumenat</b>			
<b>Línia 1</b>	7,01	10	Bipolar
<b>Línia 2</b>	4,82	6	Bipolar
<b>Línia 3</b>	3,94	6	Bipolar
<b>Línies d'endolls</b>			
<b>Línia 4</b>	10,00	16	Bipolar
<b>Línia 5</b>	10,00	16	Bipolar
<b>Línia 6</b>	10,00	16	Bipolar
<b>Línia d'aparells monofàsics</b>			
<b>Línia 7</b>	5,12	6	Bipolar
<b>Línies d'aparells trifàsics</b>			
<b>Línia 8</b>	21,65	25	Tetrapolar
<b>Línia 9</b>	21,65	25	Tetrapolar
<b>Línia 10</b>	47,35	50	Tetrapolar
<b>Línia 11</b>	6,80	10	Tetrapolar
<b>Línia 12</b>	19,10	25	Tetrapolar
<b>Línia 13</b>	16,98	25	Tetrapolar

- **Proteccions contra contactes elèctrics:**

S'utilitzen per protegir a les persones que utilitzen les instal·lacions elèctriques. L'electricitat pot provocar danys en funció de la intensitat, temps de contacte, recorregut del corrent, freqüència del corrent i condicions fisiològiques de la persona.

Les proteccions més usals i les que es col·locaran són interruptors diferencials i la posada a terra.

A la taula 10.7 s'hi poden veure les característiques dels interruptors diferencials.

**Taula 10.7.** Característiques dels interruptors diferencials

Interruptors diferencials	I (A/Id (mA))	Tipus d'interruptor diferencial
<b>Línies d'enllumenat</b>		
Línia 1	25 A / 30 mA	Bipolar
Línia 2	25 A / 30 mA	Bipolar
Línia 3	25 A / 30 mA	Bipolar
Línia 4	25 A / 30 mA	Bipolar
Línia 5	25 A / 30 mA	Bipolar
<b>Línies d'endolls</b>		
Línia 6	25 A / 300 mA	Bipolar
Línia 7	25 A / 300 mA	Bipolar
Línia 8	25 A / 300 mA	Bipolar
<b>Línia d'aparells monofàsics</b>		
Línia 9	25 A / 300 mA	Bipolar
<b>Línies d'aparells trifàsics</b>		
Línia 10	25 A / 300 mA	Tetrapolar
Línia 11	25 A / 300 mA	Tetrapolar
Línia 12	25 A / 300 mA	Tetrapolar
Línia 13	25 A / 300 mA	Tetrapolar
Línia 14	25 A / 300 mA	Tetrapolar
Línia 15	25 A / 300 mA	Tetrapolar

Per calcular la resistència de la posada a terra per a conductors enterrats horitzontalment s'utilitza, d'acord amb la ITC-BT-18, la següent fórmula:

$$R_t = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

on:

$R_t$  = resistència de la presa a terra, que té un valor de 80 ( $\Omega$ )

$\rho$  = resistivitat del terreny, que és de 150  $\Omega \cdot m$  ( $\Omega \cdot m$ )

S'ha de complir la següent condició:

$$R_t \leq \frac{V_c}{I_d}$$

on:

$V_c$  = tensió de contacte admissible, que és de 24 V (V) ja que es tracta d'un local conductor de l'electricitat

$I$  = intensitat de defecte, que és de 300 mA = 0,3 A (A) per al cas més desfavorable

Substituint els valors, s'obté que la longitud del conductor enterrat horitzontalment ha de ser de 3.75 m.

- **Proteccions contra llamps**

Per al càlcul d'aquest apartat s'ha utilitzat el Document Bàsic SU 8, Seguretat d'utilització davant el risc causat per l'acció d'un llamp del CTE.

S'utilitza el mapa de densitat d'impacte de llamps sobre el terreny  $N_g$  (nombre d'impacte/(any·km<sup>2</sup>)). La nau està situada a Maçanet de la Selva i per tant, s'estima que són 3 impactes/(any · km<sup>2</sup>).

Per tal de calcular la freqüència esperada d'impactes s'utilitza la següent fórmula:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

on:

$N_e$  = freqüència esperada d'impactes (impactes/any)

$N_g$  = densitat d'impactes sobre el terreny, que correspon al valor de 3 impactes/(any · km<sup>2</sup>) (impactes/(any · km<sup>2</sup>))

$A_e$  = superfície de captura equivalent a l'edifici aïllat, que és la delimitada per una línia dibuixada en una distància de 3 H de cadascun dels punts del perímetre de l'edifici, essent H l'alçada de l'edifici en el punt del perímetre considerat, que correspon al valor de 2.784 m<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)

$C_1$  = coeficient relacionat amb l'entorn, que té un valor de 0,5

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 3 \cdot 2.784 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 4,176 \cdot 10^{-3} \text{ impactes/any}$$

Finalment, es calcula el risc admissible amb la següent fórmula:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

on:

$N_a$  = risc admissible (impactes/any)

$C_2$  = coeficient en funció del tipus de construcció, correspon al valor de 1.

$C_3$  = coeficient en funció el tipus de contingut de l'edifici, correspon al valor de 1.

$C_4$  = coeficient en funció de l'ús de l'edifici, correspon al valor de 1.

$C_5$  = coeficient en funció de la necessitat de continuïtat en les activitats que es desenvolupen, correspon al valor de 1.

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ impactes/any}$$

Per tal de saber si s'ha de col·locar un parallamps a la nau, es té en compte el següent:

-Si  $N_e > N_a$ , s'ha de col·locar un parallamps

-Si  $N_e < N_a$ , no s'ha de col·locar un parallamps

Segons el que s'ha calculat anteriorment,  $N_e < N_a$ , i per tant, s'ha no s'ha de col·locar un parallamps.

## **ANNEX XI. INCIDÈNCIA AMBIENTAL**

<b>11.</b>	<b>ANNEX XI. INCIDÈNCIA AMBIENTAL.....</b>	<b>170</b>
<b>11.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>170</b>
<b>11.2.</b>	<b>INCIDÈNCIA SOBRE LES AIGÜES .....</b>	<b>170</b>
<b>11.2.1.</b>	<b>Aigües de neteja de les instal·lacions .....</b>	<b>170</b>
<b>11.2.2.</b>	<b>Aigües negres.....</b>	<b>170</b>
<b>11.2.3.</b>	<b>Aigües pluvials .....</b>	<b>171</b>
<b>11.3.</b>	<b>INCIDÈNCIA VISUAL .....</b>	<b>171</b>
<b>11.4.</b>	<b>CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA.....</b>	<b>171</b>
<b>11.5.</b>	<b>CONTAMINACIÓ ACUSTÍCA.....</b>	<b>172</b>
<b>11.6.</b>	<b>GESTIÓ DE RESIDUS SÒLIDS .....</b>	<b>173</b>



## **11. ANNEX XI. INCIDÈNCIA AMBIENTAL**

### **11.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex s'hi presenten les possibles incidències ambientals que pot ocasionar l'activitat industrial del present projecte i les mesures que es prendran per evitar-los o reduir-los.

### **11.2. INCIDÈNCIA SOBRE LES AIGÜES**

S'entén com a impacte sobre les aigües, tots els abocaments d'aigua contaminada o substància amb contaminants que alterin la qualitat o la degradin.

Al tractar-se d'una zona industrial, existeix una xarxa de clavegueram on les aigües hi seran conduïdes mitjançant la xarxa de sanejament.

#### **11.2.1. Aigües de neteja de les instal·lacions**

La neteja és un punt que s'ha marcat en diversos annexos ja que es considera una de les parts més importants per tal de tenir un producte de qualitat. Per tal d'obtenir la netedat desitjada, totes les zones de procés seran netejades 3 dies a la setmana (dilluns, dimecres i divendres) amb una mànega d'aigua i un detergent adient. D'aquesta manera, s'aconsegueix que no hi hagi una acumulació de brutícia dins la indústria.

La maquinària es netejarà amb aigua i productes de neteja tensioactius.

L'aigua bruta serà conduïda a la xarxa de clavegueram mitjançant la xarxa de sanejament. Aquestes aigües compliran amb els límits d'abocament als sistema públic de sanejament, ja que es preveu una contaminació de les aigües molt petita.

#### **11.2.2. Aigües negres**

Les aigües negres són les procedents dels sanitaris. Seran conduïdes a la xarxa de clavegueram mitjançant la xarxa de sanejament ja que són assimilables a les aigües residuals domèstiques.

### **11.2.3. Aigües pluvials**

Les aigües pluvials són les procedents de la pluja. Seran aigües que es recolliran mitjançant les canalitzacions (canalons, baixants i arquetes) de les cobertes de les edificacions. Aquestes derivaran cap a la instal·lació de recollida d'aigües pluvials.

### **11.3. INCIDÈNCIA VISUAL**

A l'estar en un polígon industrial no hi ha impacte visual de la indústria, a menys que l'edificació es pintés exteriorment d'algun color no adequat. No es té previst pintar de cap color llampant i, per tant, es considera que el projecte no té impacte visual.

### **11.4. CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA**

Durant el procés productiu hi ha dos moments en els quals hi pot haver emissió de partícules o gasos:

- Esclofolat: aquesta etapa hi intervé un aspirador comprès dins de la trencadora i separadora. Aquest aspirador condueix les partícules a l'exterior. Tot i això, abans passa per un filtre de partícules. D'aquesta manera l'aire que s'aboca a l'atmosfera està lliure de partícules.
- Assecatge: com a conseqüència de la combustió a la caldera de biomassa hi ha emissions de gasos a l'atmosfera. Tot i així, amb el correcte funcionament d'aquesta maquinària no s'emeten ni partícules ni gasos per sobre dels límits legals. Cal fer revisions periòdiques per tal de tenir un control i poder garantir el correcte funcionament de l'aparell. En cas de superar els límits permesos s'haurien d'eliminar les partícules contaminants mitjançant un filtre.

### 11.5. CONTAMINACIÓ ACÚSTICA

Tot i que la contaminació acústica no és una contaminació acumulativa també s'ha de tenir en compte, ja que a llarg termini pot ocasionar danys a la salut auditiva, física i mental i en la qualitat de vida de les persones.

El present projecte està ubicat en un polígon industrial, i per tant, en una zona de sensibilitat acústica baixa (C2), segons el Decret 176/2009, de 10 de novembre pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002 de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. Els valors límits d'immissió en dB (A) es mostren a la taula 5.1.

**Taula 5.1.** Valors límit d'immissió en dB (A) (Decret 176/2009, de 10 de novembre)

$L_d$ (7h – 21h)	$L_e$ (21 h – 23 h)	$L_n$ (23 h – 7 h)
70	70	60

On:

$L_d$ : índex d'immissió de soroll en el període de dia (dB (A)).

$L_e$ : índex d'immissió de soroll en el període de vespre (dB (A)).

$L_n$ : índex d'immissió de soroll en el període de nit (dB (A)).

Tot i tractar-se d'una zona de sensibilitat acústica baixa, no es té previst la instal·lació de cap maquinària que pugui sobrepassar els valors límit d'immissió, i per tant no caldrà prendre cap mesura addicional.

#### **11.6. GESTIÓ DE RESIDUS SÒLIDS**

En la indústria s'aniran generant residus sòlids que caldrà que siguin gestionats. La indústria acumularà aquests residus a uns contenidors específics per a cada residu. Un cop realitzada aquesta gestió dins la indústria, es contractarà una empresa gestora de residus. Aquesta s'encarregarà de recollir els residus sòlids i gestionar-los.

Les clofolles que s'aniran obtenint durant el dia, s'emmagatzemaran en una tremuja. S'anirà utilitzant les necessàries per al assecador, i la resta, es processaran a envasar per tal de comercialitzar-les.

## **ANNEX XII. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT** **I SALUT**

12.	ANNEX XII. ESTUDI BÀSIC DE SEURETAT I SALUT .....	176
12.1.	INTRODUCCIÓ .....	176
12.2.	PRINCIPIS GENERALS APLICABLES DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA.....	177
12.3.	IDENTIFICACIÓ DELS RISCOS.....	179
12.3.1.	Mitjans i màquines.....	179
12.3.2.	Treballs previs .....	179
12.3.3.	Enderrocs .....	180
12.3.4.	Moviments de terres .....	180
12.3.5.	Fonaments.....	180
12.3.6.	Estructura .....	181
12.3.7.	Ram de paleta.....	181
12.3.8.	Coberta .....	181
12.3.9.	Revestiments i acabats .....	182
12.3.10.	Instal·lacions.....	182
12.4.	MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ .....	182
12.4.1.	Mesures de protecció col·lectiva .....	182
12.4.2.	Mesures de protecció individual.....	183
12.4.3.	Mesures de protecció a tercers .....	184
12.5.	PRIMERS AUXILIS .....	184

## **12. ANNEX XII. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT**

### **12.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex s'estableixen les previsions respecte la prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals que es poden produir durant l'execució de l'obra del present projecte. També inclou informació útil sobre les condicions de seguretat i salut necessàries i els treballs posteriors de manteniment.

El present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut també serveix per tal de donar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora. D'aquesta manera, l'empresa constructora pot dur a terme les seves obligacions, d'acord amb el Reial Decret 1627/1997 de 24 d'Octubre (BOE, 1997), en el que s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.

Cal que el Pla de Seguretat i Salut sigui aprovat pel Coordinador de Seguretat i Salut de l'obra i per la Direcció de l'obra, abans de l'inici d'aquesta.

En cas de que el Coordinador de Seguretat i Salut detectés un risc durant l'execució de l'obra, aquest pot aturar-la parcial o totalment, comunicant aquest fet a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista i subcontractistes i als representants dels treballadors.

En l'obra hi ha d'haver un Llibre d'Incidències per al seguiment del Pla de Seguretat i Salut. Totes les anotacions que es realitzin en aquest llibre, cal comunicar-les a la Inspecció de Treball i Seguretat Social en un termini màxim de 24 hores.

També cal que els contractistes i subcontractistes s'assegurin de que els treballadors han rebut la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut en l'obra.

Abans d'iniciar-se les obres, el Promotor ho ha de comunicar a l'autoritat laboral competent i incloent el Pla de Seguretat i Salut.

Finalment, les responsabilitats del Coordinador, de la Direcció de l'obra i del Promotor, no eliminaran les responsabilitats dels Contractistes i Subcontractistes.

## **12.2. PRINCIPIS GENERALS APLICABLES DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA**

Per tal de prevenir possibles riscos durant l'execució de l'obra s'estableixen els següents principis d'acció preventiva segons l'article 10 del Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció:

- Manteniment de l'obra en bon estat i d'ordre de neteja
- Elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- Manipulació dels diferents materials i la utilització dels mitjans auxiliars.
- Manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb objecte de corregir els defectes que poguessin afectar a la seguretat i salut dels treballadors.
- Delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries i substàncies perilloses.
- Recollida dels materials perillosos utilitzats.
- Emmagatzematge i eliminació o evacuació de residus i runes.
- Adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar a les diferents feines o fases del treball.
- Cooperació entre els contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms.
- Interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de feina o activitat que es realitzi a l'obra o prop de l'obra.

Segons l'article 15è de la Llei 31/1995, de prevenció de riscos laborals, hi ha els següents principis d'acció preventiva:



- L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:
  - Evitar riscos
  - Avaluar els riscos que no es puguin evitar
  - Combatre els riscos a l'origen
  - Adaptar el treball a la persona, en particular amb el que respecta a la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix a la salut
  - Tenir en compte l'evolució de la tècnica
  - Substituir allò que és perillós per allò que tingui poc o cap perill
  - Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball
  - Adoptar mesures que posin per davant la protecció col·lectiva a la individual
  - Donar les degudes instruccions als treballadors
  
- L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.
  
- L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.
  
- L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pugués cometre el treballador. Per a la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només es podran adoptar quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.

- Podran concretar operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir com àmbit de cobertura la previsió de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte d'ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

### **12.3. IDENTIFICACIÓ DELS RISCOS**

#### **12.3.1. Mitjans i màquines**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Atropellaments
- Topades amb altres vehicles
- Desplomament i/o caiguda de maquinària d'obra
- Caiguda de la càrrega transportada
- Riscos deguts al funcionament de grues
- Zona de treball amb massa soroll
- Contactes directes o indirectes amb electricitat
- Cops i ensopegades
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Generació excessiva de pols
- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic

#### **12.3.2. Treballs previs**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Sobreesforços per postures incorrectes
- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Cops i ensopegades

### **12.3.3. Enderrocs**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Generació excessiva de pols
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Projecció de partícules durant els treballs

### **12.3.4. Moviments de terres**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Generació excessiva de pols
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Zona de treball amb massa soroll
- Sobreesforços per postures incorrectes
- Acumulació de runa
- Despreniment de l'estructura
- Contacte amb materials agressius

### **12.3.5. Fonaments**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Despreniment de materials o estructura
- Zona de treball amb massa soroll
- Contactes directes o indirectes amb electricitat
- Sobreesforços per postures incorrectes
- Fallida d'encofrats

#### **12.3.6. Estructura**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Despreniment de la estructura
- Zona de treball amb massa soroll
- Contactes directes o indirectes amb electricitat
- Sobreesforços per postures incorrectes

#### **12.3.7. Ram de paleta**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Generació excessiva de pols
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Zona de treball amb massa soroll
- Contactes directes o indirectes amb electricitat
- Sobreesforços per postures incorrectes

#### **12.3.8. Coberta**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Zona de treball amb massa soroll
- Sobreesforços per postures incorrectes

### **12.3.9. Revestiments i acabats**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Generació excessiva de pols
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Caiguda de materials
- Sobreesforços per postures incorrectes

### **12.3.10. Instal·lacions**

Els principals riscos que es poden ocasionar són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic
- Caigudes des de punts alts o des de plataformes, escales, etc.
- Contacte amb materials agressius
- Cops i ensopegades
- Talls i punxades
- Caiguda de materials
- Contactes directes o indirectes amb electricitat
- Sobreesforços per postures incorrectes

## **12.4. MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ**

### **12.4.1. Mesures de protecció col·lectiva**

La protecció col·lectiva és la tècnica de seguretat que té per finalitat la protecció de varis treballadors alhora sense que estiguin exposats a un risc en particular i sense que aquest mateix realitzi algun tipus d'operació.

És la primera que s'ha d'instal·lar en una obra ja que d'aquesta manera es pot evitar o controlar el risc.

Les mesures de protecció col·lectiva que es prenen són les següents:

- Utilització de postes
- Utilització de baranes
- Xarxes de protecció
- Utilització de marquesines
- Utilització de paviments antilliscants
- Utilització d'escaleres de mà, plataformes de treball i bastides
- Senyalització de les zones de perill
- Immobilitzar amb falques la maquinària i/o camions durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Respectar les distàncies de seguretat amb les instal·lacions existents
- Deixar zones de pas per a la maquinària
- Muntatge de grues realitzat per una empresa especialitzada i que a més faci les revisions periòdiques.
- Utilització d'un sistema de reg que permeti que l'emissió de pols no sigui en gran quantitat

#### **12.4.2. Mesures de protecció individual**

La mesura més important de protecció individual és la utilització d'Equips de Protecció Individual (EPI's). Els EPI's són qualsevol equip destinat a ser utilitzat pel treballador i que el protegeixi d'un o varis riscos que podrien afectar a la seva seguretat o salut.

Els EPI's que s'utilitzaran durant l'execució de l'obra són:

- Caretas i ulleres destinades a la protecció contra pols i partícules
- Calçat de seguretat
- Casc
- Arnesos
- Guants per a contacte amb materials agressius i evitar el risc de talls i punxades
- Protectors auditius

#### **12.4.3. Mesures de protecció a tercers**

Les mesures de protecció a tercers que s'utilitzaran són les següents:

- Utilització de tanques que tanquin el perímetre de la obra
- Preveure la circulació tant dels vehicles de dins l'obra com de fora
- Immobilització de camions i maquinària amb falques

#### **12.5. PRIMERS AUXILIS**

Per a possibles accidents, l'obra disposarà de:

- Una farmaciola que contindrà el material especificat en la normativa vigent.
- Llista de telèfons i adreces dels centres assignats per urgències, ambulàncies, bombers, etc. per tal de garantir els ràpid trasllat i atenció als possibles accidentats.

**ANNEX XIII. PLANIFICACIÓ I**  
**PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL**  
**PROJECTE**



<b>13.</b>	<b>ANNEX XIII. PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE</b>	
		<b>187</b>
<b>13.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>187</b>
<b>13.2.</b>	<b>DEFINICIONS .....</b>	<b>187</b>
<b>13.3.</b>	<b>PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE AMB EL MÈTODE PERT .....</b>	<b>188</b>
<b>13.3.1.</b>	<b>Activitats per a l'execució del projecte .....</b>	<b>188</b>
<b>13.3.2.</b>	<b>Activitats, activitats pendents, successos i temps de les activitats .....</b>	<b>189</b>
<b>13.3.3.</b>	<b>Diagrama PERT.....</b>	<b>190</b>
<b>13.3.4.</b>	<b>Càlcul de folgances .....</b>	<b>191</b>
<b>13.3.5.</b>	<b>Determinació del camí crític .....</b>	<b>193</b>

### 13. ANNEX XIII. PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE

#### 13.1. INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest annex és planificar i programar l'execució del projecte. Per tal de fer-ho s'ha utilitzat el mètode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ja que és capaç de trobar el mínim temps d'execució del projecte. Mitjançant aquest programa es pot determinar:

- Durada mínima del projecte.
- Tasques més problemàtiques i com afecten al temps d'execució.
- Totes les tasques a realitzar, l'ordre amb el qual es duran a terme i la durada de cada una d'elles.
- Esquema on es mostren les activitats a realitzar, el seu ordre i el temps necessari per a cada una.

#### 13.2. DEFINICIONS

Per tal d'entendre correctament el mètode PERT, primerament cal definir alguns termes:

- Activitat: execució d'una tasca que exigeix l'ús de recursos (mà d'obra, material, maquinària, etc.) i que dura un temps determinat. En el diagrama es representa mitjançant una fletxa.
- Activitat fictícia: activitat que no consumeix temps ni recursos però que s'utilitza com a connector lògic per a l'elaboració del diagrama PERT.
- Succés: data que indica l'inici o la fi d'una activitat. Es representa amb una circumferència.
- Camí: successió d'activitats.
- Camí crític: successió d'activitats en la que no pot haver retard en cap de les seves activitats per no enrederir l'execució del projecte.

- Folgança total: indica el nombre d'unitats de temps que es pot retardar l'execució de l'activitat respecte al seu temps PERT previst, sense que la durada total de l'execució del projecte experimenti cap retard.
- Folgança lliure: és la quantitat de dies que es pot retardar l'execució d'una activitat sense que es retardi el projecte, si aquesta comença i acaba el més aviat possible.
- Folgança independent: és la quantitat de dies que es pot retardar l'execució d'una activitat sense que es retardi el projecte, si aquesta comença el més tard possible i ha de finalitzar el més aviat possible.
- Temps *early*: temps mínim que ha de passar per arribar a un determinat succés inici o final d'una activitat.
- Temps *last*: indica el més tard que es pot arribar a un determinat succés inici o final d'una activitat per a què la durada de l'execució no s'allargui cap dia més del inicialment previst.

### **13.3. PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE AMB EL MÈTODE PERT**

#### **13.3.1. Activitats per a l'execució del projecte**

A la taula 13.1 es mostren les activitats que es duran a terme per a l'execució del projecte. A cada activitat se li ha assignat una lletra.

**Taula 13.1.** Activitats per a l'execució del projecte

Designació	Activitat
A	Esbrossada i neteja del terreny
B	Compactació del terreny
C	Replantejament dels fonaments
D	Col·locació d'encofrats i armadures
E	Execució dels fonaments
F	Xarxa de sanejament
G	Estructura
H	Coberta
I	Xarxa de pluvials
J	Tancaments exteriors
K	Paviments
L	Tancaments interiors
M	Instal·lació elèctrica
N	Instal·lació hidràulica
O	Instal·lació de la maquinària
P	Acabats

### 13.3.2. Activitats, activitats pendents, successos i temps de les activitats

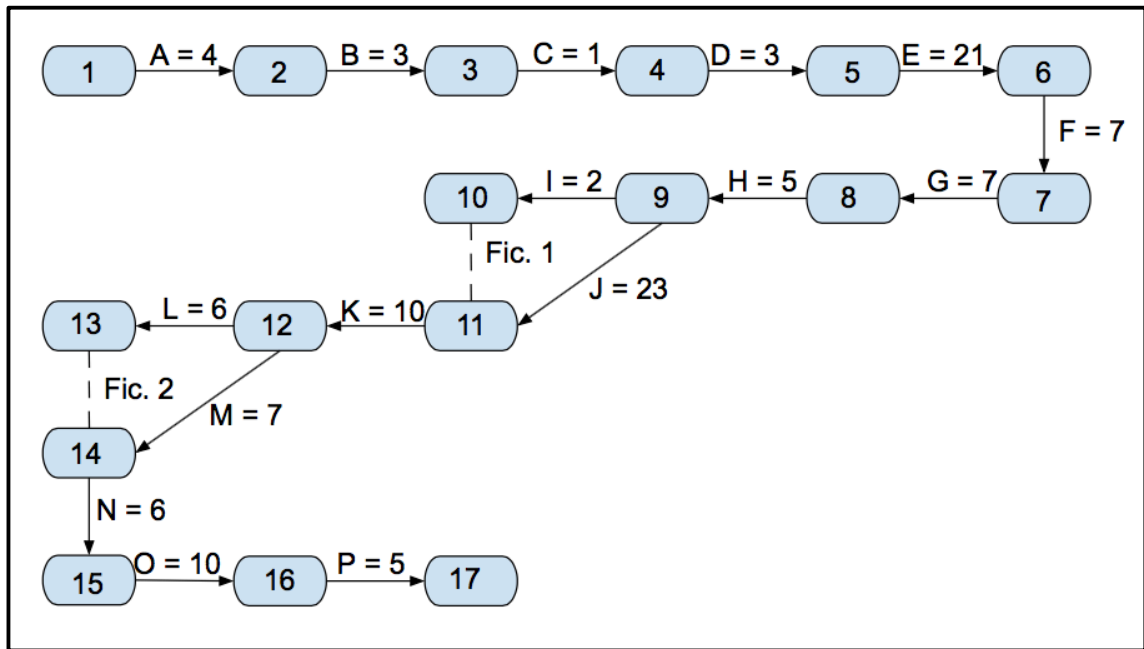
A la taula 13.2 es mostren els successos, les activitats, les activitats pendents, procedències i els temps que dura cada activitat (temps PERT) d'execució del projecte.

**Taula 13.2.** Activitats, activitats pendents, successos i temps de les activitats en l'execució del projecte

Successos	Designació	Activitat	Activitat pendent	Durada (dies)
1-2	A	Esbrossada i neteja del terreny	-	4
2-3	B	Compactació del terreny	A	3
3-4	C	Replantejament dels fonaments	B	1
4-5	D	Col·locació d'encofrats i armadures	C	3
5-6	E	Execució dels fonaments	D	21
6-7	F	Xarxa de sanejament	E	7
7-8	G	Estructura	E	7
8-9	H	Coberta	G	5
9-10	I	Xarxa de pluvials	H	2
9-11	J	Tancaments exteriors	H	23
11-12	K	Paviments	I, J	10
12-13	L	Tancaments interiors	K	6
12-14	M	Instal·lació elèctrica	K	7
14-15	N	Instal·lació hidràulica	K	6
15-16	O	Instal·lació de la maquinària	M, N	10
16-17	P	Acabats	O	5

### 13.3.3. Diagrama PERT

A la figura 13.1 es mostra el diagrama PERT de la indústria.



**Figura 13.1.** Diagrama PERT

### 13.3.4. Càlcul de folgances

Per tal de calcular les folgances, primer cal calcular el temps *early* i el temps *last*.

- Càlcul de temps *early* d'un succés:**

Per tal de calcular el temps *early* s'utilitza la fórmula següent:

$$t_j = \text{màx} (t_i + t_{ij})$$

on:

$t_j$  = temps *early* del succés final de l'activitat (dies)

$t_i$  = temps *early* del succés inicial de l'activitat (dies)

$t_{ij}$  = temps de durada de l'activitat (dies)

- Càlcul del temps *last* d'un succés:**

Per tal de calcular el temps *last* s'utilitza la següent fórmula:

$$t_i^* = \text{mín} (t_j^* - t_{ij})$$

on:

$t_j^*$  = temps *last* del succés final de l'activitat (dies)

$t_i^*$  = temps *last* del succés inicial de l'activitat (dies)

$t_{ij}$  = temps de durada de l'activitat (dies)

- **Folgança total de les activitats:**

Per a calcular la folgança total de cada activitat, s'utilitza la següent fórmula:

$$F_{ijT} = t_j^* - t_i - t_{ij}$$

on:

$F_{ijT}$  = folgança total d'una activitat (dies)

$t_j^*$  = temps *last* del succés final (dies)

$t_i$  = temps *early* del succés d'inici (dies)

$t_{ij}$  = durada de l'activitat (dies)

- **Resultats dels càlculs dels temps *early*, dels temps *last* i les folgances de cada activitat:**

A la taula 13.3 es mostren els resultats dels temps *early*, dels temps *last* i les folgances de cada activitat.

**Taula 13.3.** Temps *early*, temps *last* i folgança de cada succés

Activitat	Temps <i>early</i> (dies)	Temps <i>last</i> (dies)	Folgança total (dies)
1	0	0	0
2	4	4	0
3	7	7	0
4	8	8	0
5	11	11	0
6	32	32	0
7	39	39	0
8	46	46	0
9	51	51	0
10	53	74	21
11	74	74	0
12	84	84	0
13	90	91	1
14	91	91	0
15	97	97	0
16	107	107	0
17	112	112	0

Observant la taula anterior, es preveu que la durada del projecte és de 112 dies.

#### 13.3.5. Determinació del camí crític

El camí crític es determina a partir de les activitats crítiques. Les activitats crítiques són aquelles que tenen una folgança total igual a zero.

En el cas del present projecte, el camí crític és el següent:

**A-B-C-D-E-F-G-H-I-K-M-N-O-P**

Les activitats que no formen part del camí crític, són aquelles que tenen folgança i per tant tenen un marge de dies per tal de realitzar-se sense que suposi un retard per al projecte. Aquest marge de cada activitat, equival a la folgança total.



## **ANNEX XIV. JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

14.	ANNEX XIV. JUSTIFICACIÓ DE PREUS .....	196
14.1.	INTRODUCCIÓ .....	196
14.2.	JUSTIFICACIÓ DE PREUS BÀSICS .....	196
14.2.1.	Justificació de preus bàsics de la mà d'obra .....	196
14.2.2.	Justificació de preus bàsics de la maquinària .....	197
14.2.3.	Justificació de preus bàsics de materials .....	198
14.3.	JUSTIFICACIÓ DE PREUS DE MATERIALS AUXILIARS.....	203
14.4.	PREUS DESCOMPOSTOS .....	205

## **14. ANNEX XIV. JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

### **14.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex es realitza la justificació de preus bàsics de la maquinària, ma d'obra i material necessari per a la realització del projecte. També inclou la justificació dels preus de materials auxiliars i els preus descompostos de tots les partides d'obra.

Els preus són referits a la província de Girona extrets de la base de dades de l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITEC, 2016) i pressupostos a diferents empreses.

### **14.2. JUSTIFICACIÓ DE PREUS BàSICS**

#### **14.2.1. Justificació de preus bàsics de la mà d'obra**

A la Taula 14.1. es mostra la justificació de preus bàsics de la ma d'obra que intervindran en l'execució del projecte.

**Taula 14.1.** Justificació de preus bàsics de la mà d'obra

1.1 Preus de la mà d'obra		
Oficials de 1a		
h	Oficial primera	13,82
h	Oficial 1er lampista/calefactor	16,46
h	Oficial 1er electricista	16,37
h	Oficial 1er encofrador	15,73
h	Oficial 1er ferrallista	16,22
h	Oficial 1er muntador	13,65
Oficials de 2a		
h	Oficial 2on lampista/calefactor	16,23
h	Oficial 2on electricista	15,95
Ajudants		
h	Ajudant - electricista	14,17
h	Ajudant - encofrador	15,17
h	Ajudant ferrallista	15,51
h	Ajudant	13,45
h	Ajudant muntador	13,29
Peons		
h	Peó ordinari	13,15
h	Peó especialitzat	13,30
Manobres		
h	Manobre	13,08

**14.2.2. Justificació de preus bàsics de la maquinària**

A la Taula 14.2. es mostren els preus bàsics de la maquinària utilitzada per a l'execució del projecte.

**Taula 14.2.** Justificació de preus bàsics de la maquinària utilitzada en l'execució del projecte

1.2 Preus de la maquinària		
unitats	Grua telescòpica /camió 20 t	75,50
unitats	Grua telescòpica s/cam. 26-35 t	75,50
unitats	Excavadora hidràulica amb pneumàtics 100 CV	49,00
unitats	Pala carregadora pneumàtica. 85 CV/ 1,2m <sup>3</sup>	41,54
unitats	Retro carregadora neumàtica 90 CV	38,41
unitats	Camió basculant 4 x 2 10 t	25,82
m <sup>3</sup>	Cànon de sorra a abocador	0,32
h	Formigonera 200 l gasolina	2,38
unitats	Puntal telescòpic 3m 1,5 t	14,62
h	Vibrador formigó gasolina 75 mm	2,50

### 14.2.3. Justificació de preus bàsics de materials

A la Taula 14.3 es mostra la justificació de preus bàsics dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte.

**Taula 14.3.** Justificació de preus dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte

1.3 Preus dels materials		
Líquids neutres		
m <sup>3</sup>	Aigua	1,25
Granulats/Grades		
t	Grava de granulat reciclat mixt de formigó ceràmica de 40 a 70 mm	12,79
Formigons de compra		
m <sup>3</sup>	Formigó HM-20/P/40/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 40 mm, amb $\geq 200$ kg/m <sup>3</sup> de ciment, apte per a classe d'exposició I	55,93
m <sup>3</sup>	Formigó HA-25/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb $\geq 250$ kg/m <sup>3</sup> de ciment, additiu hidròfug, apte per a classe d'exposició I	65,42
m <sup>3</sup>	Formigó HA-30/P/20/lia de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb $\geq 275$ kg/m <sup>3</sup> de ciment, apte per a classe d'exposició lia	66,60
Morters de compra		
t	Morter per a ram de paleta, classe M 5 (5 N/mm <sup>2</sup> ), a granel, de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	30,48

**Taula 14.3.** Justificació de preus dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte (continuació)

1.3 Preus dels materials		
Morters fabricats a l'obra		
m <sup>3</sup>	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 380 kg/m <sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:4 i 10 N/mm <sup>2</sup> de resistència a compressió, elaborat a l'obra	90,25
m <sup>3</sup>	Morter mixt de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L, calç i sorra, amb 380 kg/m <sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:0, 5:4 i 10 N/mm <sup>2</sup> de resistència a compressió, elaborat a l'obra	105,72
m <sup>3</sup>	Morter de ciment amb ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb additiu hidròfug i 250 kg/m <sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm <sup>2</sup> de resistència a compressió elaborat a l'obra	89,73
Ferreteria/Filferros		
kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,09
Acer en barres corregades		
kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B 500 S, de límit elàstic $\geq 500$ N/mm <sup>2</sup>	0,87
Malles electrosoldades		
m <sup>2</sup>	Malla electrosoldada de barres corrugades d'acer ME 15 x 15 cm D:6-6 mm 6x 2,2 m B 500 T UNE-EN 10080	2,19

**Taula 14.3.** Justificació de preus dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte (continuació)

1.3 Preus dels materials		
Places d'acer amb aïllament		
m <sup>2</sup>	Placa amb dues planxes d'acer i aïllament de poliuretà amb un gruix total de 30 mm, amb la cara exterior gravada de color blanc, gruix de les planxes (ext/int) de 0,6/0,5 mm, junt longitudinal encadellat amb nervi i sistema de fixació oculta amb tapajunts, per a cobertes	16,16
Blocs de morter		
u	Bloc foradat de morter de ciment, llis de 400 x 200 x 200 mm, amb components hidrofugants, de cara vista, gris, categoria I segons norma UNE-EN 771-3	1,35
u	Peça U de morter de ciment, de 400 x 200 x 200 mm, de cara vista, categoria I segons la norma UNE-EN 771-3 color gris	1,38
Totxanes		
u	Totxana de 290x140x100 mm, categoria I, LD, segons la norma UNE-EN 771-1	0,16

**Taula 14.3.** Justificació de preus dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte (continuació)

1.3 Preus dels materials		
Prefabricats		
<b>u</b>	Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 40 x 40 cm, de 8 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1150 a 1400 kN/m, amb una mènula a una cara, per a encastar a la base	561,24
<b>u</b>	Biga triangular prefabricada de formigó armat per anar vist, amb secció T, de 16 m de llum com a màxim	914,74
Elements de coberta		
<b>m</b>	Carener de planxa de zinc de 0,6 mm de gruix, de 40 cm de desenvolupament, com a màxim amb 8 plecs	10,51



**Taula 14.3.** Justificació de preus dels materials utilitzats per a l'execució del present projecte (continuació)

1.3 Preus dels materials		
Accessoris i canonades		
<b>u</b>	Cargol auto roscant amb volandera	0,15
<b>m</b>	Canal exterior de secció semicircular de PVC rígid, de diàmetre 125 mm	3,03
<b>u</b>	Ganxo i suport de PVC per a canal de PVC rígid, de D 125 m	1,96
<b>u</b>	Clau d'acer galvanitzat de 3x50 mm, amb junt de plom 3 x 50 mm, amb junt de plom	0,10
<b>u</b>	Vis d'acer galvanitzat de 5,4 x 65 mm, amb junts de metall i goma i tac de niló de diàmetre 8/10 mm	0,26
<b>m</b>	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm i de llargària 3 m, per a encolar	4,17
<b>u</b>	Brida per a tub de PVC de diàmetre entre 125 i 160 mm	2,28
<b>m</b>	Tub circular ranurat de paret simple de PVC i 80 mm de diàmetre	1,25
<b>u</b>	Accessori genèric per a tub de PVC de D = 125 mm	7,77
<b>u</b>	Element de muntatge per a tub de PVC de D=125 mm	0,12
Pintura i acabats		
<b>kg</b>	Material per a rejuntat de rajoles ceràmiques CG1 segons norma UNE-EN 13888, de color	0,30
<b>kg</b>	Adhesiu cimentós tipus C1 segons norma UNE-EN 12004	0,31
<b>m<sup>2</sup></b>	Rajola de gres premsat esmaltat de forma rectangular o quadrada, de 16 a 25 peces/m <sup>2</sup> , preu mitjà, grup Blb-BII (UNE-EN 14411)	11,46
<b>kg</b>	Pintura plàstica per a interiors	3,38

### 14.3. JUSTIFICACIÓ DE PREUS DE MATERIALS AUXILIARS

A la Taula 14.4 es mostren els preus dels materials auxiliars utilitzats per a l'execució del present projecte

**Taula 14.4.** Justificació de preus dels materials auxiliars

2. PREUS AUXILIARS				
MORTERS				
2.1 Descomposició				
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Mortor de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 380 kg/m<sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:4 i 10 N/mm<sup>2</sup> de resistència a compressió, elaborat a l'obra</b>			
h	Manobre especialista	20,15	1,00	20,15
m <sup>3</sup>	Aigua	1,25	0,20	0,25
t	Sorra de pedrera per a morters	19,18	1,52	29,15
t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	103,30	0,38	39,25
h	Formigonera de 165 l	1,77	0,70	1,24
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	20,15	0,01	0,20
			<b>TOTAL</b>	<b>90,25</b>
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Mortor mixt de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L, calç i sorra, amb 380 kg/m<sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:0,5, 5:4 i 10 N/mm<sup>2</sup> de resistència a compressió, elaborat a l'obra</b>			
h	Manobre especialista	20,15	1,05	21,16
m <sup>3</sup>	Aigua	1,25	0,20	0,25
t	Sorra de pedrera per a morters	19,18	1,38	26,47
t	Ciment pòrtland amb filler caclaci CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	103,30	0,38	39,25
kg	Calç aèria CL 90	0,09	190,00	17,10
h	Formigonera de 165 l	1,77	0,73	1,28
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	21,16	0,01	0,21
			<b>TOTAL</b>	<b>105,72</b>

**Taula 14.4.** Justificació de preus dels materials auxiliars (continuació)

2. PREUS AUXILIARS				
MORTERS				
2.1 Descomposició				
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Mortier de ciment amb ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb additiu hidròfug i 250 kg/m<sup>3</sup> de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm<sup>2</sup> de resistència a compressió, elaborat a l'obra</b>			
h	Manobre especialista.	20,15	1,00	20,15
m <sup>3</sup>	Aigua.	1,25	0,20	0,25
t	Sorra de pedrera per a morters	19,18	1,63	31,26
t	Ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	103,30	0,25	25,83
kg	Additiu hidròfug per a morter i formigó	1,20	9,00	10,80
h	Formigonera de 165 l	1,77	0,70	1,24
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	20,15	0,01	0,20
			<b>TOTAL</b>	<b>89,73</b>
FERRALLISTES				
2.2 Descomposició				
<b>kg</b>	<b>Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B500S, de límit elàstic <math>\geq 500</math> N/mm<sup>2</sup></b>			
h	Oficial 1a ferrallista.	23,30	0,01	0,12
h	Ajudant ferrallista.	20,68	0,01	0,10
kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3	1,09	0,01	0,01
kg	Acer en barres corrugades B 500 S de límit elàstic $\geq 500$ N/mm <sup>2</sup>	0,61	1,05	0,64
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,22	0,01	0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>0,87</b>

#### 14.4. PREUS DESCOMPOSTOS

A la taula 14.4 es mostren els preus descompostos de les diferents unitats d'obra.

**Taula 14.4.** Preus descompostos

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Desbrossament i neteja superficial del terreny per mitjans mecànics, sense càrrega ni transport a l'abocador i amb p.p de mitjans auxiliars.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Peó ordinari	13,153	0,005	0,07
h	Pala carg- neumàtica. 85 CV/ 1,2m3	0,008	40,330	0,33
<b>TOTAL</b>				<b>0,40</b>
Excavació en rases, en terrenys compactes, per mitjans mecànics, amb extracció de terres a les vores, sense càrrega ni transport a l'abocador i amb p.p de mitjans auxiliars				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Peó ordinari	13,153	0,125	1,64
h	Excavadora hidr. Neumàtics 100 CV	48,966	0,196	9,60
<b>TOTAL</b>				<b>11,24</b>
Transport de terres a l'abocador a una distància menor de 10 km, considerant anada i tornada, amb camió basculant carregat a màquina, cànon d'abocador, i amb p.p de mitjans auxiliars, considerant també la càrrega				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Retro carregadora neumàtica 90 CV	38,409	0,130	4,99
h	Camió basculant 4 x 2 10 t	25,822	0,190	4,91
m <sup>3</sup>	Cànon de sorra a abocador	0,319	1,000	0,32
<b>TOTAL</b>				<b>10,22</b>
Formigó per a rases i pous de fonaments, HM-20/P/40/I, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 40 mm, abocat amb cubilot.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Manobre	13,472	0,440	5,93
m	Formigó	69,793	1,100	76,77
%	Despeses auxiliars mà d'obra	4,810	0,020	0,10
<b>TOTAL</b>				<b>82,80</b>
Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1ª ferrallista	16,707	0,010	0,17
h	Ajudant ferrallista	15,975	0,010	0,16
kg	Filferro	1,123	0,010	0,01
kg	Acer	0,865	1,000	0,87
%	Despeses auxiliars mà d'obra	0,299	0,020	0,01
<b>TOTAL</b>				<b>1,21</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Canonada penjada de PVC llis de sanejament, d'unió en copa llisa encaixada de 26 mm de diàmetre interior, col·locada penjada mitjançant brides metàl·liques, fins i tot amb p.p de peces especials en desviaments i amb p.p de mitjans auxiliars i d'ajudes d'ofici de paleta, complint normes de col·locació i dissenys recollides en el DB-HS5				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1ª Lampista/Calefactor	16,459	0,220	3,62
<b>h</b>	Oficial 2ª Lampista/Calefactor	16,233	0,220	3,57
<b>h</b>	Oficial primera	13,823	0,150	2,07
<b>m</b>	Tub llis PVC sanejament	2,225	1,000	2,22
<b>u</b>	Colze	4,233	0,300	1,27
<b>u</b>	Lligadura metàl·lica	1,051	0,700	0,74
<b>kg</b>	Enganxina per tubs de PVC	23,268	0,080	1,86
<b>TOTAL</b>				<b>15,36</b>
Pilar prefabricat de formigó armat HA-35/B/16/I de secció 40 x 40 cm. D'alçada màxima 5m, Fins i tot p.p d'encofrat, desencofrat, abocament, vibrat, curat i armadures, amb ajuda de grua telescòpica sobre camió per a muntatge, aplomat, farcit del nus d'enllaç amb formigó HA-35/B/16/I per a muntatge i estintolaments necessaris, totalment acabat.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Quadrilla A	33,856	0,300	10,16
<b>m</b>	Pilar prefabricat formigó 40 x 40 cm	106,337	1,000	106,34
<b>m³</b>	Formigó HA-35/B/16/I Central	74,150	0,040	2,97
<b>h</b>	Grua telescòpica /camió 20 t	51,655	0,058	3,00
<b>TOTAL</b>				<b>122,46</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Jàssera prefabricada de formigó armat, tipus T-15, secció en T, amb cant de penjat 25 cm. Fabricada amb formigó HA-35/B/16/l, cap de compressió de 30 cm. Fins i tot p.p d'encofrat, desencofrat, abocament, vibrat, curat, armadures, amb ajuda de grua telescòpica sobre camió per a muntatge i estintolaments necessaris, totalment col·locada i acabada				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	1,000	13,82
h	Ajudant	13,452	1,000	13,45
h	Peó ordinari	13,153	0,500	6,58
m	Biga prefabricada de formigó T15/25 cm	60,626	1,000	60,63
m <sup>3</sup>	Formigó HA-35/P/20/l central	73,285	0,098	7,18
h	Grua telescòpica s/cam. 26-35 t	75,499	0,050	3,77
h	Oficial 1er encofrador	15,728	0,650	10,22
h	Ajudant - Encofrador	15,172	0,650	9,86
m <sup>2</sup>	Tauler d'encofrar 22 mm 4p	2,482	1,050	2,61
m <sup>3</sup>	Fusta de pi encofrar 26 mm	227,888	0,028	6,38
g	Puntes 20 x 100	1,267	0,070	0,09
kg	Filferro atar 1,30 mm	1,483	0,070	0,10
u	Puntal telescòpic 30 1,5 t	14,616	0,020	0,29
h	Oficial 1er Ferrallista	16,223	0,012	0,19
h	Ajudant - Ferrallista	15,512	0,012	0,19
kg	Acer corrugat B 500 S/SD	1,875	1,080	2,02
kg	Filferro atar 1,30mm	1,483	0,005	0,01
u	Puntal telescòpic 3m 1,5 t	14,616	0,005	0,07
<b>TOTAL</b>				<b>137,48</b>
Bigueta prefabricada de formigó armat, tipus T-15, secció en te, amb cantell de penjat 25 cm. Fabricada amb formigó HA-35/B/16/l, per fondre in situ el cap de compressió, fins i tot p.p d'encofrat, desencofrat, abocament, vibrat, curat, armadures, amb ajuda de grua telescòpica sobre camió per a muntatge estintolaments necessaris (sense incloure formigonat de cap de compressió), totalment col·locada)				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	1,000	13,82
h	Ajudant	13,421	1,000	13,42
h	Peó ordinari	13,153	0,500	6,58
m	Bigueta prefabricada formigó T15/25cm	60,626	1,000	60,63
h	Grua telescòpica s/cam 26-35 t	75,499	0,050	3,77
u	Puntal telescòpic 3m 1,5 t	1,226	0,005	0,01
<b>TOTAL</b>				<b>98,23</b>

**Taula 14.4. Preus descompostos (continuació)**

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Coberta sandvitx "in situ" amb pendent inferior a 30 %, formada per dues planxes, la inferior és un perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm d'1 mm de gruix, amb una inèrcia entre 59 i 95 cm <sup>4</sup> i una massa superficial entre 10 i 12 kg/m <sup>2</sup> , acabat llit de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, la superior és un perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm d'1mm de gruix, amb una inèrcia entre 59 i 95 cm <sup>4</sup> i una massa superficial entre 10 i 12 kg/m <sup>2</sup> , acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-n 1482, i perfils omega d'acer, d'alçària 100 mm com separadors i aïllament amb placa de llana de roca de 126 a 160 kg/m <sup>3</sup> i gruix 90 mm col·locat amb fixacions mecàniques.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1a muntador	14,060	0,200	2,81
<b>h</b>	Ajudant muntador	13,689	0,200	2,74
<b>u</b>	Cargol auto roscant amb volandera	0,155	8,000	1,24
<b>m<sup>2</sup></b>	Placa amb dues planxes d'acer i aïllament de poliuretà amb un gruix total de 30 mm, amb la cara exterior gravada color blanc, gruix de les planxes (ext/int) de 0,6/0,5 mm, junt longitudinal encadellat amb nervi i sistema de fixació oculta amb tapajunts, per a cobertes	17,788	1,050	18,68
<b>%</b>	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,848	0,030	0,27
<b>TOTAL</b>				<b>25,73</b>
Canal de PVC de 12,5 cm de diàmetre, fixat mitjançant ulleres de subjecció al ràfec, totalment equipat, inclús amb p.p de peces especials i acabaments finals de PVC, i peces de connexió a baixants, completament instal·lat.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1ª lampista/calefactor	16,459	0,250	4,11
<b>m</b>	Canaló PVC rodó D = 125 mm gris	4,326	1,100	4,76
<b>u</b>	Ullera canaló PVC xarxa equip 125 mm	1,524	1,000	1,52
<b>u</b>	Conex. Baixant PVC rodó D = 125 mm	6,159	0,150	0,92
<b>TOTAL</b>				<b>11,32</b>
Canal de PVC de 15 cm de diàmetre, fixat mitjançant ulleres de subjecció al ràfec, totalment equipat, inclús amb p.p de peces especials i acabaments finals de PVC, i peces de connexió a baixants, completament instal·lat.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1ª lampista/calefactor	16,459	0,250	4,11
<b>m</b>	Canaló PVC rodó D = 125 mm gris	4,326	1,100	4,76
<b>u</b>	Ullera canaló PVC xarxa equip 125 mm	1,638	1,000	1,64
<b>u</b>	Conex. Baixant PVC rodó D = 125 mm	6,365	0,150	0,95
<b>TOTAL</b>				<b>11,47</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Baixant de PVC sèrie F, de 90 mm de diàmetre, amb sistema d'unió per junta labiada, col·locada amb brides metàl·liques, totalment instal·lada, inclús amb p.p de peces especials de PVC, funcionant, Segons DB-HS5				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1ª lampista/calefactor	16,459	0,150	2,47
m	Tub PVC evac.pluj. Lab 90mm	4,820	1,000	4,82
u	Colze PVC evacuació 90mm lab	1,751	0,300	0,53
u	Brida baixant PVC D= 90mm	1,854	1,000	1,85
<b>TOTAL</b>				<b>9,67</b>
Formigó HM-25/B/16/I, de 25 N/mm2. Consistència tova, Tmàx 16 mm, ambient no agressiu, de central, i abocament de forma manual, col·locat i p.p de vibrat reglejat i curat en soleres, Segons EHE-08 i DB-SE-C				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	0,600	8,29
h	Peó ordinari	13,153	0,600	7,89
m³	Formigó HA-25/B/16/I central	62,027	1,060	65,75
h	Vibrador formigó gasolina 75 mm	2,503	0,600	1,50
<b>TOTAL</b>				<b>83,44</b>
Malla electrosoldada en quadrícula 15 x 15 cm amb acer corrugat de 6 mm de diàmetre. B 500 T, de dimensions 6 x 2,2 m. Totalment col·locat en obra, i p.p de filferro de lligar. Segons normes EHE-08 i DB-SE-A				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er Ferrallista	16,223	0,008	0,13
h	Ajudant - Ferrallista	15,512	0,008	0,12
m²	ME 15 x 15 A D 6-6 B500T 6 x2,2 (2,663 kg/m2)	3,121	1,153	3,60
<b>TOTAL</b>				<b>3,85</b>



**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Enrajolat de rajola de fang cuit premada de 28 x 28 cm amb una junta de 1 cm, amb morter de ciment CEM II/B-M32,5 R i sorra de riu 1/6 (morter tipus M-5) i lilit de 2 cm de sorra de riu, p.p de sòcol del mateix material de 28 x 8 cm rejuntat amb beurada de ciment CEM II/B-M32,5 R 1/2 i neteja, mesurada en superfície realment executada. Segons RC-08. Segons condicions del CTE, recollides en el Plec de Condicions.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	0,360	4,98
h	Ajudant	13,452	0,360	4,84
h	Peó ordinari	13,153	0,300	3,95
m <sup>2</sup>	Baldosa de fang 28 x 28 pretesada	11,021	1,060	11,68
m <sup>2</sup>	Roda peus de fang 28 x 8 cm	2,318	1,060	2,46
m <sup>3</sup>	Sorra de riu 0/5 mm	14,039	0,021	0,29
t	Ciment CEM II/B-M 32,5 R sacs	111,817	0,001	0,11
h	Peó ordinari	13,153	1,700	22,36
t	Ciment CEM II/B-P 32,5 N granel	120,623	0,270	32,57
m <sup>3</sup>	Sorra de riu 0/5 mm	14,039	1,090	15,30
m <sup>3</sup>	Aigua	0,937	0,255	0,24
h	Formigonera 200 l gasolina	2,379	0,400	0,95
t	Peó ordinari	13,153	2,000	26,31
m <sup>3</sup>	Ciment CEM II/B-M 32,5 R sacs	111,817	0,425	47,52
	Aigua	0,937	0,850	0,80
<b>TOTAL</b>				<b>174,36</b>
Paviment industrial auto anivellant a força de ciment modificat amb polímers per a paviments de formigó i recrescuts de fins a 5 cm i neteja del suport, i el paviment preparat per a l'aplicació de pintura decorativa. Segons condicions del CTE, recollides en el Plec de Condicions				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	1,000	13,82
h	Ajudant	13,452	1,000	13,45
h	Peó ordinari	13,153	0,500	6,58
kg	Morter auto anivellant ciment a base de polímers	0,742	60,000	44,50
<b>TOTAL</b>				<b>78,35</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Blocs buits de formigó gris estàndard de 40 x 20 x 20 cm per revestir, amb morter de ciment CEM II/B-M 32,5 R i sorra de riu 1/6, morter tipus M-5, farcits de formigó HA-25/P/20/l i armadura segons normativa, i /p.p de formació de llindes, cercols, brancals, execució de trobades, peces especials, trencament, replanteig, anivellació, aplomat, rejuntat, neteja i mitjans auxiliars, mesura deduïnt buits superiors a 1 m2. Segons DB-SE-F i RC-08.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	0,510	7,05
h	Peó ordinari	13,153	0,255	3,35
u	Bloc de formigó gris 40 x 20 x 20	0,618	13,000	8,03
m <sup>3</sup>	Formigó HA-25/P/20/l central	62,748	1,000	62,75
h	Peó ordinari	13,153	1,700	22,36
t	Ciment CEM II/B-P 32,5 N granel	120,623	0,270	32,57
m <sup>3</sup>	Sorra de riu 0/5 mm	14,039	1,090	15,30
m <sup>3</sup>	Aigua	0,937	2,550	2,39
h	Formigonera 200 l gasolina	2,379	0,400	0,95
	Acer corrugat B 400 S/SD	2,441	2,300	5,61
<b>TOTAL</b>				<b>160,37</b>
Maó perforat de 25 x 12 x 7 cm de 1/2 peu d'espessor en façana, rebut amb morter de ciment CEM II/B-M 32,5 R i sorra de riu 1/6, morter tipus M-5, per a revestir, i replanteig, anivellació i aplomat, p.p de lligades, minves, trencaments, humitejat de les peces, rejuntat, neteja i mitjans auxiliars, s /DB-SE-F i RC-08, mesura deduïnt buits superiors a 1 m2				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial primera	13,823	0,510	7,05
h	Peó ordinari	13,153	0,255	3,35
u	Maó perforat toscó 25 x 12 x 7	0,618	13,000	8,03
h	Peó ordinari	13,153	1,700	22,36
t	Ciment CEM II/B-P 32,5 N granel	120,623	0,270	32,57
m <sup>3</sup>	Sorra de riu 0/5 mm	14,039	1,090	15,30
m <sup>3</sup>	Aigua	0,937	0,255	0,24
h	Formigonera 200 l gasolina	2,379	0,400	0,95
<b>TOTAL</b>				<b>89,86</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Plat de dutxa de porcellana de 75 x 75. En color amb aixetes mescladora exterior monocomandament, amb dutxa de telèfon, flexible de 150 cm i suport articulat, cromada, fins i tot vàlvula de desguàs sifònica, amb sortida horitzontal de 40 mm, totalment instal·lada i funcionant.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	0,800	13,17
u	Plat de dutxa 75 x 75 cm color	129,976	1,000	129,98
u	Barreja dutxa mm s media cromat	96,068	1,000	96,07
u	Vàlvula sifoni. P dutxa sal hor 40 mm	3,966	1,000	3,97
<b>TOTAL</b>				<b>243,18</b>
Rentamans de porcellana vitrificada blanca, mural, de 44 x 31 cm. Col·locat mitjançant ancoratges de fixació a la paret, amb aixeta de lleixa cromada, fins i tot vàlvula de desguàs de 32 mm. Claus d'esquadra de 1/2 cromades, i tirants flexibles de 20 cm i de 1/2 totalment instal·lat i funcionant.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	0,900	14,81
u	Rentamans 44 x 31 cm blanc	20,919	1,000	20,92
u	Aixeta repisa seria normal crom	19,168	1,000	19,17
u	Vàlvula p/lavabo-bidet de 32 mm	2,668	1,000	2,67
u	Clau d'esquadra de 1/2" a 1"2"	2,627	1,000	2,63
u	Cable flex 20 cm 1/2" a 1/2"	1,638	1,000	1,64
<b>TOTAL</b>				<b>61,83</b>
Inodor de porcellana vitrificada blanca, de tanc baix, col·locat mitjançant tacs i cargols a paviment, fins i tot segellat amb silicona, i compost per: tassa, tanc baix amb tapa i mecanismes i seient amb tapa lacats, amb frontisses d'acer, totalment instal·lat, fins i tot amb clau d'esquadra de 1/2 cromada i cable flexible de 20 cm i de 1", funcionant.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	1,300	21,40
u	Inodor tanc baix c /tapa - mec norm b	196,823	1,000	196,82
u	Clau d'esquadra de 1/2" a 1/2"	2,627	1,000	2,63
u	Cable flex 20 cm 1/2" a 1/2"	1,638	1,000	1,64
<b>TOTAL</b>				<b>222,48</b>

**Taula 14.4. Preus descompostos (continuació)**

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Aigüera d'acer inoxidable de 60 x 49 cm. Per col·locar encastat en un taulell o similar (sense incloure), amb aixeta monobloc amb broc giratori i airejador, fins i tot vàlvula de desguàs de 40 mm. Claus d'esquadra d'1/2 cromades, i tirants flexibles de 20 cm i de 1/2 totalment instal·lat i funcionant.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	1,000	16,46
<b>u</b>	Aigüera 60 x 49 cm	73,532	1,000	73,53
<b>u</b>	G.monobloc mont. Ceràms.s.normal	76,756	1,000	76,76
<b>u</b>	Vàlvula per l'aigüera de 40mm	2,596	1,000	2,60
<b>u</b>	Clau d'esquadra de 1/2" a 1/2"	2,627	2,000	5,25
<b>u</b>	Cable flex 20 cm 1/2" a 1/2"	1,638	2,000	3,28
<b>TOTAL</b>				<b>177,87</b>
Canonada de PVC de pressió, de 25 mm de diàmetre nominal per a 10 atmosferes de pressió màxima, col·locada en instal·lacions interiors, per a aigua freda i calenta, amb p.p de peces especials de PVC de pressió, totalment instal·lada i funcionant, en ramals de més de 5 metres de longitud, sense protecció superficial. Segons DB-HS-4				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	0,170	2,80
<b>m</b>	Tub de PVC pres.j.peg.25mm 10 atm	0,855	1,000	0,85
<b>u</b>	Te PVC pressió de 25 mm	1,143	0,300	0,34
<b>u</b>	Mànega PVC pressió de 25 mm	0,618	0,100	0,06
<b>TOTAL</b>				<b>4,06</b>
Canonada de PVC de pressió, de 50 mm de diàmetre nominal per a 10 atmosferes de pressió màxima, col·locada en instal·lacions interiors, per a aigua freda i calenta, amb p.p de peces especials de PVC de pressió, totalment instal·lada i funcionant, en ramals de més de 5 metres de longitud, sense protecció superficial. Segons DB-HS-4				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	0,140	2,30
<b>m</b>	Tub de PVC pres.j.peg.50 mm 10 atm	2,997	1,000	3,00
<b>u</b>	Te PVC pressió de 50 mm	2,348	0,300	0,70
<b>u</b>	Mànega PVC pressió de 50 mm	2,081	0,100	0,21
<b>TOTAL</b>				<b>6,21</b>

**Taula 14.4. Preus descompostos (continuació)**

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Escalfador elèctric d'aigua de 12 kW i 6,9 L/min i ancoratges, canonada de coure 15 mm i clau d'esfera sense instal·lació elèctrica o gas				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	1,000	16,46
<b>h</b>	Oficial 2on lampista/calefactor	16,233	1,000	16,23
<b>u</b>	Calentador elèctric 12 kW	513,146	1,000	513,15
<b>u</b>	Vàlvula d'esfera 1/2"	3,430	2,000	6,86
<b>TOTAL</b>				<b>552,70</b>
Comptador general d'aigua de 2", col·locat en la bateria general i connectat a aquesta i al ramal d'escomesa, fins i tot instal·lació a dos claus de tall d'esfera, de 50 mm. Joc de brides, vàlvula de retenció i altre material auxiliar, totalment muntat i funcionant, fins i tot timbrat del comptador pel Ministeri d'Indústria, sense incloure la bateria general, ni l'escomesa. Segons DB-HS 4.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	1,500	24,69
<b>u</b>	Comptador d'aigua WP de 2" (50 mm)	521,602	1,000	521,60
<b>u</b>	Vàlvula d'esfera llautó niquelat 2"	17,438	2,000	34,88
<b>u</b>	Brida rodona galvan. 2" completa	29,365	2,000	58,73
<b>u</b>	Vàlv. Retenció llautó roscar 2"	12,236	1,000	12,24
<b>u</b>	Timbrat contad. M indústria	22,588	1,000	22,59
<b>TOTAL</b>				<b>674,72</b>
Subministrament i col·locació de vàlvula de tancament tipus papallona, amb palanca de 2 1/2" (63 mm) de diàmetre, de fosa, col·locada mitjançant unió roscada amb brides, totalment equipada, instal·lada i funcionant. Segons DB-HS 4.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er lampista/calefactor	16,459	0,500	8,23
<b>u</b>	Vàlvula papallona 63 mm	80,773	1,000	80,77
<b>TOTAL</b>				<b>89,00</b>

**Taula 14.4. Preus descompostos (continuació)**

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Lluminària estanca, en material de plàstic de 1 x 58W amb protecció IP65 classe I, cos de polièster reforçat amb fibra de vidre, difusor de policarbonat de 2 mm de gruix, amb abatiment lateral, equip elèctric format per reactància, condensador, portalàmpades, encebador, llum fluorescent estàndard i borns de connexió. Totalment instal·lat, incloent replanteig, accessoris d'ancoratge i connexionat. Segons REBT.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er electricista	16,367	0,400	6,55
h	Ajudant - electricista	14,173	0,400	5,67
u	Conjunt regleta 2 x 58 W. AF	85,727	1,000	85,73
u	Tub fluorescent 33/58 W	12,391	1,000	12,39
u	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>111,21</b>
Llum asimètric per a exteriors amb làmpada d'halogenurs metàl·lics, cos de fosa d'alumini de forma rectangular, amb difusor corbat de vidre, equip electromagnètic regulable, alimentació elèctrica 230 V 50 Hz, per a làmpada de 100 W de potència, aïllament elèctric de classe II, grau de protecció IP66, grau de protecció als impactes mecànics IK09, alçària de muntatge entre 4 i 10 m, de preu alt, fixat al suport				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1a electricista	16,367	0,400	6,55
h	Ajudant electricista	14,173	0,400	5,67
u	Llum asimètric per a exteriors amb làmpada d'halogenurs metàl·lics, cos de fosa d'alumini de forma rectangular, amb difusor corbat de vidre, equip electromagnètic regulable, alimentació elèctrica 230 V 50 Hz, per a làmpada de 100 W de potència, aïllament elèctric de classe II, grau de protecció IP66, grau de protecció als impactes mecànics IK09, alçària de muntatge entre 4 i 10 m, de preu alt	126,927	1,000	126,93
h	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,421	1,000	2,42
<b>TOTAL</b>				<b>141,56</b>
Lluminària d'emergència autònoma de 400 lm, autonomia superior a 1 hora, equipada amb bateria Ni.Cd d'alta temperatura. Segons REBT i DB-SI.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er electricista	16,367	0,600	9,82
u	Blq. Aut. Emerg. 400 lm	112,703	1,000	112,70
u	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>123,40</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Circuit de potència per a una intensitat màxima de 10 A o una potència de 5kW. Constituit per cinc conductors (tres fases, neutre i terra) de coure de 1,5 mm <sup>2</sup> de secció i aïllament tipus W 750 V. Muntat sota tub de PVC de 13 mm incloent angles i accessoris de muntatge. Segons REBT.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er electricista	16,367	0,150	2,46
<b>h</b>	Oficial 2on electricista	15,955	10,150	161,94
<b>m</b>	Tub PVC p.estruc D=13 mm	0,124	1,000	0,12
<b>m</b>	Cond. Rig 750 V 1,5 mm <sup>2</sup> Cu	0,165	2,000	0,33
<b>u</b>	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>165,72</b>
Circuit realitzat amb tub PVC corrugat de D = 16 /GP5, conductors de coure rígids de 2,5 mm <sup>2</sup> , aïllament VV 750 V, en sistema monofàsic (fase i neutre), inclòs p.p de caixes de registre i regletes de connexió. Segons REBT				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er electricista	16,367	0,150	2,46
<b>h</b>	Oficial 2on electricista	15,955	0,150	2,39
<b>m</b>	Tub PVC p.estruc D=16 mm	0,165	1,000	0,16
<b>m</b>	Cond. Rig 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	0,247	3,000	0,74
<b>u</b>	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>6,63</b>
Circuit de potència per a una intensitat màxima de 15 A o una potència de 8 kW. Constituit per cinc conductors (tres fases, neutre i terra) de coure de 2,5 mm <sup>2</sup> de secció i aïllament tipus W 750 V. Muntat sota tub de PVC de 16 mm incloent angles i accessoris de muntatge. Segons REBT.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er electricista	16,367	0,200	3,27
<b>h</b>	Oficial 2on electricista	15,862	0,200	3,17
<b>m</b>	Tub PVC p.estruc D=16 mm	0,165	1,000	0,16
<b>m</b>	Cond. Rig 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	0,247	5,000	1,24
<b>u</b>	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>8,72</b>

**Taula 14.4. Preus descompostos (continuació)**

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Circuit de potència per a una intensitat màxima de 20 A o una potència de 10 kW. Constituit per cinc conductors (tres fases, neutre i terra) de coure de 4 mm <sup>2</sup> de secció i aïllament tipus W 750 V. Muntat sota tub de PVC de 21 mm incloent angles i accessoris de muntatge. Segons REBT.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er electricista	16,367	0,200	3,27
<b>h</b>	Oficial 2on electricista	15,955	0,200	3,19
<b>m</b>	Tub PVC p.estruc D=16 mm	0,165	1,000	0,16
<b>m</b>	Cond. Rig 750 V 4 mm <sup>2</sup> Cu	0,433	3,000	1,30
<b>u</b>	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>8,80</b>
Circuit realitzat amb tub PVC corrugat de D = 29 /GP5, conductors de coure rígids de 10 mm <sup>2</sup> , aïllament VV 750 V, en sistema monofàsic (fase i neutre), inclòs p.p de caixes de registre i regletes de connexió. Segons REBT				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1er electricista	16,367	0,275	4,50
<b>h</b>	Oficial 2on electricista	15,955	0,275	4,39
<b>m</b>	Cond. Rig 750 V 10 mm <sup>2</sup> Cu	1,164	3,000	3,49
<b>m</b>	Tub PVC p.estruc D=29 mm	0,381	1,000	0,38
<b>u</b>	Petit material	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>13,64</b>
Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (2P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
<b>h</b>	Oficial 1a electricista	16,367	0,275	4,50
<b>h</b>	Ajudant electricista	15,955	0,275	4,39
<b>u</b>	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (2P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	36,689	1,000	36,69
<b>u</b>	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	11,309	1,000	11,31
<b>%</b>	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,876	1,000	0,88
<b>TOTAL</b>				<b>57,76</b>



**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Presa a terra independent amb placa d'acer galvanitzat de 500 x 500 x 3 mm, cable de coure de 35 mm <sup>2</sup> (5 m). Unions mitjançant soldadura aluminotèrmica, incloent registre de comprovació i pont de prova. Segons REBT.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1er electricista	16,367	0,275	4,50
h	Ajudant - Electricista	15,955	0,275	4,39
u	Placa de terra 500 x 500 x3 Ac.	261,507	1,000	261,51
u	Conduc. Coure 35 mm <sup>2</sup>	24,267	1,000	24,27
u	Sold. Alumini t, cable/placa	10,764	1,000	10,76
u	Registre de comprovació + tapa	2,225	1,000	2,22
u	Pont de prova	0,371	1,000	0,37
u	Petit material	1,009	1,000	1,01
<b>TOTAL</b>				<b>309,03</b>
Bloc diferencial de la classe AC, gamma industrial, de fins a 25 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,03 A de desconexió fix instantani, temps de retard de 0 ms, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61009-1, d'1,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1a electricista	16,367	0,275	4,50
h	Ajudant electricista	15,955	0,275	4,39
u	Bloc diferencial de la classe AC, gamma industrial, de fins a 25 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconexió fix instantani, temps de retard de 0 ms, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma, UNE-EN 61009-1, d'1,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	172,360	1,000	172,36
u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	13,514	1,000	13,51
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,350	1,000	0,35
<b>TOTAL</b>				<b>195,11</b>

**Taula 14.4.** Preus descompostos (continuació)

3. PREUS DESCOMPOSTOS DE LES UNITATS D'OBRA				
Bloc diferencial de la classe AC, gamma industrial, de fins a 63 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), de sensibilitat 0,3 A de desconexió fix instantani, temps de retard de 0 ms, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61009-1, de 4,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Oficial 1a electricista	16,367	0,275	4,50
h	Ajudant electricista	15,955	0,275	4,39
u	Bloc diferencial de la classe AC, gamma industrial, de fins a 63 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), de 0,3 A de sensibilitat, de desconexió fix instantani, temps de retard de 0 ms, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma, UNE-EN 61009-1, de 4,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	203,260	1,000	203,26
u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	19,694	1,000	19,69
%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,350	1,000	0,35
<b>TOTAL</b>				<b>232,19</b>
Carro extintor de neu carbònica CO <sub>2</sub> , d'eficàcia 89B, amb 10 kg d'agent extintor, model NC-10 amb rodes i mànega amb difusor. Mesura la unitat instal·lada. Segons Norma UNE d'aplicació, i certificat AENOR.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Peó especialitzat	13,297	0,100	1,33
u	Extintor CO <sub>2</sub> 10 kg carro	290,058	1,000	290,06
<b>TOTAL</b>				<b>291,39</b>
Senyalització en poliestirè indicador vertical de situació extintor, de dimensions 297 x 420 mm. Mesura la unitat instal·lada.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Peó especialitzat	13,297	0,100	1,33
u	Senyal poliestirè extintor.	21,867	1,000	21,87
<b>TOTAL</b>				<b>23,20</b>
Senyalització de mitjans d'evacuació, senyals de risc divers, advertència de perill, prohibició, ús obligatori, evacuació i salvament, en poliestirè 1 mm. De dimensions 210 x 297 mm.				
U.A.	Definició	Preu	Quantitat	€
h	Peó especialitzat	13,297	0,100	1,33
u	Senyal poliestir. 1 mm de 210/297	52,767	1,000	52,77
<b>TOTAL</b>				<b>54,10</b>

## **ANNEX XV. ESTUDI ECONÒMIC DE LA** **INVERSIÓ**

15.	ANNEX XV. ESTUDI ECONÒMIC DE LA INVERSIÓ .....	222
15.1.	INTRODUCCIÓ .....	222
15.2.	FINANÇAMENT DE LA INVERSIÓ.....	222
15.3.	AVALUACIÓ ECONÒMICA.....	222
15.3.1.	Costos fixos .....	222
15.3.2.	Costos variables .....	226
15.3.3.	Ingressos .....	227
15.3.4.	Benefici.....	227
15.4.	ANÀLISI DE LA INVERSIÓ.....	228
15.4.1.	Inversió .....	229
15.4.2.	Cobraments ordinaris.....	229
15.4.3.	Cobraments extraordinaris.....	229
15.4.4.	Pagaments ordinaris.....	229
15.4.5.	Pagaments extraordinaris.....	229
15.4.6.	Inversió actualitzada (K).....	231
15.4.7.	Valor actual (VA) .....	231
15.4.8.	Valor actual net (VAN).....	232
15.4.9.	Relació benefici/inversió (VAN/K).....	232
15.4.10.	Pay – Back.....	232
15.4.11.	Taxa interna de retorn (TIR) .....	233
15.4.12.	Rendibilitat.....	233
15.5.	CONCLUSIÓ DE L'ESTUDI D'INVERSIÓ.....	233

## **15. ANNEX XV. ESTUDI ECONÒMIC DE LA INVERSIÓ**

### **15.1. INTRODUCCIÓ**

En aquest annex es pretén fer un estudi de la rendibilitat de la inversió que l'execució i posada en marxa del present projecte suposa.

Es calcularà el següent:

- Anualitats del préstec que es demanarà per finançar la inversió
- Costos fixos
- Costos variables
- Ingressos fixos
- Ingressos variables
- Beneficis obtinguts
- Indicadors de la rendibilitat de la inversió

### **15.2. FINANÇAMENT DE LA INVERSIÓ**

Per tal de dur a terme el present projecte, es demana un préstec bancari per el valor de 930.000 € ja que el valor de la inversió per poder-lo dur a terme ascendeix a **927.264,16€**.

El préstec bancari s'obté amb un 5% d'interès.

El període de retorn del préstec serà de 15 anys amb anualitats constants.

### **15.3. AVALUACIÓ ECONÒMICA**

Per tal de poder determinar els beneficis que s'obtindran, en primer lloc s'han definit els costos i els ingressos.

#### **15.3.1. Costos fixos**

Els costos fixos són aquells que són independents del volum de producció. Es divideixen en costos provinents del capital fix, els provinents del capital circulant i els provinents del préstec bancari.

### 15.3.1.1. Costos fixos provinents del capital fix

Els costos fixos provinents del capital fix, són aquells costos fixos invertits en l'immobilitzat.

S'ha calculat l'amortització i el cost d'oportunitat mitjançant les fórmules següents:

$$Amortització = \frac{V_0 - V_n}{vida\ útil}$$

$$Cost\ d'oportunitat = \frac{V_0 + V_n}{2} \cdot taxa\ d'interès$$

on:

$V_0$  = valor d'adquisició de l'immobilitzat (€)

$V_n$  = valor residual de l'immobilitzat (€)

A la Taula 15.1 es mostra un resum dels costos fixos provinents del capital fix.

**Taula 15.1.** Costos fixos provinents del capital fix

Immobilitzat	$V_0$ (€)	Vida útil (anys)	$V_n$ (%)	$V_n$ (€)	Taxa d'interès (%)	Amortitzacions (€)	Cost oportunitat (€)
<b>Edificacions</b>	473.353,98	20	25	118.338,50	5	17.750,77	14.792,31
<b>Instal·lacions</b>	26.444,90	15	25	6.611,23	5	1.322,25	826,40
<b>Maquinària</b>	169.039,96	15	15	25.355,99	5	9.578,93	4.859,90

La vida útil del projecte serà de 20 anys, ja que és la vida útil que correspon al valor més alt de l'immobilitzat.

### 15.3.1.2. Costos fixos provinents del capital circulant

Els costos fixos provinents del capital circulant són els diners invertits en factors de producció que s'utilitzen en un termini de temps inferior a un cicle.

En el present projecte, aquest cost correspon a la mà d'obra anual que es pot veure desglossada a la Taula 15.2.

**Taula 15.2.** Cost de la mà d'obra desglossada

Personal	Cost mensual (€/mes)	Pagues extres(*)	Mesos treballats	Cost total per treballador (€)	Quantitat	COST TOTAL (€)
<b>Operaris / Triadors</b>	1.400	1	4	7.000	4	28.000
<b>Gerent</b>	2.200	2	12	30.800	1	30.800
<b>Responsable de Laboratori</b>	1.700	1	4	8.500	1	8.500
<b>COST MÀ D'OBRA TOTAL</b>						<b>67.300</b>
(*) = Correspon una paga extra per cada mig any treballat, i és del mateix import que el salari mensual						

El cost d'oportunitat de la mà d'obra, es calcula tenint en compte 7 dies d'immobilització, ja que és el temps mitjà que passa des que es dedica una unitat monetària fins que es torna a disposar d'aquesta unitat monetària a través d'un cobrament.

Es calcula a partir de la fórmula següent:

$$\text{Cost d'oportunitat} = V_0 \cdot \text{taxa d'interès} \cdot t$$

on:

$V_0$  = valor del cost de mà d'obra (€)

$t$  = període mitjà d'immobilització (es consideren 7 dies = 0,23 mesos)

$$\text{Cost d'oportunitat} = 67.300 \cdot 0,05 \cdot \left( \frac{0,23 \text{ mesos}}{12 \text{ mesos}} \right) = 64,50 \text{ €}$$

### 15.3.1.3. Costos fixos provinents del préstec bancari

Per tal de determinar els costos fixos provinents del préstec bancari, en primer lloc cal saber el valor de l'anualitat. Per a la devolució del préstec s'aplicarà un sistema de devolució d'anualitats constants:

Anualitat:

L'import de l'anualitat es calcula com:

$$A = \frac{C \cdot ((1 + i)^n \cdot i)}{((1 + i)^n - 1)}$$

on:

**A** = anualitat (€)

**C** = valor préstec (€)

**i** = interès préstec (5%)

**n** = nombre d'anys de préstec (15)

$$A = \frac{C \cdot ((1 + i)^n \cdot i)}{((1 + i)^n - 1)} = \frac{930000 \cdot ((1 + 0,05)^{15} \cdot 0,05)}{(1 + 0,05)^{15} - 1} = \mathbf{89.598,33€}$$

Les anualitats que s'hauran d'anar pagant de manera fixa cada any fins a la devolució completa del préstec (15 anys), són de **89.598,33 €**.

A la Taula 15.3 apareixen els costos fixos provinents del préstec bancari i que corresponen als interessos que s'han de pagar anualment durant els 15 anys.



**Taula 15.3.** Amortització del préstec bancari durant 15 anys

Any	Import pendent (€)	Anualitat (€)	Interessos (€)	Capital amortitzat (€)
1	930.000,00	89.598,33	46.500,00	43.098,33
2	886.901,67	89.598,33	44.345,08	45.253,24
3	841.648,43	89.598,33	42.082,42	47.515,91
4	794.132,52	89.598,33	39.706,63	49.891,70
5	744.240,82	89.598,33	37.212,04	52.386,29
6	691.854,53	89.598,33	34.592,73	55.005,60
7	636.848,93	89.598,33	31.842,45	57.755,88
8	579.093,05	89.598,33	28.954,65	60.643,67
9	518.449,38	89.598,33	25.922,47	63.675,86
10	454.773,52	89.598,33	22.738,68	66.859,65
11	387.913,87	89.598,33	19.395,69	70.202,63
12	317.711,23	89.598,33	15.885,56	73.712,77
13	243.998,47	89.598,33	12.199,92	77.398,40
14	166.600,06	89.598,33	8.330,00	81.268,32
15	85.331,74	89.598,33	4.266,59	85.331,74

A partir dels resultats de la Taula 15.3 es calcula la mitjana anual dels costos fixos provinents del préstec bancari durant els 15 anys, que ascendeixen a **27.598,33 €**.

### 15.3.2. Costos variables

Els costos variables són aquells que depenen del volum de producció. El cost d'oportunitat dels costos variables es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Cost oportunitat} = V_0 \cdot \text{taxa d'interés} \cdot t$$

on:

$V_0$  = valor del cost (€)

$t$  = cicle productiu (7 dies = 0,23 mesos = 0,019 anys)

A la Taula 15.4 es mostren els costos variables de la indústria.

**Taula 15.4.** Costos variables de la indústria

Concepte	t (anys)	Taxa d'interès (%)	V <sub>0</sub> (€)	Cost oportunitat (€)
Avellanes amb closca	0,019	5	2.760.000 (*)	2.622,00
Aigua	0,019	5	15.276,15	14,51
Llum	0,019	5	7.537,48	7,16
<b>TOTAL</b>			<b>2.782.813,63</b>	<b>2.643,67</b>
(*) = valor obtingut de la multiplicació del preu de l'avellana a la llotja de reus el Juny del 2016 per els kg d'avellanes comprats durant tota la campanya				

**15.3.3. Ingressos**

Del procés de producció s'obtindran les avellanes sense closca i les closques restants. Els dos productes es vendran, i és d'aquí on s'obtindran els ingressos.

A la Taula 15.5 es mostren els ingressos previstos a la indústria.

**Taula 15.5.** Ingressos previstos

Concepte	Quantitat (kg)	Preu (€/kg)	Ingressos (€/any)
Gra d'avellana	225.600,00	7,24	1.633.344,00
Closca d'avellana	254.400,00	0,41	104.304,00
<b>Total</b>			<b>1.737.648,00</b>

**15.3.4. Benefici**

A nivell general, el benefici és la diferència entre els ingressos obtinguts i els costos necessaris per a obtenir aquests ingressos.

A la Taula 15.6 apareix el balanç econòmic i el benefici previst que s'obtindrà.

**Taula 15.6.** Balanç econòmic previst a la indústria

<b>COSTOS ANUALS (€)</b>			
Costos fixos provinient del capital fix (€)			
Immobilitzat	Cost d'amortització (€)	Cost d'oportunitat (€)	Cost total (€)
Edificacions	17.750,77	14.792,31	32.543,09
Instal·lacions	793,35	826,40	1.619,75
Maquinària	9.578,93	4.859,90	14.438,83
<b>Cost total capital fix (€)</b>			<b>48601,67</b>
Costos fixos provinents del capital circulant (€)			
	Cost (€)	Cost d'oportunitat (€)	Cost total (€)
Ma d'obra	67300	64,5	67364,5
<b>Costos total capital circulant (€)</b>			<b>67364,5</b>
Costos fixos derivats del préstec bancari (€)			
	Anualitat (€)	Despeses (€)	Cost total (€)
Préstec bancari	89598,33	27598,33	117196,66
<b>Costos fixos del préstec bancari (€)</b>			<b>117196,66</b>
Costos variables (€)			
	Cost (€)	Cost d'oportunitat (€)	Cost total (€)
Avellanes amb closca	1.297.200,00	2.622,00	1.299.822,00
Aigua	15.276,15	14,51	15.290,66
Llum	7.537,48	7,16	7.544,64
<b>Costos variables (€)</b>			<b>1322657,30</b>
<b>COSTOS TOTALS ANUALS (€)</b>			<b>1555820,13</b>
Ingressos anuals (€)			
<b>Venda gra d'avellana (€)</b>			1.633.344,00
<b>Venda closca avellana (€)</b>			104.304,00
<b>INGRESSOS TOTALS (€)</b>			1.737.648,00
<b>BENEFICI (€) = INGRESSOS - COSTOS</b>			<b>181.827,87</b>

#### 15.4. ANÀLISI DE LA INVERSIÓ

A partir de les dades obtingudes en el punt anterior, es determinen els fluxos de caixa i un cop obtinguts aquests, s'analitza la rendibilitat de la inversió prevista.

#### 15.4.1. Inversió

La inversió correspon al pressupost adjunt al projecte, i és de **927.264,16 €** l'any 0.

#### 15.4.2. Cobraments ordinaris

Els cobraments ordinaris corresponen al valor de la venda del gra d'avellana i la closca d'avellana. El valor és de **1.737.648,00 €**.

#### 15.4.3. Cobraments extraordinaris

Tal i com hem vist a la Taula 15.1, el projecte té una vida útil de 20 anys i no hi ha immobilitzats que tinguin una vida més llarga i per tant no hi haurà cobraments extraordinaris.

#### 15.4.4. Pagaments ordinaris

Els pagaments ordinaris són els que corresponen a les despeses de les avellanes amb closca, llum, aigua i mà d'obra. El valor ascendeix a **1.387.313,63 €** cada any (veure Taula 15.7).

**Taula 15.7.** Pagaments ordinaris

Concepte	Cost (€)
Avellanes amb closca	1.297.200,00
Aigua	15.276,15
Llum	7.537,48
Mà d'obra	67.300
<b>Total</b>	<b>1.387.313,63</b>

#### 15.4.5. Pagaments extraordinaris

Els pagaments extraordinaris són aquells que provenen de la renovació dels béns de la indústria (edificacions, instal·lacions, maquinària i altres) a més de l'anualitat del préstec bancari els 15 primers anys.

A la taula 15.8 es mostren els pagaments extraordinaris.

**Taula 15.8.** Pagaments extraordinaris

Concepte	Vo (€)	Vida útil (anys)
<b>Edificacions</b>	118.338,50	20
<b>Instal·lacions</b>	6.611,23	15
<b>Maquinària</b>	25.355,99	15
<b>Anualitat préstec bancari</b>	89.598,33	Els 15 primers anys

Com que el projecte té una vida útil de 15 anys, els pagaments extraordinaris que s'efectuaran són les anualitats del préstec bancari.

A la taula 15.9 es mostren els fluxos de caixa calculats.

**Taula 15.9** Fluxos de caixa

Any	Inversió (€)	Cobraments ordinaris (€)	Cobraments extraordinaris (€)	Pagaments ordinaris (€)	Pagaments extraordinaris (€)	Flux de caixa (€)
<b>0</b>	927.264,16		930.000,00			930.000,00
<b>1</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>2</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>3</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>4</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>5</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>6</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>7</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>8</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>9</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>10</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>11</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>12</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>13</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>14</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04
<b>15</b>		1.737.648,00		1.387.313,63	89.598,33	260.736,04

A la taula 15.10 es mostren els fluxos de caixa actualitzats amb una taxa d'actualització del 5% i els fluxos de caixa actualitzats acumulats. A partir d'aquesta taula s'obtenen alguns indicadors d'inversió.

**Taula 15.10.** Fluxos de caixa actualitzats i acumulats

Any	Flux de caixa (€)	Flux actualitzat (€)	Flux acumulat (€)
0	930.000,00	930.000,00	930.000,00
1	260.736,04	248320,0381	1.178.320,04
2	260.736,04	236495,2744	1.414.815,31
3	260.736,04	225233,5946	1.640.048,91
4	260.736,04	214508,1854	1.854.557,09
5	260.736,04	204293,5099	2.058.850,60
6	260.736,04	194565,2475	2.253.415,85
7	260.736,04	185300,2357	2.438.716,09
8	260.736,04	176476,415	2.615.192,50
9	260.736,04	168072,7762	2.783.265,28
10	260.736,04	160069,3106	2.943.334,59
11	260.736,04	152446,9625	3.095.781,55
12	260.736,04	145187,5833	3.240.969,13
13	260.736,04	138273,8889	3.379.243,02
14	260.736,04	131689,418	3.510.932,44
15	260.736,04	125418,4933	<b>3.636.350,93</b>

#### 15.4.6. Inversió actualitzada (K)

La inversió actualitzada és calcula mitjançant la següent fórmula:

$$K = \frac{K_0}{(1+i)^0} + \frac{K_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{K_n}{(1+i)^n}$$

Al aplicar una taxa d'actualització del 5% i al fer una única inversió, s'obté el valor de **K = 927.264,16 €**.

#### 15.4.7. Valor actual (VA)

El valor actual d'una inversió és la suma de cada un dels fluxos actualitzats (senyalitzat en vermell a la Taula 15.10).

$$\text{VA} = 3.636.350,93 \text{ €}$$

#### 15.4.8. Valor actual net (VAN)

El valor actual net d'una inversió és una mesura del guany o de la rendibilitat absoluta neta que proporciona el projecte. Quan un projecte té un VAN superior a zero, es pot dir que a partir de l'interès escollit (5%) es considera que el projecte és viable des del punt de vista financer.

Es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$VAN = VA - K$$

$$VAN = 3.636.350,93 - 927.264,16 = \mathbf{2.709.086,77 \text{ €}}$$

#### 15.4.9. Relació benefici/inversió (VAN/K)

La relació benefici/inversió indica el guany net generat pel projecte per cada unitat monetària invertida.

La taxa d'actualització aplicada és d'un 5%.

$$\frac{VAN}{K} = \mathbf{2,9216 \text{ (292,16 \%)}}$$

Segons el valor de VAN/K obtingut, el guany de la indústria suposa 2,92 € per cada euro invertit.

#### 15.4.10. Pay – Back

El Pay – Back és el nombre d'anys que transcorren entre l'any d'inversió fins que la suma dels fluxos actualitzats acumulats és igual o superior a la inversió actualitzada.

Com més petit sigui el Pay-Back més interessant és la inversió.

El Pay-Back de la inversió del present projecte és de **tres anys i 7 mesos** amb una taxa d'actualització del 5%.

El *Pay-Back* s'ha calculat sumant els fluxos de caixa de tres anys (782.208,12 €) i part del flux de caixa del següent any (147.791,88 €) que correspon als mesos que falten fins arribar als 930.000 € justos.

#### 15.4.11. Taxa interna de retorn (TIR)

El TIR correspon al valor del tipus d'interès que fa que el VAN = 0.

$$\text{TIR} = 27 \%$$

#### 15.4.12. Rendibilitat

La rendibilitat de la inversió es troba a partir de la fórmula següent:

$$\frac{VAN/K}{n}$$

on:

**VAN/K** = relació benefici/inversió

**n** = vida útil del projecte

$$\frac{2,9216}{15} = 19,47 \%$$

### 15.5. CONCLUSIÓ DE L'ESTUDI D'INVERSIÓ

Segons l'estudi realitzat, el projecte seria viable ja que s'ha obtingut un VAN superior a 0. A més a més, s'ha obtingut una rendibilitat del projecte del 19,47%.



## **ANNEX XVI. FONTS CONSULTADES**

16.	ANNEX XVI. FONTS CONSULTADES .....	236
-----	------------------------------------	-----

## 16. ANNEX XVI. FONTS CONSULTADES

- Agència Catalana de l'Aigua (2015). *Preu de l'aigua a Catalunya 2015*. Recuperat de: [http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/DocuWeb/estudis/observatori\\_preus\\_2015\\_ca.pdf](http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/DocuWeb/estudis/observatori_preus_2015_ca.pdf) (Data de consulta: 31/05/2016)
- Ajuntament de Maçanet de la Selva (2012). *Geografia*. Recuperat de: <http://www.massanetdelaselva.org/index.php/la-vila/geografia> (Data de consulta: 27/04/2016)
- Aprimatic. (2012) *Automatismos*. Recuperat de: <http://aprimatic.es/productos-categorias/automatismos/> (Data de consulta: 06/04/2016)
- Aridos y Prefabricados Antolín (2014). *Bloques y ladrillos de hormigón*. Recuperat de: <http://www.aridosantolin.es/prefabricados/productos/bloques.htm> (Data de consulta: 07/04/2016)
- Buffers USA Inc (2013). *Bolsas grandes (big bags) de polipropileno. Súper sacos. Contenedores flexibles intermedios para granel (fibc). Soluciones para el manejo y protección de la carga*. Recuperat a: [http://www.desiccant-solutions.com/SPANISH/pdf/761872\\_buffers\\_P5.pdf](http://www.desiccant-solutions.com/SPANISH/pdf/761872_buffers_P5.pdf) (Data de consulta: 07/04/2016)
- Boudet aspiración industrial (2015). *Ciclones*. Recuperat de: <http://www.boudet.com.ar/?c=ciclones> (Data de consulta: 19/02/2016)
- Cepyme Aragón (2015). *Guía Técnica para la Implantación de Medidas de Protección Colectivas, Individuales y Sistemas de Seguridad en la Adecuación de Equipos de Trabajo en el Sector de Construcción*. Recuperat de: <http://www.conectapyme.com/documentacion/2006construccion.pdf> (Data de consulta: 02/06/2016)

- Código técnico. Documento básico de seguridad estructural. Recuperat de: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf> (2009) (Data de consulta: 09/04/2016)
- Cuatelart, S.L. (2014). *Chapa Simple Metálica*. Recuperat de: <http://www.panelsandwich.org/chapa-simple/chapa-simple-cubierta.html> (2014) (Data de consulta: 11/04/2016)
- Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (2012). *Situació del sector de l'avellana a Catalunya*. Recuperat de: [http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c2b4f274-02a4-4b1b-9aef-0226d41e7199&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c2b4f274-02a4-4b1b-9aef-0226d41e7199&groupId=10136) (Data de consulta: 15/02/2016)
- Dirección Nacional de Alimentación de Argentina (2015). *Manejo integrado de plagas en el sector agroalimentario*. Recuperat de: <http://es.slideshare.net/anyid2/control-de-plagas-industria-alimentaria> (Data de consulta: 11/04/2016)
- El huerto urbano (2016). *Variedades de avellana*. Recuperat de: <http://www.elhuertourbano.net/frutales/variedades-de-avellana/> (Data de consulta: 15/02/2016)
- Empresas construcción (2013). *Cimentaciones: zapatas, losas. Diferencias básicas*. Recuperat de: <http://www.empresasconstruccion.es/cimentaciones-zapatas-losas-diferencias/> (Data de consulta: 07/04/2016)
- Hellopro (2016). *Tolva de recepcion en seco mod. trs 2 x 2*. Recuperat de: [http://www.hellopro.es/MARTIN\\_MAQ\\_C\\_B\\_-7760-noprofil-2000157-16386-0-1-1-fr-societe.html](http://www.hellopro.es/MARTIN_MAQ_C_B_-7760-noprofil-2000157-16386-0-1-1-fr-societe.html) (Data de consulta: 18/03/2016)

- Indoorframe (2016). *Crawl Space Door With Fenced Door Cover Model And Using Chromed Door Lock For The Final Touch*. Recuperat de: <http://www.idoorframe.com/a-charming-design-and-bright-ideas-for-designing-your-steel-doors/crawl-space-door-with-fenced-door-cover-model-and-using-chromed-door-lock-for-the-final-touch/> (Data de consulta: 07/04/2016)
- Infoagro (2015). *El cultivo de la avellana (1a parte)*. Recuperat de: [http://www.infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/avellana.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/avellana.htm) (Data de consulta: 11/02/2016)
- Interempresas Media, S.L. (2016). *Avellana, corylus avellana / corylacea (betulaceae)*. Recuperat de: <http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Avellana.html> (Data de consulta: 10/02/106)
- Irre.Abruzzo (2015). *Tipos de big bags y sus diferentes usos*. Recuperat de: <http://www.irre.abruzzo.it/tipos-de-big-bags-y-sus-diferentes-usos/> (Data de consulta: 8/03/2016)
- Mecalux logismarket (2016a). *Tolva de llenado para big-bags (TB)*. Recuperat a: <https://www.logismarket.es/biometsa/tolva-de-llenado-para-big-bags/888037121-888001785-p.html> (Data de consulta: 17/03/2016)
- Mercalux logismarket (2016). *Puerta rápida enrollable (Alfa Torres CRE)*. Recuperat de: <https://www.logismarket.es/puertas-alfa-torres/puerta-rapida-enrollable/3071076663-10154521-p.html> (Data de consulta: 06/04/2016)
- Mia Food Tech (2013). *Descascarilladora de avellanas*. Recuperat de: <http://miaft.com/portfolio/descascarilladora-de-avellanas?!lang=es> (29/03/2016)

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2016). *Análisis de las plantaciones de fruto seco*. Recuperado de: [http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/EstudioFrutosSecos2005\\_tcm7-14345.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/EstudioFrutosSecos2005_tcm7-14345.pdf) (Data de consulta: 25/02/2016)
- Ore Beneficiation (2014). *Criba rotativa Trommel*. Recuperat de: <http://ore-beneficiation.es/2-16-trommel-screen.html> (Data de consulta: 18/03/2016)
- Panel Sandwich Group (2016). *Panel cubierta tapajuntas*. Recuperat de: <http://www.panelsandwich.com/panel%20sandwich%20tapajuntas.html> (Data de consulta: 12/04/2016)
- Sacos Hidalgo, S.L. (2015). *Big bag polietileno*. Recuperat de: <http://www.sacoshidalgo.com/es/big-bag-polietileno.aspx> (Data de consulta: 07/04/2016)
- Sactucesa (2015). *Tipos de tejido del FIBC*. Recuperat de: <http://www.sacosbigbag.es/tipos-tejido-fibc/> (Data de consulta: 09/03/2016)
- Sactucesa (2016). *5 ventajas del uso del Big Bag*. Recuperat de: <http://www.sacosbigbag.es/big-bag-5-ventajas-uso-fibc/> (2016) (Data de consulta: 08/03/2016)
- Tané hermetic (2015). *Puerta enrasada de vidrio para sales blancas y Laboratorios*. Recuperat de: <http://www.tanehermetic.com/es/laboratorios-salas-blancas/pivotantes-hermeticas/puerta-enrasada-de-vidrio-para-salas-blancas-y-laboratorios.aspx> (Data de consulta: 06/04/2016)
- Trainomaq, S.L. (2016). *Cinta alimentación*. Recuperat de: <http://maquinaria-alimentacion.es/producto/cinta-alimentacion/> (Data de consulta: 30/03/2016)

- Tuberías y Prefabricados Palau, S.A. (2015). *Bloques, bovedillas y casetones*. Recuperat de: <http://www.tppalau.com/productos/cat/5/bloques-bovedillas-y-casetones> (Data de consulta: 04/04/2016)
- Vibromaq, S.L. (2015). *Alimentadores Vibratorios Pesados*. Recuperat de: <http://www.vibromaq.com.ar/pesados.html> (Data de consulta: 30/03/2016)
- Wikipedia (2016). *Avellaner*. Recuperat de: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Avellaner> (2016) (Data de consulta: 10/02/2016)
- Virtual expo Group (2016). *Cubierta de placa de PVA / fibrocemento / ondulada. SETTEONDE*. Recuperat de: <http://www.archiexpo.es/prod/edilfibro/product-2334-877504.html> (Data de consulta: 08/04/2016)
- Viveros Nefuen (2013). *El avellano europeo en el mundo*. Recuperat de: [http://www.nefuen.com/?page\\_id=350](http://www.nefuen.com/?page_id=350) (Data de consulta: 15/02/2016)