

Universitat de Girona  
Escola Politècnica Superior

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Agroalimentària

**Títol:** PROJECTE D'UNA PLANTA DE PROCESSAMENT DE CARN ECOLÒGICA UBICADA A VILA-SACRA (ALT-EMPORDÀ)

**Document:**

Memòria

**Alumne:**

Llorenç Roldan Audinis

**Tutor:** Jaume Puig i Bargués

**Departament:** Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària

**Àrea:** Enginyeria Agroforestal

**Convocatòria (mes/any)**

Juny/2016

## ÍNDEX

<b>1. Objecte del projecte .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Condicionants del projecte .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Situació, descripció de l'activitat, mitjans disponibles i resultats econòmics .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Elecció d'alternatives .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Enginyeria del procés.....</b>	<b>9</b>
5.1.2. <i>Additiu</i> .....	9
5.3.2. <i>Refrigeració de la carn</i> .....	12
5.3.3. <i>Preparació de la carn</i> .....	12
5.3.4. <i>Preparació de la salmorra</i> .....	12
5.3.5. <i>Injecció</i> .....	12
5.3.6. <i>Tenderització</i> .....	12
5.3.7. <i>Massatge</i> .....	13
5.3.8. <i>Embotició</i> .....	13
5.3.9. <i>Cocció</i> .....	14
5.3.10. <i>Refredament</i> .....	14
5.3.11. <i>Reenvasament</i> .....	14
5.5.1. <i>Requeriments de matèria primera</i> .....	17
5.5.2. <i>Requeriments de maquinària</i> .....	17
5.5.3. <i>Requeriments de material d'envasament i embalatge</i> .....	18
<b>6. Enginyeria de les obres .....</b>	<b>18</b>
6.2.1. <i>Fonamentació</i> .....	19
6.2.3. <i>Coberta</i> .....	19
6.2.4. <i>Solera i paviment</i> .....	19
6.2.5. <i>Tancaments exteriors i interiors</i> .....	20
6.3.1. <i>Instal·lació elèctrica</i> .....	20
6.3.2. <i>Instal·lació hidràulica</i> .....	23
6.3.3. <i>Instal·lació de sanejament</i> .....	23
6.3.4. <i>Instal·lació frigorífica</i> .....	23
<b>7. Estudi de seguretat i salut.....</b>	<b>27</b>
<b>8. Repercussions ambientals de la indústria .....</b>	<b>27</b>
<b>9. Programació de l'execució de projecte .....</b>	<b>28</b>
<b>10. Resum del pressupost.....</b>	<b>29</b>
<b>11. Estudi econòmic.....</b>	<b>30</b>

## Agraïments

*Voldria agrair en primer lloc, al meu tutor i professor Jaume Puig i Bargués, per la seva dedicació, professionalitat, rigor i qualitat docent en aquest projecte i en totes les assignatures que m'ha impartit. També vull agrair el meu aprenentatge a tots els altres professors que he tingut al llarg d'aquests quatre cursos.*

*Vull agrair al meu pare, la meva mare, i la meva germana que m'hagin permès obtenir aquest nivell d'estudis i que hagin confiat sempre en mi, fins i tot més que jo mateix. A la Mar, per estar sempre al meu costat en els bons i sobretot en els mals moments.*

*M'agradaria també, dedicar uns agraïments cap la meva àvia, que sempre em va motivar i va estar orgullosa de que estudiés i crec que ara ho estaria si estigués entre nosaltres.*

*Per últim vull agrair als meus companys Hamza, Roger, Narcís i Xevi per aquests quatre anys al seu costat, on ens hem ajudat mútuament, i hem passat moltes estones junts de les quals en guardo un bon record.*

## **1. Objecte del projecte**

L'objectiu del present projecte és el de dimensionar una indústria destinada al processament de carn de vedella ecològica. Aquesta vedella prové de l'explotació pròpia del promotor i d'altres explotacions properes i serà processada per a obtenir un producte cuit llescat amb la finalitat de comercialitzar-se a supermercats i botigues.

La indústria estarà ubicada a la parcel·la 3 del polígon 4 de les Closes Margalles al terme municipal de Vila-Sacra (Girona).

Aquesta activitat neix després d'observar com hi ha una tendència ascendent del mercat i de la població a adquirir productes de proximitat, d'elevada qualitat i amb conscienciació ambiental. S'han creat moltes indústries on el propi ramader és el productor i venedor, fent així el salt al sector secundari, sense intermediaris, donant un valor afegit a la seva matèria primera transformada i ajustant al màxim el preu i la qualitat. Malgrat això, el sector carni encara no ha aconseguit apropar-se i/o adaptar-se a aquesta tendència. Així doncs, des d'aquest projecte es dissenyarà una indústria orientada a ser l'ampliació d'una explotació agropecuària de producció de carn ecològica que permeti al ramader estendre el seu mercat cap al sector secundari .

## **2. Condicionants del projecte**

### **2.1. Condicionants naturals**

Un dels principals condicionants de la indústria és que es troba en una zona rural. Malgrat això aquest fet no afectarà al normal funcionament de la indústria, ja que disposarà de tots els recursos necessaris (aigua, electricitat, gas natural, telèfon i internet). Quant a les vies de comunicació, aquesta indústria es troba situada en una parcel·la que llinda directament amb la carretera GI-6212 i té l'autopista AP-7 a 6,2 km.

## 2.2. Condicionants legals

Aquesta indústria s'ha dissenyat seguint els condicionants legals que s'indiquen a continuació.

- Condicionants legals de la construcció

Llei 38/1999, del 5 de novembre, referent a l'Ordenació de l'edificació

Codi Tècnic de l'Edificació. Reial Decret 314/2006, de 17 de març. Modificat pel Reial Decret 1371/2007, de 19 d'octubre, Ordre VIV/984/2009, de 15 d'abril, Reial Decret 173/2010, de 19 de febrer, Reial Decret 410/2010, de 31 de març i Llei 8/2013, de 26 de juny.

Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció. Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre. Modificat pel Reial Decret 2177/2004, de 12 de novembre, Reial Decret 604/2006, de 19 de maig, Reial Decret 1109/2007, de 24 d'agost i Reial Decret 337/2010, de 19 de març.

- Condicionants legals de les instal·lacions

Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT) i instruccions tècniques complementaries (ITC). Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost. Modificat pel Reial Decret 560/2010, de 7 de maig i pel Reial Decret 1053/2014, de 12 de desembre (BOE núm. 316 de 31-12-2014).

Reglament de Seguretat contra incendis en els establiments industrials. Reial Decret 2267/2004, del 3 de desembre. Modificat pel Reial Decret 560/2010, de 7 de maig.

Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE). Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol. Modificat pel Reial Decret 1826/2009, de 27 de novembre, Reial Decret 249/2010, de 5 de març, Reial Decret 238/2013, de 5 d'abril i Reial Decret 50/2016, de 12 de febrer.

Reglament de seguretat per a instal·lacions frigorífiques i instruccions tècniques complementàries. Reial Decret 138/2011, de 4 de febrer

- Condicionants legals en el procés de producció

Llei de seguretat alimentària i nutrició. Llei 17/2011, de 5 de juliol Llei de qualitat agroalimentària. Llei 14/2003, de 13 de juny

Reglament (CE) núm 2073/2005 de la Comissió, del 15 de novembre del 2005, relatiu als criteris microbiològics aplicables als productes alimentaris.

Reglament (CE) núm. 852/2004 del Parlament Europeu i del Consell, de 29 d'abril de 2004, relatiu a la higiene dels productes alimentaris.

El Reglament (CE) 834/2007 del Consell de 28 de juny referent a l'etiquetatge de productes ecològics Reglament (CE) 889/2008 de la Comissió de 5 de setembre de 2008 que estableix les normes detallades de producció, elaboració i sistema de control dels aliments ecològics.

Reial Decret 815/2013, de 18 d'octubre pel qual s'aprova el Reglament d'emissions industrials i el desenvolupament de la Llei 16/2002, de l'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació.

### **2.3. Condicionants del mercat**

La carn de vedella cuita injectada es presenta com a un producte nou en el mercat espanyol. Aquest fet pot suposar un condicionant però a l'hora una avantatge.

Les condicions del mercat de la vedella ecològica a Catalunya es troben en tendència alcista. Des de 2003 les vendes de productes ecològics a Catalunya han augmentat considerablement així com també ho han fet les explotacions ramaderes ecològiques. La situació actual doncs, permet visualitzar que el mercat actual es troba en una bona situació i com que continua en ascens es pot preveure que les perspectives de cares al futur són bones.

Per a més informació, consultar l' Annex 1

### **2.4. Condicionants del promotor**

El promotor va establir una sèrie de condicions que definirien aquest projecte. Havia de tractar-se d'un projecte que pogués ser assumit per una família de ramaders o un conjunt d'aquestes. Per tant, tant les dimensions com la producció no podien ser excessivament elevades. També s'exigia que el producte produït fos ecològic i d'origen vaquí.

### **3. Situació, descripció de l'activitat, mitjans disponibles i resultats econòmics**

#### **3.1 Situació**

La indústria estarà ubicada a la parcel·la 3 del polígon 4 Closes Margalles, al municipi de Vila-Sacra (Alt Empordà), la qual disposa d'una superfície total de 15.719 m<sup>2</sup>.

La indústria del present projecte tindrà una superfície edificada total de 288 m<sup>2</sup>.

#### **3.2. Descripció de l'activitat**

Actualment la parcel·la esta destinada a l'activitat ramadera ecològica d'animal boví.

#### **3.3. Mitjans disponibles**

Els mitjans que s'utilitzen en l'explotació no són suficients per a realitzar la indústria. Per aquest motiu, està inclòs en el pressupost tot el material necessari per a aquesta indústria.

#### **3.4. Resultats econòmics**

Al tractar-se d'un projecte de nova construcció no es disposen de dades econòmiques.

### **4. Elecció d'alternatives**

S'ha realitzat un estudi d'alternatives per tal de decidir aspectes com el model econòmic, el model de comercialització del producte i la maquinària utilitzada. (Veure l'Annex 3 per a més informació).

En la Taula 1 es poden observar les diferents alternatives proposades i l'alternativa escollida (ombrejada en gris).

Taula 1. Alternatives proposades i alternativa escollida (ombrejada).

Concepte	Alternatives
Mida de la indústria	Gran
	Petita
Tipus de producció	Convencional industrial
	Convencional artesanal
	Ecològic artesanal
	Ecològic industrial
Producte a elaborar	Producte carni curat de porc
	Productes carnis cuits de porc
	Productes carnis curats de vedella
	Productes carnis cuits de vedella
<b>Maquinària</b>	
Injectora	A baixa pressió
	A alta pressió
	Injectora d'esprai
Tenderitzador	
	Tenderitzador de martells
	Tenderitzador de sables
Massatjadora	Martelleig
	Tumbling
	Fregament
Embotició	Motlles unitaris
	Multimotlles
	Tripes fibroses amb xarxes
Forn	Cocció en aigua
	Forn a vapor
Comercialització	Supermercats
	Carnisseries locals
	Botigues 'bio'
	Botiga pròpia
	Exportació



## 5. Enginyeria del procés

La informació completa d'aquest apartat es troba a l'Annex 2 referent a la descripció del procés.

### 5.1. Ingredients i additius

#### 5.1.1. Ingredients

Les matèries primeres caldran que provenguin d'agricultura i/o ramaderia ecològica. En el cas que això no sigui possible, caldrà que siguin acceptades com a productes que no han estat produïts ecològicament però que es poden fer servir en aliments ecològics, segons l'annex IX del Reglament (CE) 834/2007. En el cas dels additius que s'afegiran, hauran d'estar autoritzats per la legislació vigent.

- **Carn:** La carn utilitzada en la preparació de productes cuits de múscul sencer serà el maluc, que està localitzat en la cara superior externa de l'extremitat posterior de la vedella, amb neteja de greix, nervis i tendons. Es processarà una quantitat total de 120.000 kg/any.
- **Aigua:** Caldran un total de 24000 l/any per al procés productiu.

#### 5.1.2. Additius

En la Taula 2 es pot observar el conjunt d'additius que s'utilitzaran en aquesta indústria i que són autoritzats per la normativa ecològica.

Taula 2. Additius permesos i utilitzats.

Autorització	Codi	Denominació	Condicions específiques
A	E 250 o E 252	Nitrit de sodi o Nitrit de potassi	<p>-Només per a productes carnis.</p> <p>-E 250: Quantitat afegida indicativa expressada com <math>\text{NaNO}_2</math>: 80 mg/kg</p> <p>-E 252: Quantitat afegida indicativa expressada com <math>\text{NaNO}_3</math>: 80 mg/kg</p> <p>-E 250: Quantitat residual màxima expressada com a <math>\text{NaNO}_2</math>: 50 mg/kg</p> <p>-E 252: Quantitat residual màxima expressada com <math>\text{NaNO}_3</math>: 50mg/kg</p> <p>- Aquest additiu només es podrà utilitzar si es demostra, a satisfacció de l'autoritat competent, que no existeix cap alternativa tecnològica que ofereixi les mateixes garanties i/o permeti mantenir les característiques específiques del producte</p>
	E 301	Ascorbat de sodi	Productes carnis en combinació amb nitrits i nitrats
		Aroma	<p>Els aromes que es poden utilitzar en l'elaboració de productes agraris ecològics han d'estar definits, a la fitxa tècnica, com a: substància aromatitzant natural, aroma natural o preparat aromatitzat (segons Reglament 1334/2008). Article 27 del Reglament 889/2008.</p>

## 5.2. Diagrama de flux del procés

En la Figura 1 es detallen cadascuna de les parts que componen el procés productiu .

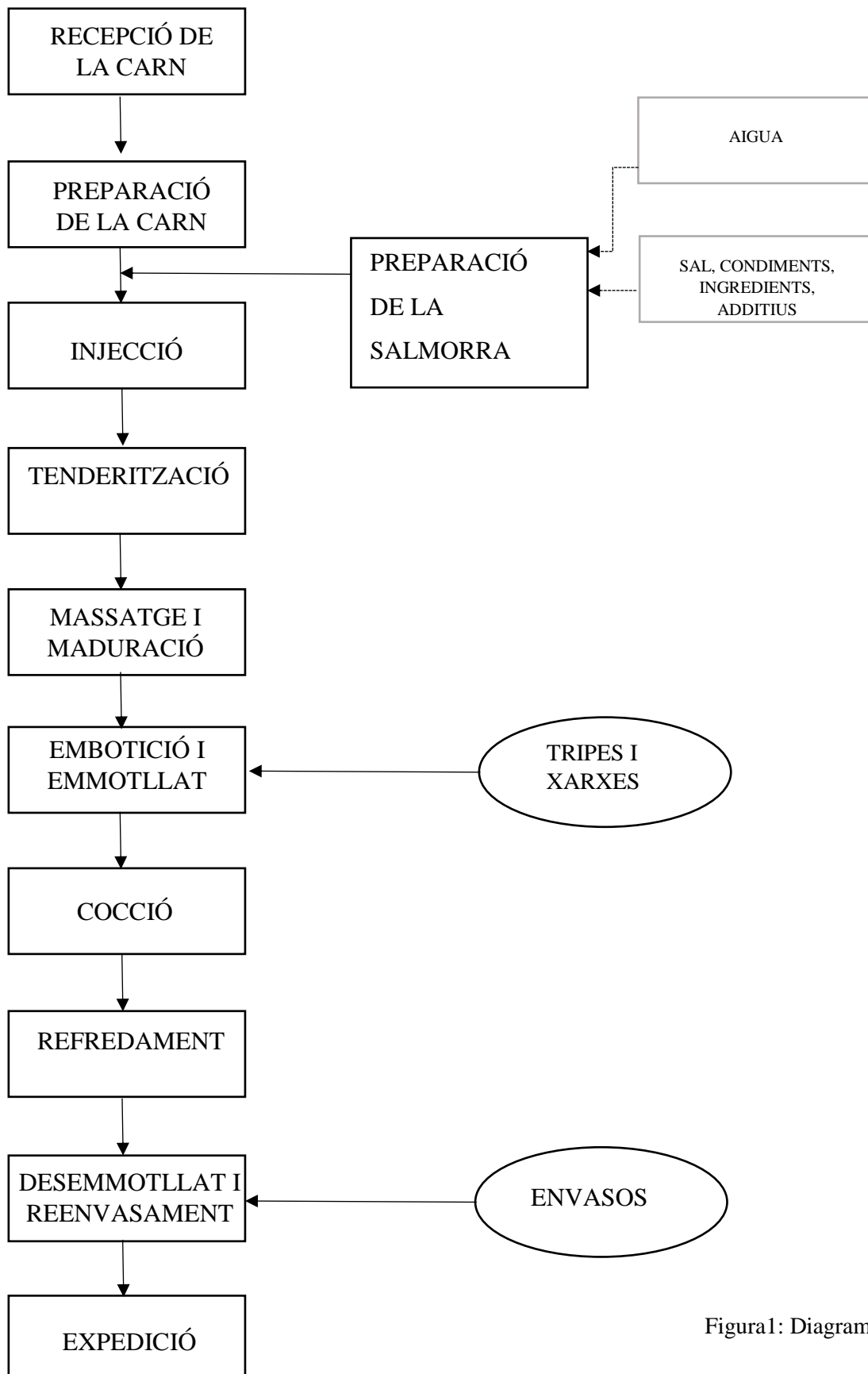


Figura1: Diagrama de flux del procés

### 5.3. Descripció del procés

#### 5.3.1 Recepció de la carn

En la recepció de la carn es rebra la matèria primera, la qual se sotmetrà a una sèrie de controls (pH, proporció de greix i temps de pre-maduració ) per tal de comprovar si els paràmetres avaluats estan dins els llindars establerts.

#### 5.3.2. Refrigeració de la carn

La carn que es rebra ja s'haurà sotmès a l'oreig pertinent a l'escorxador. Per tant, aquesta carn tan sols haurà de romandre un temps determinat a una temperatura determinada (2°C) esperant a ser processada.

#### 5.3.3. Preparació de la carn

Un cop comprovada la correcta qualitat de la matèria primera es procedeix a preparar-la per a el procés en les següents etapes; on se'n extreu l'ós, es talla i es poleix la peça.

#### 5.3.4. Preparació de la salmorra

L'addició dels ingredients s'ordenarà en funció de la solubilitat de cada additiu. S'afegirà la sal, els nitrats, seguit de l'ascorbat, tot agitant la mescla, en un tanc que disposa d'agitador i camisa per a mantenir la dissolució entre 0 i 5°C.

#### 5.3.5. Injecció

Cal que la dissolució de productes que afavoriran la conservació i unes millors característiques organolèptiques es distribueixin homogèniament en tota la peça de carn, és per això que es realitzarà un procés d'injecció.

#### 5.3.6. Tenderització

L'operació de tenderitzar té com a funció produir multitud de talls en el múscul per tal d'augmentar la superfície d'extracció de proteïnes musculars, que contribuirà en la disminució de minves per cocció i també evitarà l'aparició de forats en el tall i millorarà el lligat intermuscular.

#### 5.3.7. *Massatge*

Per a que un producte carni injectat cuit es pugui considerar de qualitat ha de tenir una bona capacitat de retenció d'aigua i un bon lligat muscular. El component que ho permet són les proteïnes solubles. Les proteïnes un cop extretes i solubilitzades formen el que s'anomena l'exsudat, que té efecte de "cola" entre els músculs i també de capacitat de retenció d'aigua.

Hi ha dues maneres d'obtenir la solubilització i relaxació de les proteïnes; químicament i/o mecànicament, en aquesta indústria s'utilitzaran ambdues.

- Efecte químic: La salmorra conté la sal i fosfats (en el cas d'aquest projecte només la sal) , amb l'objectiu de solubilitzar i relaxar les proteïnes. Aquestes incrementen la força iònica del medi a més del pH, realitzant l'obertura i l'extracció de les proteïnes.
- Efecte mecànic: L'efecte mecànic és aquell que es produeix mitjançant la tenderització i el massatge i consisteix en relaxar l'estructura muscular, trencar les cèl·lules i augmentar la permeabilitat de les membranes cel·lulars afavorint així la penetració de la salmorra. Aquest tractament produeix una major mobilització de la proteïna cap als espais intercel·lulars per a la fixació de l'aigua i el lligat muscular.

#### 5.3.8. *Embotició*

Quan el producte ja ha estat injectat, tenderitzat, i madurat s'ha de col·locar en recipients perquè adoptin una forma determinada un cop el producte estigui cuit. Per a aquesta tasca s'utilitzen motlles que uniran els diferents músculs durant la cocció per a conferir un producte amb una forma estètica i comercial. En aquesta indústria s'utilitzaran tripes fibroses i xarxes, ja que es vol produir un producte fumat amb un aspecte artesanal. La combinació de tripes fibroses i xarxes ens conferirà aquest aspecte i ens permetrà el tractament de fumat. En quant a la forma, s'utilitzaran formes irregulars, que conferiran un aspecte artesanal.

S'utilitzarà un procés d'embotició on, per extreure'n l'aire, la peça no se sotmet a buits ni baixes pressions, simplement es realitzen petits orificis en la tripa i, quan aquesta es tensa, ja en surt tot l'aire.

#### 5.3.9. Cocció.

La cocció és el tractament tèrmic al qual se sotmet la carn i produeix una sèrie de fenòmens fisicoquímics, bioquímics i microbiològics que definiran la qualitat i propietats organolèptiques del producte acabat.

Els principals objectius que s'aconsegueixen amb la cocció es podrien resumir en el desenvolupament de les característiques sensorials, l'estabilització microbiològica del producte i limitar els efectes d'una cocció excessiva.

#### 5.3.10. Refredament

El refredament és una etapa molt important del procés de fabricació. Consisteix en fer disminuir la temperatura de la peça de producte fins als 50-60 °C en el centre fins a una temperatura d'aproximadament 4°C.

En aquesta indústria, el producte quan surti del forn es trobarà amb una temperatura ambient de 10°C, fet que farà que la temperatura del producte disminueixi considerablement en un període de temps curt.

#### 5.3.11. Reenvasament

En productes que es desemmotllin o es llesquin aquest fet sempre suposarà una manipulació del producte i per tant s'han d'extremar les precaucions per tal de reduir al mínim una

Finalment, el producte envasat cal que es conservi en una cambra frigorífica fosca a unes temperatures d'entre 2-4 °C.

#### 5.4. Organització del procés productiu

Com que aquesta indústria està dedicada a la producció ecològica, s'ha optat per produir un producte d'alta qualitat, de caire artesanal, i en poca quantitat. Es pot trobar tota la altra informació a l'Annex 4 referent a el dimensionament de la maquinària.

Es preveu una producció diària de 500 kg de carn injectada cuïta, amb un total de 4 treballadors.

L'horari diari previst és, de dimarts a divendres, de 8:00 a 14:00 per a la producció i de 14:00 a 15:00 per a la neteja i desinfecció de tots els equips. Dilluns i dissabtes els operaris realitzaran una jornada reduïda de 9:00 a 12:00. Els dilluns es reserven per a tan sols preparar la carn que es processarà el dia següent i no es cou carn ja que el dia anterior (diumenge) no s'ha preparat carn. Els dissabtes es realitzarà el mateix horari que els dilluns per a coure la carn que es prepara els divendres però no es prepara carn pel dia següent ja que és festiu (diumenge).

Cada dia es realitzaran dues tasques principals en la indústria; la primera és la de preparar la carn i realitzar els processos d'operacions prèvies, injectat i tenderitzat i introduir la carn en la massatjadora i l'altre el de coure la carn que el dia anterior es va introduir en la massatjadora, llescar-la i envasar-la, en excepció dels dies anteriorment esmentats.

L'horari tipus de producció serà:

8:00 h- S'extreu la carn de la massatjadora. Dos operaris col·loquen la carn dins els carretons per al forn mentre els altres dos netejaran la massatjadora.

9:00h- Inici de la cocció que tindrà aproximadament una durada de 3 hores (els càlculs de la cocció s'han realitzat tenint en compte una peça de forma arrodonida de 7,5 cm de radi, amb vapor a una temperatura de 160°C). També s'inicien les operacions prèvies.

10:15h- Injecció de la carn. La injectora funciona a 1500 kg/h i tardarà 20 minuts a processar tota la carn.

10:35h- Tenderització de la carn. La injectora també funciona a 1500 kg/h, tardarà 20 minuts a tenir la carn tenderitzada.

10:55h- Final de la tenderització. Es carrega la carn en carros i s'introdueix dins la massatjadora. Aquest procés durarà aproximadament 30 min.

11:30h- Inici del massatge que finalitzarà al dia següent a les 8 del matí. Són en total 18.5 hores de les quals hi haurà una intercalació de 30 minuts de massatge i 30 minuts de repòs. Els càlculs s'han realitzat a partir de la distància que realitza la carn dins la massatjadora (3,45 m), de la velocitat de gir (5,22 voltes/min) i de la distància total a recórrer (10.000 m).

12.00 h- Final de la cocció. Inici del llescat en sala blanca. La màquina més lenta és la llescadora, per la qual cosa, si la llescadora compleix amb les necessitats de producció totes les altres també ho faran. Per al càlcul del temps s'ha estimat un radi de la peça igual al que s'ha estimat amb el forn (7,5 cm) i un tall de 3 mm per llesca. En total, aproximadament la màquina tardarà uns 50 min en realitzar tots els talls i es procedirà a pesar, envasar i etiquetar de forma automàtica. Un cop estiguin envasats i etiquetats els operaris introduiran en caixes els envasos i procediran a introduir el producte acabat a la cambra frigorífica llest per a expedir.

14:00h- Finalització del procés. Inici de la neteja que durarà una hora, fins a les 15:00h.

L'horari de treball diari està reflectit en la Taula 3.

Taula 3. Horari diari de treball.

	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15 h	Dia seg.	8h
<b>Buidatge de la massatjadora - emplenat carretons</b>										
<b>Inici de la cocció</b>										
<b>Operacions prèvies</b>										
<b>Injectat</b>										
<b>Tenderitzat</b>										
<b>Massatge</b>										
<b>Llescat i envasament</b>										
<b>Neteja</b>										

Per a més informació veure Annex 4 Dimensionament de la maquinària.



## 5.5. Requeriments de la indústria

### 5.5.1. Requeriments de matèria primera

La indústria que es projecta pretén realitzar una producció total de 500 kg de carn diaris.

En la Taula 4 es pot observar els requeriments diaris, setmanals, mensuals i anuals.

Taula 4. Producció diària, setmanal, mensual i anual de la indústria

Període de temps	Requeriment (kg)
Horari	75,4
Dia	500
Setmanal	2.500
Mensual	10.000
Anual	120.000

### 5.5.2. Requeriments de maquinària

S'utilitzarà la maquinària necessària per dur a terme els processos de transformació del producte explicats en l'apartat 5 i que es detalla en la Taula 5 es

Taula 5. Maquinària de la indústria

Equip/element	Quantitat
Carretó per a la refrigeració i transport	3
Taula especejament	2
Esterilitzador de ganivets	1
Injectora	1
Tnc de salmorra	1
Tenderitzadora	1
Massatjadora	1
Embotidora	1
Forn	1
Carretó de cocció	2
Lliscadora	1
Tren pesadora-enzasadora-etiquetadora	1
Pica rentamans	3
Passador higiènic	1
Taula envasadora	1

### 5.5.3. Requeriments de material d'envasament i embalatge

La indústria també requerirà de materials complementaris als del procés (envasos, caixes cartró, palets, i film). En la Taula 6 es mostra un resum de les quantitats diàries i anuals d'aquests materials.

Taula 6. Requeriments d'envasament diaris i anuals .

Material	Superfície/ unitats diaris	Superfície/unitats anuals
<b>Polipropilè (envasos)</b>	300 m <sup>2</sup>	75.000 m <sup>2</sup>
<b>Caixes cartró</b>	32 unitats	8.000 unitats
<b>Palets</b>	2 unitats	286
<b>Film</b>	44,8 m <sup>2</sup>	6.406 m <sup>2</sup>

## 6. Enginyeria de les obres

La indústria tindrà una nau amb unes dimensions de 26 m x 11 m x 6 m. En aquestes dimensions s'hi desenvolupa tot el procés productiu, a més de desenvolupar les tasques d'emmagatzematge de les matèries primeres i envasos.

### 6.1. Requeriments d'espai

A continuació es detallen els requeriments de superfície per tal de que el procés productiu es dugui a terme correctament.

Taula 7. Requeriments d'espai

Zona	Superfície
<b>Moll de descàrrega</b>	4,2
<b>Cambra frigorífica de matèria primera</b>	20,0
<b>Magatzem productes secs</b>	5,0
<b>Sala d'operacions procés</b>	57,0
<b>Magatzem de productes de neteja</b>	9,8
<b>Magatzem d'envasos</b>	9,8
<b>Sala d'envasament</b>	20,0
<b>Cambra frigorífica expedició</b>	20,0
<b>Moll de càrrega</b>	4,2
<b>Oficines</b>	9,0
<b>Vestidor</b>	8,0

## 6.2. Edificació

La nau estarà dividida en dues zones bàsiques. En la primera zona hi haurà el magatzem d'envasos, magatzem de productes de neteja, la sala de màquines, el lavabo i vestidors i l'oficina. En la segona zona, o zona de procés hi haurà el magatzem de productes secs, les cambres frigorífiques de recepció i d'expedició i la zona de procés.

### 6.2.1. Fonamentació

Les sabates seran flexibles i tindran unes dimensions de 2,5 m x 2,5 m x 0,5 m en els quals es muntarà una armadura d'acer B-500S i formigó HA-30/P20/IIa. Les riostres tindran unes dimensions de 0,5 m x 0,4 m i s'hi utilitzarà el mateix acer i formigó.

Abans d'assentar l'armadura s'aplicarà una capa de formigó sanitari de 15 cm de gruix.

### 6.2.2. Estructura

En l'estructura els pilars i les jàsseres seran de formigó prefabricat. Els pilars tindran una alçada de 6 m i unes dimensions necessàries per a suportar els esforços als quals està sotmès. Les jàsseres tindran una llargada d'11 m.

### 6.2.3. Coberta

La nau tindrà una coberta semicircular que reposarà sobre les jàsseres. Aquesta coberta serà de tipus sandvitx, és a dir, estarà composta per una capa de galvanitzat, una de poliuretà i una altra de galvanitzat.

### 6.2.4. Solera i paviment

Tot el paviment tindrà una solera de 25 cm de formigó sanitari i 15 cm de formigó per a paviments, a més d'una capa de base en resines epoxi ja que és el que ofereix unes millors característiques per a la indústria agroalimentària. En les zones on es requereixin unes condicions de temperatures inferiors a l'ambient s'instal·laran panells rígids d'escuma de poliisocianurat (PIR) revestida per les dues cares amb un complex kraft-alumini, que tot i tenir una gran rigidesa i poc pes, oferirà l'aïllament requerit.

Per veure els càlculs complets consultar l'Annex 8 referent als càlculs constructius i els plànols 5,6,7,8,9 i 10.

### 6.2.5. Tancaments exteriors i interiors

#### - Tancaments exteriors

S'utilitzarà un mur de bloc de formigó. Aquest mur tindrà la funció de la separació entre l'exterior i l'interior i també la d'aïllant.

Per a oferir un aïllament extra, les parets exteriors de la nau que llima amb les cambres frigorífiques i les zones amb requeriments de baixa temperatura s'instal·laran panells aïllants per a exteriors formats a base d'una capa d'alumini, poliuretà i una capa d'alumini.

#### -Tancaments interiors no refrigerades

Les separacions interiors que no necessitin un alt aïllament tèrmic, s'executaran amb paret d'obra de totxanes per a que faci d'esquelet, per al posterior recobriments amb panells de PVC.

#### -Tancaments interiors refrigerades

Per a la construcció de les cambres frigorífiques els panells per separar, aïllar i delimitar la cambra frigorífica s'ha escollit els panells amb ànima d'escuma de poliuretà expansionada sense HCFC i de densitat nominal 40 kg/m<sup>3</sup>, entre ambdós paraments metàl·lics.

### 6.3. Instal·lacions

A continuació s'exposaran les instal·lacions d'aquesta indústria així com les característiques principals de cadascuna d'elles.

#### 6.3.1. Instal·lació elèctrica

Aquesta indústria necessitarà el subministrament d'electricitat en regim de baixa tensió. Les seves necessitats d'electricitat fan que no es requereixi un subministrament de la línia d'alta tensió i, per tant, no és necessari la instal·lació d'un transformador.

La potència total instal·lada és de 36,4 kW.

L'escomesa elèctrica s'introduirà dins la indústria en la sala de màquines fins a una caixa amb els interruptors, també en aquest punt hi haurà un interruptor general tetrapolar de 160A. A partir d'aquest punt es diversificaran tres línies en tres subquadres diferents.

Les línies monofàsiques s'executaran amb cables unipolars de coure i les línies trifàsiques seran tetrapolars de coure. L'aïllament utilitzat serà l'etilè propilè (EPR).

Els cables tindran com a sistema d'instal·lació les sabates perforades en el fals sostre i una tub protector en el moment que descendeixin a les sales. En el cas de la oficina i els magatzems s'utilitzaran les canals protectores.

S'instal·laran 41 punts de llum distribuïts en tota la indústria en funció dels requeriments d'il·luminació de cada zona.

Aquesta indústria no hauria de disposar d'un sistema d'enllumenat d'emergència ja que no compleix les condicions establertes en el punt 16 de l'Annex II del RSCIEI per les quals és obligatori la instal·lació d'un sistema d'enllumenat d'emergència. De totes maneres, s'instal·larà una làmpada en cada zona de procés i a la sortida.

En la Taula 8 es poden observar la secció del conductor de fase, la secció del conductor de protecció i les característiques de l'interruptor magnetotèrmic.

Taula 8. Seccions i característiques de l'interruptor.

		Secció conductor fase i neutre (mm <sup>2</sup> )	Secció conductor de protecció (mm <sup>2</sup> )	Intensitat (A)	Calibre magnetotèrmic (A)
<b>Enllumenat</b>	Línia 1	1,5	2,5	8,09	10
	Línia 2	4	4	22,06	25
<b>Monofàsic i endolls</b>	Línia 3	4	4	26,66	32
	Línia 4	1,5	2,5	6,46	10
<b>Trifàsic</b>	Línia 5	1,5	2,5	14,93	16
	Línia 6	1,5	2,5	8,020	10
	Línia 7	1,5	2,5	10,74	16
	Línia 8	2,5	2,5	8,020	10
	Línia 9	1,5	2,5	19,10	25
<b>Enllumenat exterior</b>	Línia 10	6	6	10,68	16
<b>Línies principals</b>					
	Línia SQ1	2,5	2,5	18,77	25
	Línia SQ2	16	16	55,19	63
	Línia SQ3	16	16	60,82	63
<b>Total</b>	Línia 0	70	70	134,78	160

En la Taula 9 es poden observar les característiques dels interruptors diferencials utilitzats.

Taula 9. Característiques interruptors diferencials utilitzats.

	Línia	Intensitat (A)	Sensibilitat (mA)	Tipus	Intensitat nominal (A)
<b>Enllumenat</b>	Línia 1	8,09	30	Bipolar	25
	Línia 2	22,06	30	Bipolar	25
<b>Monofàsic i endolls</b>	Línia 3	26,66	30	Bipolar	40
	Línia 4	6,46	30	Bipolar	25
<b>Trifàsic</b>	Línia 5	14,93	300	Tetrapolar	25
	Línia 6	8,020	300	Tetrapolar	25
	Línia 7	10,74	300	Tetrapolar	25
	Línia 8	8,020	300	Tetrapolar	25
	Línia 9	19,10	300	Tetrapolar	25
<b>Enllumenat exterior</b>	Línia 10	10,68	30	Bipolar	25
<b>Línies principals</b>					
	Línia 0	134,78	300	Tetrapolar	160
	Línia SQ1	18,77	300	Tetrapolar	25
	Línia SQ2	55,19	300	Tetrapolar	63
	Línia SQ3	60,82	300	Tetrapolar	63

Quant a la posada a terra s'ha optat per utilitzar un elèctrode placa enterrada de 2 metres de longitud.

Aquesta indústria no requerirà la instal·lació de protecció contra llamps.

El detall del dimensionament de la instal·lació elèctrica es mostra en l'Annex 10 referent a la Instal·lació elèctrica i en els plànols 17,18,19 i 20.

### 6.3.2. Instal·lació hidràulica

La instal·lació hidràulica estarà composta per una línia d'aigua freda i calenta per a procés i una línia d'aigua freda i calenta per a ús sanitari. Totes les conduccions de la indústria seran de polipropilè.

Els detalls dels càlculs es poden veure en l'Annex 13 i els diferents diàmetres adoptats es poden veure en el plànol 15 referent a la instal·lació hidràulica.

### 6.3.3. Instal·lació de sanejament

La instal·lació de sanejament estarà composta per 3 arquetes. Una d'elles recull les aigües provinents del lavabo, dutxa i rentamans. L'altre arqueta recull les aigües provinents de la zona de procés, i la tercera arqueta recull el cabal de les dues arquetes anteriors. Tota aquesta aigua desemboca a una canonada de polietilè de 0,123 m de diàmetre que conduirà les aigües residuals cap a l'exterior per a ser tractades.

Els detalls dels càlculs es poden veure en l'Annex 13 i els diferents diàmetres de les canonades i dimensions de les arquetes es poden veure en el plànol 15 referent a la instal·lació de sanejament.

### 6.3.4. Instal·lació frigorífica

S'han dimensionat els aparells necessaris per a mantenir diferents zones a unes condicions determinades de temperatura i humitat.

En la Taula 10 es pot observar les condicions de temperatura i d'humitat relativa requerides en la indústria

Taula 10. Temperatures i humitats relatives requerides en diferents sales i equips.

Sala	Temperatura (°C) i Humitat relativa (%)
ambra frigorífica recepció	2/90
Sala de procés	10/75
Sala blanca (llescat i envasat)	10/75
Cambra frigorífica expedició	3/75
Equips	Temperatura (°C)
Tanc salmorra	3
Massatjadora	3

Els equips frigorífics estaran compostats per un sistema de compressió, un evaporador, un compressor i un condensador.

S'utilitzarà el refrigerant 134a, que es tracta d'un gas refrigerant del tipus HFC (hidrofluorcaboni) que no malmet la capa d'ozó. És de baixa toxicitat, no és inflamable amb la presència del aire atmosfèric a temperatures menors a 100°C i a pressió atmosfèrica. No és corrosiu i és compatible amb la majoria dels materials.

La potència total requerida per tots els equips frigorífics ascendeix a 6,035 kW.

Els càlculs detallats així com els equips seleccionats es poden veure en l'Annex 9.

#### 6.3.5. Instal·lació de vapor.

S'ha realitzat el dimensionament de la caldera que subministrarà vapor i aigua calenta a temperatures elevades així com el bescanviador que transmetrà el calor del vapor amb un augment de temperatura de l'aigua. El vapor serà usat per a coure la carn la qual ha de fer arribar fins a 70 °C al centre i mantenir-la a aquesta temperatura durant 1 h. L'aigua calenta per a realitzar les tasques de neteja de les zones de neteja ha de trobar-se a una temperatura de 82°C.

Després de realitzar els càlculs les necessitats totals de vapor són de 911,71 kg vapor/dia.

S'escull una caldera que produeixi una quantitat de vapor superior a les necessitats totals. Les característiques principals de la caldera escollida s'indiquen en la Taula 11.

Taula 11. Principals característiques de la caldera

<b>Producció de vapor (kg/h)</b>	Fins a 1000 kg/h
<b>Despesa calorífica (kW)</b>	771
<b>Llargada (m)</b>	2,5
<b>Amplada (m)</b>	1,62
<b>Alçada (m)</b>	1,53
<b>Potència útil</b>	694 kW
<b>Combustible</b>	Gas natural
<b>Pressió de treball (bars)</b>	Fins a 14,8

Font: Oldpress,2016



Quant al dimensionament del bescanviador de calor es pren 76.886 W com la calor necessària a bescanviar per a que l'aigua augmenti de temperatura, donant com a resultat una àrea total del bescanviador igual a 0,73 m<sup>2</sup>. El bescanviador de calor estarà annexat a la caldera de vapor a la sala de màquines.

Tots els càlculs i detalls de les dades es poden trobar a l'Annex 11 i el plànol 14 referent a la instal·lació de vapor.

#### 6.4 Instal·lació de ventilació.

En la indústria caldrà que hi s'hi instal·li una sala blanca, ja que el procés de llescat és classificat com una zona ultrasensible i de fàcil contaminació. A partir de les característiques de la sala s'estableix la categoria de la sala blanca i les condicions les quals hi ha d'haver dins d'aquesta per tal de que es compleixi la norma ISO-14644.

A partir de les exigències de la norma ISO-14644 i les dimensions de la sala, s'ha escollit un equip de ventilació que compleixi els requeriments. Les característiques de l'equip escollit es poden veure en la Taula 12.

Taula 12. Característiques tècniques del ventilador centrífug

<b>Cabal equip (m<sup>3</sup>/s)</b>	6,07
<b>Pressió (Pa)</b>	46,1
<b>Potència equip (kW)</b>	9,90

Font: EasyVent

Els càlculs realitzats així com altres consideracions de les sales blanques es mostren en l'Annex 14.

#### 6.5. Instal·lació contra incendis

La instal·lació contra incendis s'ha dimensionat considerant el que estableix el Document bàsic de Seguretat en cas d'incendi (DB-SI) del CTE així com el Reglament de Seguretat contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI).

En primer lloc, s'ha establert que la indústria es classifica com a tipus C, segons els criteris del RSCIEI. A partir d'aquí, s'han determinat els sectors d'incendis de la indústria i s'han classificat les diferents zones en funció de si es tracten d'una zona de procés o una zona d'emmagatzematge.

Posteriorment s'han calculat les densitats de càrrega de foc de les diferents zones, la càrrega de foc ponderada i corregida de l'edifici industrial. Un cop obtingut el valor de les càrregues s'ha obtingut el nivell de risc intrínsec de cada zona de procés (Taula 13).

Taula 13. Nivell de risc intrínsec en cada zona de procés

Zona	Qs (Mcal/m <sup>2</sup> )	Qe (Mcal/m <sup>2</sup> )	Nivell de risc intrínsec
<b>Procés</b>	144	120,53	Baix (2)
<b>Emmagatzematge</b>	332,91	278,66	Mitjà (4)

S'han determinat també si la superfície de cada zona estava per sota del valor de la superfície màxima construïda admissible (Taula 14).

Taula 14. Màxima superfície construïda admissible de cada sector d'incendi.

Zona	Superfície màxima (m <sup>2</sup> )	Superfície de la zona (m <sup>2</sup> )	Resultat
<b>Procés</b>	5000	112,91	<i>Compleix</i>
<b>Emmagatzematge</b>	5000	216,09	<i>Compleix</i>

Posteriorment també s'han determinat els requisits constructius de la indústria segons la seva configuració, ubicació i nivell de risc intrínsec, així com els requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis dels establiments industrials.

S'ha determinat que no caldran sistemes automàtics de detecció d'incendis, sistemes manuals d'alarma d'incendi, enllumenat d'emergència, la instal·lació de boques d'incendi equipades i altres sistemes d'extinció i la senyalització.

L'aplicació del RSCIEI sí que obliga a la instal·lació d'extintors d'incendi al llarg de la indústria i també s'ha optat per instal·lar una xarxa d'enllumenat d'emergència malgrat no sigui necessari.

Per a més informació veure Annex 12 i el plànol 16 referent a la Instal·lació contra incendis.

## **7. Estudi de seguretat i salut**

S'ha redactat també l'estudi bàsic de Seguretat i Salut (Annex 18) on s'exposen les recomanacions, obligacions i informació per tal de que l'execució del projecte es realitzi amb les degudes condicions de seguretat i salut.

Totes aquestes indicacions es regeixen pel Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, sobre les disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

En l'estudi bàsic s'han identificat els principals riscos existents i s'indiquen les mesures per evitar-los, així com les proteccions col·lectives, individuals i a terceres persones a implantar.

## **8. Repercussions ambientals de la indústria**

Quant a la incidència ambiental produïda per l'activitat productiva, després d'analitzar-se (Annex 17) les emissions, els subproductes i els residus que produeix l'activitat industrial es determina que tots són admissibles si són gestionats correctament. Caldrà instal·lar una instal·lació de tractament de les aigües residuals generades, tot i que aquesta no és objecte d'aquest projecte a més d'un sistema de recollida selectiva per als residus sòlids.

Pel que respecta a les repercussions socials, la creació de la indústria generarà 4 llocs de treball a temps complet, de manera que tindrà una repercussió social positiva. Com que tampoc es considera una indústria problemàtica, no es preveu que hi hagi oposició a la seva implantació.

Quant a les repercussions al territori es pot dir que aquesta indústria donarà sortida al producte del sector primari de la zona on està ubicat el projecte, fomentant la producció i el consum de km 0.

## 9. Programació de l'execució de projecte

S'ha programat l'execució del projecte amb el mètode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Aplicant el mètode PERT s'ha determinat (Annex 20) que el temps mínim d'execució del projecte és de 123 dies i que les activitats crítiques (en les que, qualsevol retard implica que s'allargui el temps d'execució del projecte) són el moviment de terres, la fonamentació, el sanejament, l'estructura, la coberta, els tancaments exteriors i interiors, la pavimentació, la instal·lació hidràulica, la instal·lació de maquinària i els acabats.

## 10. Resum del pressupost

RESSUM DEL PRESSUPOST		
CAPÍTOL 1. MOVIMENT DE TERRES	2517,016	€
CAPÍTOL 2. FONAMENTACIÓ	2172,9054	€
CAPÍTOL 3.SANEJAMENT	2699,5462	€
CAPÍTOL 4. ESTRUCTURA	8683,9392	€
CAPÍTOL 5. COBERTA	7916,832	€
CAPÍTOL 6. SOLERA	11099,088	€
CAPÍTOL 7. PAVIMENT	8295,4375	€
CAPÍTOL 8.TANCAMENTS EXTERIORS I INTERIORS	30747,9531	€
CAPÍTOL 9: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	10394,0882	€
CAPÍTOL 10: INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA	1576,2108	€
CAPÍTOL 11: INSTAL·LACIÓ DE FUSTERIA I VIDRERIA	9416,9	€
CAPÍTOL 12: INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS	63,82	€
CAPÍTOL 13: VENTILACIÓ	5120,6	€
CAPÍTOL 14: CLIMATITZACIÓ	19173,13	€
CAPÍTOL 16: INSTAL·LACIÓ DE VAPOR	535,15	€
TOTAL D'EXECUCIÓ DE MATERIAL	120412,616	€
Despeses generals (13%)	15653,64	€
Benefici industrial (6%)	7224,76	€
TOTAL EXECUCIÓ PER CONTRACTA	143291,01	
Maquinària	98980,57	
IVA 21%	25286,65	€
<b>PRESSUPOST GENERAL TOTAL</b>	<b>267558,23</b>	<b>€</b>

Ascendeix el present pressupost general total a la quantitat de dos-cents seixanta-set mil cinc-cents cinquanta-vuit euros amb vint-i-tres cèntims (267.558,23 €).

## 11. Estudi econòmic

En primer lloc, s'ha analitzat la vida útil de cadascun dels actius, i s'ha adoptat el que tingui la vida útil més curta. En aquesta cas el que tindrà la vida útil més baixa serà la maquinària, i s'estimarà una vida útil de 15 anys.

Per a realitzar l'estudi econòmic s'han determinat els costos de capital fix i els costos de capital circulant ( Taula 15).

Taula 15. Cost de capital fix i cost de capital circulant

Cost	Total (€/any)
<b>Cost capital fix</b>	10.275,48
<b>Cost capital circulant</b>	893.779,6

Els ingressos provindran de la quantitat de producte venut multiplicat pel preu de venda. S'ha considerat que el 15% de la matèria primera rebuda no es comercialitza perquè es rebutja en el moment de l'especejament o per pèrdues de pes durant la cocció. Considerant, el percentatge de beneficis per al promotor, s'ha establert un preu de venda del producte en 11,51 €/kg.

El benefici resultarà de restar el beneficis menys els costos de producció. En el cas d'aquesta indústria resulten uns beneficis totals de 115.945 €/any.

Per a efectuar l'anàlisi de la rendibilitat de la inversió, s'han calculat els fluxos de caixa anuals i els indicadors VAN, el VAN/k, la TIR i el *Pay-Back*.

- El VAN resulta de 1.675.321,5 € , el valor és superior a el valor de la inversió donant un resultat positiu que corrobora que el projecte és rendible.
- El VAN/k ha resultat 6,25 € que significa que es recuperen 6,25 € per cada euro invertit en el projecte.
- La TIR resulta ser d'un 42%, un valor molt superior a l'interès bancari existent
- Quant al *Pay-Back* o termini de recuperació, es determina que la inversió es recupera al cinquè any.

S'ha realitzat l'estudi econòmic des d'un punt de vista realista i en tots els mètodes d'anàlisi de rendibilitat, aquesta ha estat positiva.

Així doncs el projecte es pot considerar com a rendible després de que tant el VAN, el TIR, VAN/k i el termini de recuperació de la inversió hagin resultat satisfactoris.

Vila-Sacra, a 16 de maig de 2016

L'estudiant del Grau en Enginyeria Agroalimentària

Llorenç Roldan Audinis

