

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Millora d'una planta per la elaboració de formatge fresc premsat.

**Document:** Memòria

**Alumne:** Ferran Tena Artau

**Tutor:** Francisco Javier Espinach Orus

**Departament:** Organització, gestió i disseny del producte

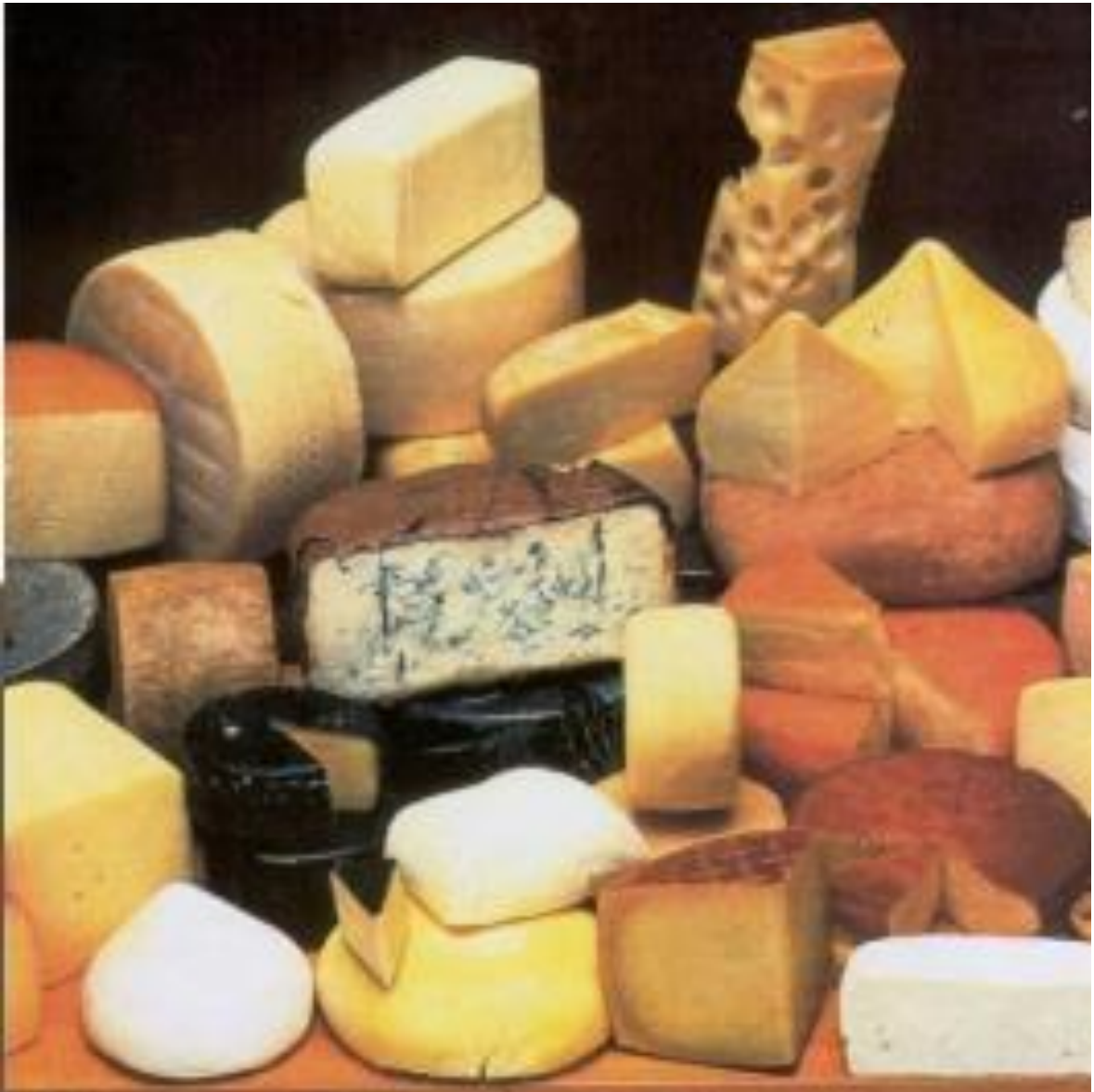
**Àrea:** Expressió gràfica en l'enginyeria

**Convocatòria:** Febrer 2020



## Memòria Descriptiva

---



### **Agraïments**

*Agraïments al meu tutor, Xavier Espinach Orus, per la dedicació, correcció i orientació en el treball.*

*A en Jordi García Corominas, el meu company de feina, per inculcar-me tants coneixements relacionats amb el sector làctic i aconsellar-me en molts casos.*

*A la meva família i entorn pròxim, per ajudar-me en moments difícils durant la realització del treball.*

*Finalment, donar les gràcies als companys i professors per fer més fàcil el transcurs d'aquests anys.*



## ÍNDEX

1	Introducció .....	4
1.1	Antecedents .....	4
1.2	Objecte .....	4
1.3	Especificacions i abast .....	5
1.4	Situació actual.....	5
2	Procés d'elaboració.....	7
2.1	Recepció de llet crua.....	8
2.2	Control de qualitat .....	8
2.3	Pretractaments de la llet.....	8
2.3.1	Eliminació d'impureses o substàncies estranyes.....	8
2.3.2	Termització .....	8
2.3.3	Normalització i homogeneïtzació de la llet .....	9
2.4	Tractament tèrmic de la llet .....	9
2.4.1	Pasteurització .....	9
2.5	Elaboració del formatge .....	9
2.5.1	Quallat .....	9
2.5.2	Dosificat, extracció de xerigot i moldeig .....	10
2.5.3	Premsat .....	10
2.5.4	Desmoldeig.....	10
2.5.5	Rentat de motlles i tapes.....	11
2.6	Salat.....	11
2.7	Condicionament .....	11
2.8	Envasat.....	11
2.9	Maduració .....	12
2.10	Tall, envasat, embalatge i empaquetat.....	12
2.11	Conservació .....	12

2.12	Expedició .....	12
3	Planta actual .....	13
3.1	Descripció de la instal·lació .....	13
3.2	Temps de procés i capacitat productiva de cada equip .....	14
3.3	Capacitat productiva de la planta .....	15
3.4	Costos directes de producció .....	15
3.5	Costos unitaris de producció .....	16
4	Planta Semiautomàtica .....	17
4.1	Descripció de la instal·lació .....	17
4.2	Temps de procés i capacitat productiva de cada equip .....	19
4.3	Capacitat productiva de la planta .....	20
4.4	Càmera de maduració .....	20
4.5	Volum d'inversió .....	20
4.6	Costos directes de producció .....	21
4.7	Costos unitaris de producció .....	22
4.8	Càlcul del VAN i Pay-Back .....	22
5	Planta Automàtica .....	24
5.1	Descripció de la instal·lació .....	24
5.2	Temps de procés i capacitat productiva de cada equip .....	25
5.3	Capacitat productiva de la planta .....	26
5.4	Volum d'inversió .....	27
5.5	Costos directes de producció .....	28
5.6	Costos unitaris de producció .....	29
5.7	Càlcul del VAN i Pay-Back .....	29
6	Decisió .....	30
7	Ampliacions .....	31
7.1	Introducció .....	31
7.2	Primera fase d'ampliació .....	31

7.2.1	Descripció de la instal·lació.....	31
7.2.2	Temps de procés i capacitat productiva de cada equip .....	32
7.2.3	Capacitat productiva de la planta .....	32
7.2.4	Càmera de maduració.....	33
7.2.5	Volum de d'inversió.....	33
7.2.6	Costos directes de producció .....	33
7.2.7	Costos unitaris de producció .....	34
7.3	Segona fase d'ampliació .....	34
7.3.1	Descripció de la instal·lació.....	34
7.3.2	Temps de procés i capacitat productiva de cada equip .....	35
7.3.3	Capacitat productiva de la planta .....	35
7.3.4	Premses apilades i càmera de maduració.....	35
7.3.5	Volum de d'inversió.....	36
7.3.6	Costos directes de producció .....	36
7.3.7	Costos unitaris de producció .....	36
7.4	Càlcul del VAN i Pay-Back .....	37
8	Conclusions .....	38
9	Relació de documents.....	39
10	Bibliografia .....	40



# 1 Introducció

## 1.1 Antecedents

Per a un antic Client, es va realitzar el disseny d'una planta manual per elaborar formatge fresc premsat per cobrir una producció diària de 30.000 litres diaris. Finalment, es va arribar a un acord amb el Client de la empresa i es va procedir a la seva fabricació.

Actualment, el Client produeix 625 tones de formatge anuals, considerant jornades de tres torns durant cinc dies laborals a la setmana. A més, com està sofrint un creixement anual de les vendes del 6%, la planta actual arriba a una ocupació del 95%.

Com a conseqüència, el Client desestima treballar més de cinc dies setmanals i demana una millora de la planta existent per no veure's solapat amb el creixement que esta aconseguint.

## 1.2 Objecte

L'objecte és dur a terme un estudi d'alternatives amb l'objectiu de poder concloure amb la solució adient per la millora de la planta existent.

L'estudi consisteix és realitzar un parell d'alternatives de la planta existent, amb l'objectiu de poder orientar el Client a la millor solució possible, tenint el compte sempre la viabilitat física i econòmica.

Per això, es realitzarà un layout i el corresponent estudi econòmic de les diferents alternatives, diferenciades per la seva automatització, amb el qual el Client visualitzi els termes financers.

Concretament, es farà per cada cas, el layout, pressupost general i desglossat i diagrama de producció corresponent. També, realitzarem un estudi econòmic i un estudi de futures ampliacions i millores de la planta.

Es conclourà amb la nostra opinió respecte quina creiem que es la millor solució.

### 1.3 Especificacions i abast

Per la millora de la planta d'elaboració i producció de formatge, el Client ens dona un seguit de requeriments a complir:

- ✓ La inversió màxima permesa és de 3 milions d'euros.
- ✓ La nova planta cobreixi les vendes dels 10 propers anys, treballant amb els mateixos dies i torns.
- ✓ Payback inferior a 6 anys.
- ✓ Previsió de futures ampliacions pels següents 20 anys.

### 1.4 Situació actual

La nau del Client, es troba ubicada en el polígon industrial de Vilalba (Lugo, Espanya), amb una superfície total construïda de 7.500 m<sup>2</sup>.

Quan a mitjans del 2018 el Client es va posar en contacte, estava en fase d'implementació per produir formatge fresc premsat. Va passar una sèrie d'especificacions amb la finalitat de saber el pressupost que li podria valer una part del procés productiu, de forma manual.

Per això, es va començar fent un estudi d'alternatives per acabar obtenint la opció més viable des d'un punt de vista tant físic com viable per part del Client. Seguidament, es va procedir en el disseny conceptual d'aquest, layout dels equips, dipòsits i sistemes del procés, diagrama de producció diària que podria arribar a aconseguir i pressupost que això comporta.

Al cap de diferents reunions amb el Client, es va arribar a un acord, el qual va suposar una inversió total de 771.995 €. Així que al següent pas, es va procedir en el disseny al detall de cada equip ofertat per poder concloure amb la seva fabricació i construcció.

Actualment, el Client esta satisfet i vol tornar a invertir capital per automatitzar part del procés per augmentar la producció de la planta. Ha passat unes especificacions clares, però no té clar fins a quin punt li convé invertir pels beneficis propis.

Així que, igual que al 2018, li dissenyarem una millora de la planta existent, amb el nou layout, diagrama de producció i pressupost per cada alternativa proposada, les quals evidenciem que una millora serà de forma semiautomàtica, mentre l'altre serà automàtica. Aquesta última, es proposaran diferents ampliacions per a que vegi el Client fins a quin punt pot arribar a produir en un futur, si l'evolució es favorable.

Posteriorment, es realitzarà un estudi econòmic, per cada cas dissenyat, per a que el Client l'evolució que pot arribar a aconseguir.

## 2 Procés d'elaboració

Les etapes del procés d'elaboració de formatge premsat, des de que es recull i transporta la llet crua a la planta fins quan surt de fàbrica el formatge ja venut, es poden visualitzar a la figura 1.

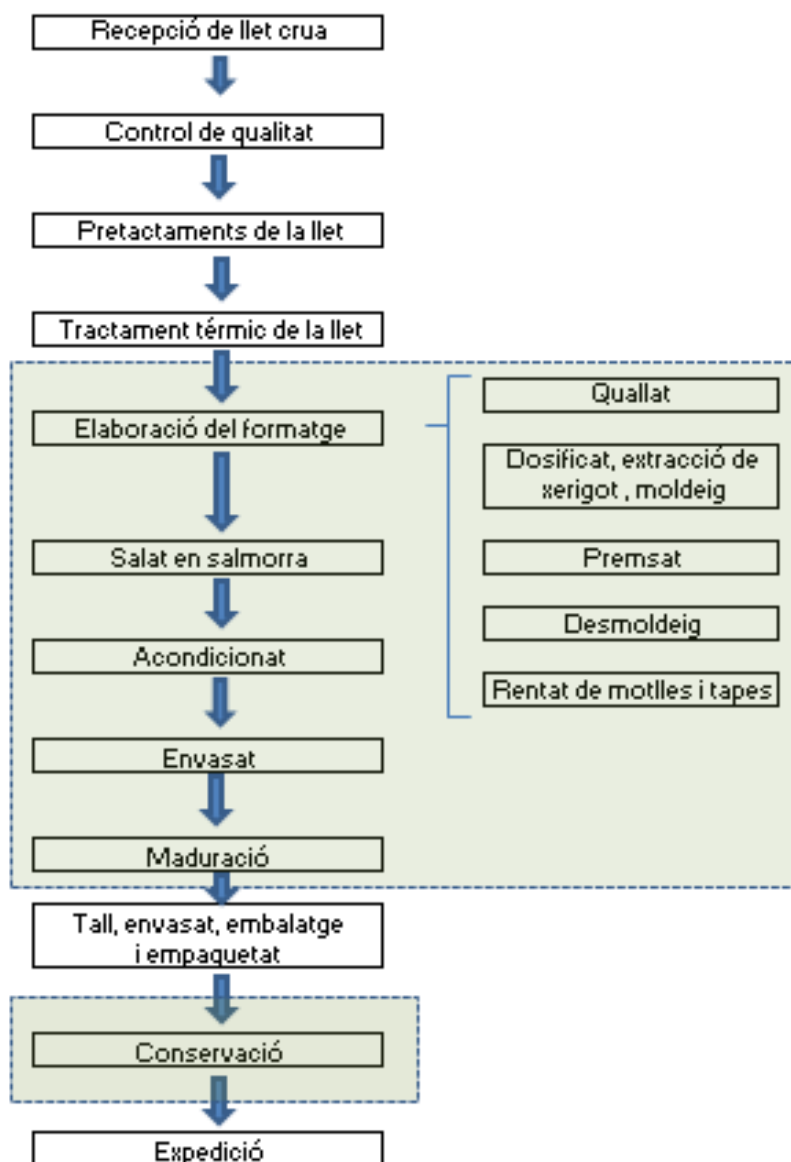


Figura 1: Procés d'elaboració de formatge premsat.

A la figura, els requadres marcats en gris delimiten la part del procés especificada pel client, la qual s'estudiarà i es dissenyarà en profunditat.

## 2.1 Recepció de llet crua

La llet es recollida a la granja corresponent mitjançant camions cisterna. Aquests, estan formats per un conjunt d'equips i elements necessaris per la desaireació, filtració, medicació i refredament de la llet crua rebuda, abans del seu emmagatzematge en fred en els tancs isotèrmics existents de la planta del Client.

## 2.2 Control de qualitat

El control de qualitat es valora tenint en compte els següents factors:

- Determinació del contingut en grassa i del contingut en sòlids làctics no gresosos ( sacarosa, proteïnes, cendres) mitjançant el densitòmetre.
- Determinació de l'extracte sec total.
- Aiguat mitjançant la estimació del punt de congelació.
- Recompte microbiològic (coliformes, fongs i llevadores).
- Presència d'antibiòtics.

## 2.3 Pretractaments de la llet

Els pretractaments de la llet els podem dividir en diferents etapes.

### 2.3.1 Eliminació d'impureses o substàncies estranyes

Amb l'ús de centrífuga/bactofugadores es separa les bacteries i espores de clostridi , les quals resisteixen a la pasteurització i desprenen àcid butíric, de la llet mitjançant un sistema centrífug hermètic, amb descarrega automàtica dels sediments. Aquestes, desprenen hidrogen, trencant així l'estructura de la llet i provocant una pèrdua de proteïnes, amb lo que s'esterilitza el bactofugat i s'afegeixen de nou a la llet.

### 2.3.2 Termització

S'aplica un tractament tèrmic, sobre les 36 hores següents a la obtenció de la llet crua de la granja, per prolongar el temps d'emmagatzematge d'aquesta fins a 7 dies sense pèrdua de qualitat, abans de sotmetre-la a una pasteurització o tractament més sever.

Aquest tractament consisteix en reduir els agents patògens i estabilitzar la flora microbiana present en la llet, sense arribar a pasteuritzar. Es garanteix un òptim aprofitament energètic, obtenint recuperacions tèrmiques de fins al 90%.

### 2.3.3 Normalització i homogeneïtzació de la llet

La normalització en continu del contingut en grassa i/o proteïnes de la llet (entre 0,05-4%), s'aplica directament després de la separació per aconseguir una consistència determinada i màxim rendiment del formatge. A la homogeneïtzació, la llet es força a través d'un pas estret on els glòbuls de grassa es divideixen per igualar la mida de partícules i així evitar les pèrdues de grassa en el xerigot i millorar la lipòlisis.

## 2.4 Tractament tèrmic de la llet

### 2.4.1 Pasteurització

Amb aquest procés obtenim la llet pasteuritzada, també catalogada com llet natural, sencera, desnatada o semidesnatada.

Com la termització, s'aplica el mateix tractament tèrmic però amb una temperatura més elevada i temps més curt (HTST, "high temperature short time"). S'aconsegueix assegurar la destrucció dels agents patògens no esporulats i reduir significativament el contingut microbià total per així ja poder destinar aquesta llet a la elaboració de formatge.

## 2.5 Elaboració del formatge

### 2.5.1 Quallat

Un cop es té la llet tractada, es traspasada a la cuba de quallar, en la qual s'afegeix quall, additius ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ) i conservants (nitrats) per produir la coagulació de la llet. Aquesta es produeix degut a la alteració de la caseïna i la seva precipitació, donant lloc a una massa que engloba a tots els components de la llet.

La coagulació es pot produir per tres vies:

- Àcida: àcid làctic produït per bacteries.
- Enzimàtica: addició de quall ( nostre cas).
- Mixta.

Seguidament, es segueixen aplicant un seguit de processos per arribar a obtenir el producte amb un gra de mida uniforme i amb la mínima pèrdua de fins. Aquests són respectivament:

- Cocció del quall (coagulació).
- Tall + estabilització: s'obté la mida de gra desitjat.
- Parada + extracció del xerigot.
- Homogeneïtzat + rentat.

- Reescalfament+ agitació.

Existeixen cubes de múltiples mides, formes y característiques, però la més reconeguda, eficient i higiènica es la cuba “doble zero”.

### **2.5.2 Dosificat, extracció de xerigot i moldeig**

Un cop acabat el procés en cuba, es dosifica el quall dins el motlle considerat i es posa la tapa associada realitzant així un pre-premsat. Això provocarà la separació del xerigot respecte el quall, el qual es pot emmagatzemar.

Existeixen diverses formes d'extreure el xerigot i moldejar la quallada en funció de la producció, el tipus de formatge que es vulgui elaborar i la mà d'obra que es desitgi emprar per a aquest procés.

Els principals equips emprats són els següents:

- Carro d'extracció del xerigot (manual).
- Dosificadora-Moldejadora (automàtic).

### **2.5.3 Premsat**

El premsat s'aplica per afavorir l'expulsió del xerigot i obtenir un formatge amb extracte sec major.

Els sistemes per el premsat del formatge, es poden classificar en dos grups, principalment:

- Premses horitzontals (semiautomàtiques).
- Premses verticals (automàtiques).

### **2.5.4 Desmoldeig**

Un cop premsat el formatge, hi ha una sèrie d'equips que tenen la funció d'extracció de la tapa i desmoldeig del formatge sense danyar-lo, els quals poden ser semiautomàtics o automàtics.

Bàsicament existeixen dos sistemes de desmoldeig:

- Per buit: Un conjunt de ventoses s'adapten sobre la superfície del formatge, les quals mitjançant un grup de buit queden completament unides. En aquest moment, es realitza un moviment vertical ascendent que extreu el formatge del motlle.
- Per bufat: Es volteja el motlle (boca avall), un plat o campana s'adapta al fons d'aquest per realitzar un bufat mitjançant la impulsió controlada d'aire a pressió.

### **2.5.5 Rentat de motlles i tapes**

Després d'executar tot el procés de fabricació, és imprescindible realitzar una correcta neteja dels motlles i tapes per a eliminar dels mateixos qualsevol resta de sèrum, evitant així futures contaminacions.

Per això, s'usa un túnel de rentat que pot treballar a diferents pressions i temperatures per aconseguir el resultat òptim.

## **2.6 Salat**

La etapa de salat ve donada per la immersió del formatge en un bany de salmorra, on la sal penetra en el formatge per aportar-li sabor i millorar-li la aparença i consistència.

El temps i la quantitat o concentració de sal depèn del tipus de formatge i del mètode de salat.

Existeixen bàsicament dos grans grups on es poden englobar els sistemes de salat:

- Salador d'un nivell: balsa o dipòsit ple de salmorra en el qual s'introdueixen els formatges per flotació.
- Salador per immersió: La més típica, balsa en el interior de la qual es situen les gàbies (estructures metàl·liques d'acer inoxidable i compostes de varis pisos) de forma automàtica.

## **2.7 Condicionament**

Transcorregut el temps de salat, els formatges evacuats automàticament passen a la línia de condicionament, on es dona l'acabat final als formatges per a envasar-los en òptimes condicions.

Els equips que s'acostumen a emprar per aquesta línia són:

- Túnel de rentat amb aigua: S'elimina la salmorra restant preparant el formatge per el tractament posterior.
- Túnel antimoho: S'aplica producte desinfectant per crear una capa protectora que impedeixi la aparició de fongs durant el procés de maduració.
- Túnel d'assecat: Es realitza un assecat de la pintura descrita anteriorment i de la part més superficial del formatge.

## **2.8 Envasat**

Els formatges que admeten una maduració sense assecat (formatges sense cortesa) són envasats al buit abans de passar a la càmera de maduració.



## **2.9 Maduració**

L'objectiu de la maduració en els formatges sense cortesa és mantenir el producte a certa temperatura durant un temps determinat, perquè els ferments làctics es desenvolupin i donin lloc a l'aroma, sabor i textura del formatge.

En els formatges amb cortesa, a més d'aconseguir l'indicat en el cas anterior, l'objectiu també és eliminar humitat de la pasta mitjançant el procés d'assecat.

Per la major flexibilitat i autonomia d'aquest procés, s'aconsegueix mitjançant els denominats 'Equips Compactes'. L'avantatge principal respecte a una central frigorífica convencional, és que no precisa d'instal·lació i el seu manteniment es pràcticament nul.

El formatge es col·loca dins les caixes un cop acabat el procés d'condicionament, les quals es carreguen sobre un pallet apilades en un màxim de 8 pisos per ser transportades cap a la càmera.

## **2.10 Tall, envasat, embalatge i empaquetat**

Un cop el formatge ha madurat, segons les necessitats o consideracions del Client, es disposa d'una sèrie d'equips per realitzar els següents processos.

## **2.11 Conservació**

Un cop obtingut el producte acabat, es transporta a la càmera de conservació per mantenir-lo a certa temperatura durant el temps necessari fins que el producte sigui expedit, amb l'objectiu de no perdre la qualitat d'aquest.

## **2.12 Expedició**

A cada planta es pot localitzar la zona d'expedició, en la qual es connecten els camions per ser carregats amb el producte acabat.

## 3 Planta actual

### 3.1 Descripció de la instal·lació

La part dissenyada de planta actual, està formada principalment pels següents equips:

- 2 cubes de quallar “doble zero” d’una capacitat de 5 m<sup>3</sup>.
- 2 carros mòbils de pre-premsat de 1.500 litres.
- 1 premsa pneumàtica horitzontal de 8 cilindres.
- 1 extractor - desmoldejador semiautomàtic.
- 1 túnel de pre-rentat i rentat.
- Salador manual per immersió, format per 7 contenidors de 8 pisos, per una capacitat d’aria de 3 tones.
- 3 equips simples d’envasat.
- 1 equip frigorífic per cada càmera, maduració i conservació.

El funcionament de la planta actual és el següent:

La part del procés s’inicia impulsant la llet tractada del dipòsit d’emmagatzematge existent fins la cuba de quallar de 5 m<sup>3</sup>, on després d’acabar el procés en cuba, s’apropen els carros mòbils de pre-premsat per buidar la quallada manualment.

En els carros, es realitza de nou la homogeneïtzació i agitació de la quallada i es comencen a emplenar els motlles per després posar les tapes corresponents, tot manualment.

Un cop buidats els carros, es transporten els motlles emplenats fins la zona de premsat mitjançant unes taules mòbils, on es van carregant a la premsa manualment. Quan s’emplena un pis de la premsa, s’impulsa un cilindre per iniciar el procés de premsat durant el temps desitjat.

Seguidament, es descarreguen els motlles i es transporten fins ‘l’extractor-desmoldejador semiautomàtic’, el qual extreu la tapa i desmoldeja el formatge mitjançant la impulsió controlada d’aire a pressió. Els motlles i tapes es porten al túnel de rentat, mentre que els formatges es porten a la zona del salat.

Aquests, es col·loquen manualment en els containers i amb el pont grua es van introduint dins el salador. Passat el temps de salat, els mateixos formatges s’extreuen i es transporten

fins la zona d'envasat, on s'envasen al buit, retractilen i etiqueten manualment amb uns equips simples i eficaços.

Finalment, s'encaixen i es transporten fins la càmera de maduració, on hi estan durant el temps necessari per el madurat a una temperatura +(5-15) °C. En el cas del formatge fresc premsat, al ser un formatge premsat poc madurat, estarà dins la càmera durant uns 15 dies. Aquesta càmera, té una capacitat màxima de 56,8 tones, suficient per guardar les 45 tones de formatge produïdes.

Per acabar, ja es pot prosseguir a la realització de les següents etapes fins deixar el producte llest per la seva expedició o emmagatzematge a la càmera de producte acabat, la qual disposa d'una capacitat màxima de 36,8 tones actualment.

Per veure com s'ha dut a terme el disseny d'aquesta planta, es poden consultar els següents apartats:

- *Annexos, apartat 1:* Especificacions inicials del Client, càlculs previs i productius i diagrama de producció.
- *Plànol 2:* Layout de la Planta Actual.

### 3.2 Temps de procés i capacitat productiva de cada equip

Els temps de procés, el nombre d'unitats i la capacitat de cada equip, queden reflectits a la següent taula:

	Unitats	Capacitat (m3)	Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	2	5	350
<b>Carros de pre-premsat</b>	2	1,25	25
<b>Prensa</b>	1	5	210
<b>Desmoldejador</b>	1	5	60

*Taula 1: Capacitat productiva i temps de procés dels equips de la Planta Actual.*

On la capacitat productiva diària màxima de cada equip existent, sense tenir en compte la dependència de la resta d'equips d'elaboració, és de:

	Capacitat productiva diària (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	40
<b>Carros de pre-premsat</b>	144
<b>Prensa</b>	33
<b>Desmoldejador</b>	120

*Taula 2: Capacitat productiva diària dels equips d'elaboració de la planta actual.*

Mentre el salador existent, està dimensionat per poder cobrir la producció diària de 3 tones de formatge.

### 3.3 Capacitat productiva de la planta

En el diagrama de producció (veure apartat annexos), estan establerts un màxim de 6 cicles de producció diaris. De tal manera, que al inici de cada jornada es reprèn el mateix cicle que a la situació inicial del dia anterior, amb la finalitat d'assegurar la repetibilitat del procés i la qualitat.

La instal·lació actual, treballa 5 dies a la setmana sense parar durant 11 mesos l'any, per lo que la capacitat productiva teòrica és de 30 m<sup>3</sup> de llet al dia, equivalents a 6.600 m<sup>3</sup> l'any.

Si no es pot fer front a l'increment de producció, degut al creixement anual de les vendes, es podria ampliar la capacitat productiva passant a treballar 6 o 7 dies a la setmana.

D'aquesta manera, les capacitats productives màximes podrien arribar a ser:

Dies Laborals / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	6.600	7.920	9.240

Taula 3: Capacitat teòrica de la Planta Actual segons els dies laborals.

### 3.4 Costos directes de producció

Respecte la mà d'obra directament implicada en el procés de producció actual, es pot veure reflectida a la taula següent:

Procés	Mà d'obra directa (operaris/torn)
Elaboració de formatge	8
Salat	3
Condicionament	0
Envasat	1
Maduració i conservació	5
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

Taula 4: Mà d'obra directa actual.

Segons el "Convenio colectivo estatal para las industrias lácteas y sus derivados" i per un ajudant de producció, el salari brut anual es situa sobre els 16.000 €. El conveni, també estableix un temps de treball anual de 1.800 hores. Així que, considerant les altres despeses que ha de pagar l'empresa (seguretat social, mútua, etc.), ens dona un cost de mà d'obra directa de 12 € per hora treballada.

### 3.5 Costos unitaris de producció

Sabent el cost anterior, el cost de producció de mà d'obra directa per m<sup>3</sup> de llet a plena capacitat de la instal·lació, considerant 3 torns de producció i 5 dies laborals a la setmana, és de 163,2 €/ m<sup>3</sup>.

Així que en el cas d'augmentar els dies laborals a la setmana, per necessitats de producció superiors, el cost anual de mà d'obra directa passaria a ser:

Dies laborals/setmana	5	6	7
Cost anual (€)	1.077.120	1.292.544	1.507.968

Taula 5: Cost de mà d'obra directa segons els dies laborals.

## 4 Planta Semiautomàtica

### 4.1 Descripció de la instal·lació

Per la primera opció de millora, s'ha considerat semi automatitzar la planta actual per cobrir una producció de 45.000 litres diaris, la qual estarà formada principalment els següents equips:

- 1 cuba de quallar “doble zero” d’una capacitat de 5 m<sup>3</sup> (3 en total).
- 1 dosificadora - moldejadora de 2 tubs verticals especial per la producció de formatges de pasta oberta (formatges amb forats).
- 1 premsa pneumàtica horitzontal de 8 cilindres (2 en total).
- 1 voltejador automàtic de motlles buits.
- 1 posicionador automàtic de tapes.
- 1 extractor-desmoldejador automàtic.
- Salador per flotació, format per 3 canals, per una capacitat diària de 4,5 tones.
- 3 equips per manteniment, neteja i preparació de la salmorra del salador.
- 1 equip d’acondicionament per el secat del formatge.
- 5 equips per l’envasat al buit semiautomàtic.
- 2 equips útils per la maduració; una carretilla elevadora elèctrica i un voltejador de carrega per l’apilat de caixes en pallets.

Així que els equips substituïts seran:

- 2 carros mòbils de pre-premsat de 1.500 litres.
- 1 extractor - desmoldejador semiautomàtic.
- Salador manual de contenidors per una capacitat diària de 3 tones.
- 3 equips simples d’envasat.

A diferència de la planta actual, aquesta estarà constituïda per tots els processos d’elaboració englobats, esmentats anteriorment i marcats en gris a la Figura 1 de la pàgina 7. El funcionament serà el següent:

S’inicia d’igual manera que la planta actual, quan arriba la llet tractada a la cuba, es realitza la coagulació enzimàtica afegint manualment quall, additius i conservants per la boca d’home superior d’aquesta.

Un cop acabat el procés en cuba, s’impulsa la quallada fins la dosificadora-moldejadora, on aquesta és dosificada automàticament, de 2 en 2, per donar la forma exacta del formatge que es voldrà mitjançant un gabinet de tall i per gravetat entra al motlle corresponent.

A continuació, es posa la tapa en el motlle de forma automàtica i aquests són conduïts cap a la premsa on s'hagi de realitzar el premsat en aquell moment.

El següent pas, es anar agafant els conjunts motlle-tapa manualment que van arribant de la cinta transportadora i carregar-los per realitzar el premsat.

Un cop acabat, es descarreguen i es tornen a col·locar a la cinta, on el següent pas, s'extreu la tapa i es desmoldeja el formatge automàticament mitjançant la impulsió controlada d'aire a pressió.

El motlle es col·loca manualment a la cinta de sortida un cop produït el desmoldeig i junt amb la tapa aniran cap el túnel de rentat per així tornar a iniciar el cicle d'elaboració, mentre el formatge anirà cap a la zona de salat.

El formatge arriba automàticament al canal d'entrada del salador, on mitjançant la corrent de salmorra i l'accionament manual de la comporta del canal desitjat, el formatge entra en aquest. Així que un cop passat les 16 hores de salat, reduïdes gràcies a la incorporació dels equips de manteniment, neteja i preparació de salmorra, el formatge surt del canal corresponent i acaba sortint del salador pel canal comú de sortida, de la mateixa manera que ha entrat.

Seguidament, el formatge passa pel túnel d'assecat, per eliminar la humitat superficial d'aquest i així estar condicionat per el procés d'envasat. Els equips d'aquesta línia semi automatitzada, realitzen respectivament l'embossat, envasat al buit, retractilat i el posterior assecat del formatge.

Finalment, de la mateixa manera que la planta actual, s'encaixen i es transporten fins a la mateixa càmera de maduració, encara que ara es considera necessari l'ús d'una carretilla elèctrica elevadora amb un voltejador de càrrega, per facilitar la uniformitat en el procés d'assecatge.

Per acabar, es realitzen els processos restants no englobats i un cop el producte està llest, s'expediciona o s'emmagatzema a la mateixa càmera de producte acabat de 36,8 tones de capacitat.

Per veure com s'ha dut a terme el disseny d'aquesta planta, es poden consultar els següents apartats:

- *Annexos, apartat 2: Càlculs previs i productius i diagrama de producció.*
- *Plànol 3: Layout de la planta.*
- *Amidament i Pressupost, apartat 1.*

## 4.2 Temps de procés i capacitat productiva de cada equip

Com s'ha explicat en el funcionament d'aquesta planta, s'han considerat incorporar equips nous i extreure'n d'existents.

La variació dels equips queda reflectida a la taula següent:

	Actual	Semiautomàtica
<b>Cubes de quallar 5m3</b>	2	3
<b>Carros de pre-premsat</b>	2	-
<b>Dosificadora</b>	-	1
<b>Prensa horitzontal</b>	1	2
<b>Desmoldejador</b>	1	1
<b>Salador</b>	1	1

Taula 6: Comparativa dels equips: Planta Actual vs Semiautomàtica.

Com es pot apreciar, s'incorporaria una cuba de quallar, es substituirien els carros de pre-premsat per una dosificadora i s'afegiria una altra prensa horitzontal de 8 cilindres. Així mateix, es substituiria el salador i desmoldejador existent per poder cobrir la producció diària, minimitzant els costos directes de producció.

Degut a aquests canvis, els temps de procés, el nombre d'unitats i la capacitat de cada sistema passaria a ser:

	Unitats	Capacitat (m3)	Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	3	5	280
<b>Dosificadora</b>	1	5	30
<b>Prensa</b>	2	5	270
<b>Desmoldejador</b>	1	5	45

Taula 7: Capacitat productiva i temps de procés dels equips de la Planta Semiautomàtica.

Mentre que la capacitat productiva diària màxima de cada equip, sense tenir en compte la dependència de la resta d'equips d'elaboració, seria:

	Capacitat productiva diària (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	76
<b>Dosificadora</b>	230
<b>Prensa</b>	52
<b>Desmoldejador</b>	160

Taula 8: Capacitat productiva diària dels nous equips d'elaboració.



A més, el salador podria arribar a cobrir la producció diària de 4,5 tones de formatge.

### 4.3 Capacitat productiva de la planta

Tal com es pot veure en el diagrama de producció corresponent, s'estableixen un màxim 9 cicles de producció diaris, tres més que a la planta actual.

Així que ara, la capacitat productiva teòrica diària seria de 45 m<sup>3</sup> de llet, equivalents a 9.900 m<sup>3</sup> /any, seguint amb el mateix criteri de treball.

On el grau d'ocupació dels equips que conformarien la planta seria:

<b>Cubes de quallar</b>	60%
<b>Dosificadora</b>	20%
<b>Premsa</b>	87%
<b>Desmoldejador</b>	28%

*Taula 9: Grau d'ocupació dels equips que conformen la Planta Semiautomàtica .*

També, si al final s'estima el recurs de treballar 6 o 7 dies a la setmana per arribar a cobrir una producció anual superior a la permesa, les capacitats màximes passarien a ser les mostrades a la següent taula:

<b>Dies Laborals / setmana</b>	5	6	7
<b>Capacitat anual ( m3 )</b>	9.900	11.880	13.860

*Taula 10: Capacitat teòrica de la planta segons els dies laborals.*

### 4.4 Càmera de maduració

Respecte a la càmera de maduració, tal com està la sala de la planta actual, no es tindria la suficient capacitat per emmagatzemar tota la producció. Com a solució, s'ha considerat una redistribució de la sala actual, amb la que s'arribaria a una capacitat màxima de 78,3 tones, suficients per guardar les 67,5 tones de formatge que es produirien per aquest cas.

### 4.5 Volum d'inversió

Les diferents partides pressupostades que formen part de l'adaptació de la planta semiautomàtica, queden reflectides a continuació:

*RESUM PRESSUPOST*

ELABORACIÓ DE FORMATGE FRESC PREMSAT	686.619 €
SALADOR	245.977 €
CONDICIONAMENT SORTIDA SALADOR	68.477 €
MAQUINÀRIA PER ENVASAT DE FORMATGE	156.317 €
ACCESORIS CÀMARES DE MADURACIÓ	81.094 €
CANONADES i VALVULERIA	49.453 €
AUTOMATIZACIÓ	66.347 €
ENGINYERIA	17.532 €
MUNTATGE I POSADA EN MARXA	102.900 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.474.716 €</b>

*Taula 11: Pressupost per la Planta Semiautomàtica.*

## 4.6 Costos directes de producció

Respecte la mà d'obra necessària per completar el nou procés de producció de la planta semiautomàtica, queda reflectida a la taula següent:

Procés	Mà d'obra directa (operari/torn)
Elaboració de formatge	6
Salat	2
Condicionament	1
Envasat	3
Maduració i conservació	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

*Taula 12: Mà d'obra directa per la Planta Semiautomàtica.*

La diferència del procés d'elaboració de formatge per aquest cas, es troba en el dosificat i rentat, on s'ha estalviat un operari en ambdós casos. Un es deu al canvi de dosificar manualment un carro de pre-premsat per l'ús automàtic de la dosificadora, mentre l'altre, a la càrrega i descàrrega automatitzada de motlles i tapes pel rentat.

En el cas del salat, al automatitzar l'entrada i sortida de formatges del salador, també ens estalviem un operari, els dos operaris restants controlaran la pujada i baixada dels contenidors del salador, amb l'ús d'un panell electrònic, i els equips incorporats.

Al afegir la línia d'condicionament, es necessita un operari per el control dels sistemes d'aquesta.

Per acabar, als processos de maduració i conservació, al introduir equips per facilitar el control de les sales corresponents, s'estalvien dos operaris.

Aquestes variacions queden resumides a la taula següent:

Procés	Manual	Semiautomàtica
Elaboració de formatge	8	6
Salat	3	2
Condicionament	0	1
Envasat	1	3
Maduració i conservació	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

Taula 13: Comparativa de la mà d'obra directa: Planta Actual vs Semiautomàtica.

## 4.7 Costos unitaris de producció

Sabent la producció diària que es pot arribar a assolir, el cost de producció de mà d'obra directa per m3 de llet a plena capacitat de la instal·lació, considerant 3 torns de treball durant 5 dies laborals a la setmana, passaria a ser de 96,0 €/ m3.

En el cas de que es vulguin augmentar els dies laborals, el cost anual de mà d'obra passaria a ser:

Dies laborals / setmana	5	6	7
<b>Cost anual (€)</b>	<b>950.400</b>	<b>1.140.480</b>	<b>1.330.560</b>

Taula 14: Cost de mà d'obra directa segons els dies laborals.

## 4.8 Càlcul del VAN i Pay-Back

Les vendes actuals de l'empresa són de 625 tones de formatge fresc premsat anuals, equivalents a 6.250 m3 de llet al any.

L'empresa té un creixement anual del 6% i es preveu mantenir-lo o incrementar-lo durant els proper anys.

A la taula següent, s'ha calculat per la planta actual i la planta semiautomàtica, segons els diferents nivells de volum de venda, deguts al creixement anual: el nombre de dies necessaris a la setmana per cobrir tota la producció, el grau d'ocupació de cada planta segons els dies treballats a la setmana i el cost anual de mà d'obra directa que això comportarà:

Any	Venda anual Tn	Venda anual m3	Manual			Semiautomàtica			Flux Net de Caixa
			Dies Laborals setmana	Ocupa ció	Cost Anual mà d'obra	Dies Laborals setmana	Ocupa ció	Cost Anual mà d'obra	
0	625	6.250	● 5	95%		● 5	63%		<b>-1.474.716 €</b>
1	663	6.625	● 5	98%	1.077.120 €	● 5	63%	950.400 €	126.720 €
2	702	7.023	● 6	88%	1.292.544 €	● 5	68%	950.400 €	342.144 €
3	744	7.444	● 6	92%	1.292.544 €	● 5	73%	950.400 €	342.144 €
4	789	7.890	● 6	98%	1.292.544 €	● 5	78%	950.400 €	342.144 €
5	836	8.364	● 7	89%	1.507.968 €	● 5	83%	950.400 €	557.568 €
6	887	8.866	● 7	95%	1.507.968 €	● 5	88%	950.400 €	557.568 €
7	940	9.398	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	93%	950.400 €	557.568 €
8	996	9.962	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	98%	950.400 €	557.568 €
9	1.056	10.559	● 7	100%	1.507.968 €	● 6	86%	1.140.480 €	557.568 €
10	1.119	11.193	● 7	100%	1.507.968 €	● 6	90%	1.140.480 €	557.568 €
								<b>VAN</b>	<b>3.023.844 €</b>

Taula 15: VAN de la Planta Semiautomàtica respecte l' Actual.

Amb la planta actual, el segon i cinquè any es pot observar que tindran la necessitat d'incrementar els dies treballats a la setmana, a 6 i 7 dies respectivament. Mentre que al setè any, tot i treballar els 7 dies de la setmana, s'assolirà la màxima capacitat permesa de la planta.

En canvi, amb la planta semiautomàtica, serà al novè any on es veuran obligats a començar a treballar els dissabtes, per cobrir les necessitats.

En definitiva, es pot observar que el flux net de caixa (VAN) amb la instal.lació de la planta semiautomàtica, considerant els 10 propers anys, seria de 3M €. Mentre que el Pay-back de la inversió arribaria al cap de 4,6 anys.

## 5 Planta Automàtica

### 5.1 Descripció de la instal·lació

L'altra opció de millora es tracta d'automatitzar directament la planta actual per cobrir una producció de 50.000 litres diaris, la qual estarà formada principalment els següents equips:

- 1 cuba de quallar "doble zero" d'una capacitat de 5 m<sup>3</sup> (3 en total).
- 1 dosificadora - moldejadora universal de 2 tubs verticals per la producció de formatges de qualsevol pasta.
- 2 premses verticals automàtiques.
- 1 voltejador automàtic de motlles buits i 1 de motlles plens.
- 1 posicionador i 1 extractor automàtic de tapes.
- 1 desmoldejador automàtic.
- Salador per immersió 'tipus gàbia', format per 4 contenidors de 4 pisos, per una capacitat diària de 5 tones + 1 balsa de recirculació de salmorra.
- 3 equips per manteniment, neteja i preparació de la salmorra del salador.
- 3 equips d'acondicionament per el rentat, desinfectat i secat del formatge.
- 5 equips per l'envasat al buit automàtic.
- 3 equips útils per la maduració; una carretilla elevadora elèctrica, un voltejador de càrrega per l'apilat de caixes en pallets i túnel de rentat.

Així que els equips substituïts seran:

- 2 carros mòbils de pre-premsat de 1.500 litres.
- 1 premsa pneumàtica horitzontal.
- 1 extractor - desmoldejador semiautomàtic.
- Salador manual de contenidors per una capacitat diària de 3 tones.
- 3 equips simples d'envasat.

En el funcionament inicial d'aquest cas, el procés de quallat i dosificat es realitza de la mateixa manera, la única diferència es troba en l'augment de la qualitat i productivitat que té la dosificadora proposada.

La primera diferència la trobem a la zona de premsat, on els motlles amb la tapa ja posada, guiats per la cinta transportadora, entren i es col·loquen directament a la premsa. Seguidament, quan la premsa està plena, es realitza el premsat mitjançant l'inflat d'un matalàs que reparteix equitativament la pressió requerida sobre tots els motlles dins

d'aquesta. Un cop acabat el premsat, els motlles surten també automàticament cap a una altra cinta transportadora i s'extreu la tapa amb l'ús del mateix equip proposat a la versió automàtica.

L'altra diferència del procés d'elaboració de formatge la trobem al següent pas; on un equip volteja el motlle ple i un altre realitza el desmoldeig del formatge per bufat inferior amb uns plats d'extracció i amb una pinça agafa els motlles i els va posant en una cinta paral·lela que junt amb la de la tapa aniran a parar al túnel de rentat, tot automàticament.

Els formatges surten per una tercera cinta i arriben al canal d'entrada del salador. S'introdueixen per una rampa i són guiats per una corrent de salmorra fins les gàbies. A mesura que el pis de la gàbia es va emplenant, es submergeix per emplenar el següent mitjançant un sistema hidràulic. Igual que l'altra alternativa, s'acaba el procés passat 16 hores, ja que serien els mateixos equips per el tractament de la salmorra, així que les gàbies s'aixequen, s'obren les comportes i la corrent d'aigua evacua i guia els formatges fins la sortida.

Seguidament, el formatge passen per tres túnels: túnel de rentat amb aigua, on s'elimina la salmorra sobrant del formatge; túnel aplicador d'antisèptic, on s'aplica producte desinfectant per crear una capa protectora que impedeixi la aparició de fongs i túnel d'assecat, on s'elimina la humitat superficial. Seguidament, s'arriba a la línia d'envasat, on es realitzen les mateixes funcions que en el cas anterior, però amb equips totalment automàtics i amb més capacitat de producció.

Respecte la maduració i conservació, es considera la mateixa distribució que a l'altra alternativa, ja que ara s'haurien de guardar 75 tones i la capacitat màxima de la càmera seguiria sent de 78,3 tones.

Per veure com s'ha dut a terme el disseny d'aquesta planta, es poden consultar els següents apartats:

- *Annexos, apartat 3: Càlculs previs i productius i diagrama de producció.*
- *Plànol 4: Layout de la planta.*
- *Amidament i Pressupost, apartat 2.*

## 5.2 Temps de procés i capacitat productiva de cada equip

La comparativa amb els casos precedents, en quan a la variació dels equips, queda reflectida a la taula següent:

	Actual	Semiautomàtica	Automàtica
<b>Cubes de quallar</b>	2	3	3
<b>Carros de pre-premsat</b>	2	-	-
<b>Dosificadora</b>	-	1	1
<b>Premsa</b>	1	2	2
<b>Desmoldejador</b>	1	1	1
<b>Salador</b>	1	1	1

Taula 16: Comparativa dels equips: Planta Actual vs Semiautomàtica vs Automàtica.

La variació d'aquesta planta respecte l'altra alternativa, no és quantitativa, sinó qualitativa, tal com s'ha explicat en el seu funcionament.

Com a conseqüència, els temps de procés, el nombre d'unitats i la capacitat de cada sistema passaria a ser:

	Unitats	Capacitat (m3)	Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	3	5	280
<b>Dosificadora</b>	1	5	30
<b>Premsa</b>	2	5	240
<b>Desmoldejador</b>	1	5	30

Taula 17: Capacitat productiva i temps de procés dels equips de la Planta Semiautomàtica.

Així que la capacitat productiva diària de cada un d'aquests, podria arribar a ser:

	Capacitat productiva diària (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	76
<b>Dosificadora</b>	230
<b>Premsa</b>	58
<b>Desmoldejador</b>	240

Taula 18: Capacitat productiva diària dels nous equips d'elaboració.

A més, el salador podria arribar a cobrir la producció diària de 5 tones de formatge.

### 5.3 Capacitat productiva de la planta

En el nou diagrama de producció (veure apartat annexos), s'estableixen fins a 10 cicles de producció diaris, així que se'n realitzarien 4 més.

La capacitat productiva teòrica seria de 50 m3 de llet al dia, equivalents a 11.000 m3 l'any.

On el grau d'ocupació dels equips que conformarien la planta seria:

<b>Cubes de quallar</b>	66%
<b>Dosificadora</b>	22%
<b>Premsa</b>	86%
<b>Desmoldejador</b>	21%

*Taula 19: Grau d'ocupació dels equips que conformen la Planta Automàtica.*

Si es necessita treballar més dies la setmana, les capacitats màximes podrien passar a ser:

<b>Dies laborals / setmana</b>	5	6	7
<b>Capacitat anual ( m3 )</b>	11.000	13.200	15.400

*Taula 20: Capacitat teòrica de la planta segons els dies laborals.*

## 5.4 Volum d'inversió

Les diferents partides pressupostades que formen part de l'adaptació de la planta automàtica, queden reflectides al quadre següent:

### RESUM PRESSUPOST

<b>ELABORACIÓ DE FORMATGE FRESC PREMSAT</b>	1.047.679 €
<b>SALADOR</b>	374.861 €
<b>CONDICIONAMENT SORTIDA SALADOR</b>	102.391 €
<b>MAQUINÀRIA PER ENVASAT DE FORMATGE</b>	285.200 €
<b>ACCESORIS CÀMARES DE MADURACIÓ</b>	87.390 €
<b>CANONADES i VALVULERIA</b>	65.703 €
<b>AUTOMATIZACIÓ</b>	93.031 €
<b>ENGINYERIA</b>	26.106 €
<b>MUNTATGE I POSADA EN MARXA</b>	133.000 €
<b>TOTAL</b>	<b>2.215.361 €</b>

*Taula 21: Pressupost per la Planta Automàtica.*



## 5.5 Costos directes de producció

Respecte la mà d'obra necessària pel correcte funcionament de la planta automàtica, queda reflectida a la taula següent:

Procés	Mà d'obra directa (operari / torn)
Elaboració del formatge	4
Salat	1
Condicionament	1
Envasat	1
Maduració i conservació	3
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

Taula 22: Mà d'obra directa de la Planta Automàtica.

La diferència en el procés d'elaboració, respecte l'altra alternativa, es troba en el desmoldeig i el premsat, on s'estalvien dos operaris. Un degut a la introducció del desmoldejador totalment automàtic, mentre que l'altre, a l'ús de les premses verticals pneumàtiques.

En el cas del salat, al tenir un salador més autonòmic, amb l'ús d'un operari pel control de tota la sala es suficient.

L'última diferència la tenim a la línia d'envasat, on al introduir un sistema robotitzat, ens estalviem els dos operaris que anirien col·locant i embossant el formatge, previ a l'envasat al buit.

Totes aquestes variacions queden reflectides a la taula següent:

Procés	Mà d'obra directa (operari/torn)		
	Manual	Semiautomàtica	Automàtica
Elaboració de formatge	8	6	4
Salat	3	2	1
Condicionament	0	1	1
Envasat	1	3	1
Maduració i conservació	5	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>10</b>

Taula 23: Comparativa de la mà d'obra directa: Planta Actual vs Semiautomàtica vs Automàtica.

## 5.6 Costos unitaris de producció

El cost de producció de mà d'obra directa per m<sup>3</sup> de llet a plena capacitat de la instal·lació, considerant 3 torns de treball durant 5 dies laborals a la setmana, seria de 57,6 €/ m<sup>3</sup>.

En el cas de que es vulguin augmentar els dies laborals, el cost anual de mà d'obra passaria a ser:

Dies Laborals / setmana	5	6	7
<b>Cost (€)</b>	<b>633.600</b>	<b>760.320</b>	<b>887.040</b>

Taula 24: Cost de mà d'obra directa segons els dies laborals.

## 5.7 Càlcul del VAN i Pay-Back

Igual que amb la planta semiautomàtica, la taula següent ens calcula el nombre de dies necessaris a la setmana per a cobrir tota la producció, el grau d'ocupació segons els dies treballats a la setmana i el cost anual de mà d'obra directa que això s'oposa.

Any	Venda anual Tn	Venda anual m <sup>3</sup>	Manual			Automàtica			Flux Net de Caixa
			Dies Laborals setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	Dies Laborals setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	
0	625	6.250	● 5	95%		● 5	57%		<b>-2.215.361 €</b>
1	663	6.625	● 5	98%	1.077.120 €	● 5	57%	633.600 €	443.520 €
2	702	7.023	● 6	88%	1.292.544 €	● 5	61%	633.600 €	658.944 €
3	744	7.444	● 6	92%	1.292.544 €	● 5	66%	633.600 €	658.944 €
4	789	7.890	● 6	98%	1.292.544 €	● 5	70%	633.600 €	658.944 €
5	836	8.364	● 7	89%	1.507.968 €	● 5	75%	633.600 €	874.368 €
6	887	8.866	● 7	95%	1.507.968 €	● 5	80%	633.600 €	874.368 €
7	940	9.398	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	84%	633.600 €	874.368 €
8	996	9.962	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	89%	633.600 €	874.368 €
9	1.056	10.559	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	93%	633.600 €	874.368 €
10	1.119	11.193	● 7	100%	1.507.968 €	● 5	98%	633.600 €	874.368 €
								<b>VAN</b>	<b>5.451.199 €</b>

Taula 25: VAN de la Planta Automàtica respecte l'Actual.

Com es pot observar, amb la instal·lació de la planta automàtica, seria a partir de l'onze any on obligatòriament s'hauria de començar a treballar els dissabtes per arribar a cobrir totes les necessitats.

El flux net de caixa (VAN), considerant els 10 proper anys, seria de 5,4 M€. Mentre que el Payback de la inversió inicial s'aconseguiria al cap de 3,7 anys.

## 6 Decisió

Segons els càlculs i anàlisis previs, podem destacar:

- ✓ El volum d'inversió de la planta semiautomàtica es d'uns 750.000 € inferior. Aquest punt ens aporta més seguretat en quan a la possibilitat de que les vendes no creixin al ritme previst del 6% anual.
- ✓ La planta automàtica té un nivell d'automatització més elevat, per lo que la necessitat de mà d'obra directa es sensiblement inferior.
- ✓ El cost per m<sup>3</sup> de llet disminueix a la planta semiautomàtica i encara més a la automàtica.
- ✓ Només amb la planta automàtica cobrim les previsions per sobre els 10 anys, que era una de les especificacions del client.
- ✓ El VAN de la planta automàtica és superior al de la semiautomàtica.
- ✓ El Payback de la planta automàtica és quasi d'un any inferior.

En definitiva, segons aquestes conclusions extretes, optem per la **Planta Automàtica** com a millor solució a les especificacions del client. A més, aquesta està més ben dissenyada per realitzar futures ampliacions, optimitzant al màxim el cost d'inversió.

## 7 Ampliacions

### 7.1 Introducció

Segons els requeriments del Client, el que ens queda és la previsió de futures ampliacions pels propers 20 anys.

Per això, s'han estudiat una sèrie d'ampliacions, tenint en compte la viabilitat d'espai disponible de la nau existent del Client i la productivitat que es necessitarà cobrir.

Un cop realitzat l'estudi al detall, hem trobat com a millor solució tecnicoeconòmica la opció d'una ampliació de la planta automàtica, dividida en dos fases.

### 7.2 Primera fase d'ampliació

#### 7.2.1 Descripció de la instal·lació

Per la primera fase d'ampliació, es considera com a millor opció, tenint en compte l'espai disponible de la nau del Client i l'augment de la productivitat que això comporta, una planta que pot cobrir una producció de 85.000 litres diaris. Aquesta, es completaria introduint els següents equips a la planta automàtica plantejada:

- 1 cuba de quallar "doble zero" d'una capacitat de 5 m<sup>3</sup> (4 en total).
- 2 premses verticals automàtiques (4 en total).
- Ampliació del salador existent afegint 2 pisos més als 4 containers (6 en total), per una capacitat diària de 8,5 tones.
- 1 equip frigorífic per cada càmera, maduració i conservació (2 per cada en total).

Tots els processos es realitzaran exactament igual. Amb els sistemes introduïts, no s'ha de modificar cap instal·lació ni equip existent, on aquests últims treballaran igualment entre el seu marge per arribar a assolir la nova producció.

Per veure com s'ha dut a terme el disseny d'aquesta planta d'ampliació, es poden consultar els següents apartats:

- *Annexos, apartat 4:* Càlculs previs i productius i diagrama de producció.
- *Plànol 5:* Layout de la planta.
- *Amidament i Pressupost, apartat 3.*

### 7.2.2 Temps de procés i capacitat productiva de cada equip

La comparativa amb la instal·lació automàtica, en quan a la variació del nombre d'equips, queda reflectida a la taula següent:

	Automàtica	1ª Fase d'Ampl.
<b>Cubes de quallar 5m3</b>	3	4
<b>Dosificadora</b>	1	1
<b>Premsa</b>	2	4
<b>Desmoldejador</b>	1	1

*Taula 26: Comparativa dels equips: Planta Automàtica vs 1ª Fase d'Ampliació.*

On la capacitat productiva diària de cada equip passaria a ser:

	Capacitat productiva diària (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	101
<b>Dosificadora</b>	230
<b>Premsa</b>	116
<b>Desmoldejador</b>	240

*Taula 27: Capacitat productiva diària dels nous equips d'elaboració.*

A més, amb l'ampliació i modificació del salador existent, es podria arribar a cobrir una producció diària de 8,5 tones de formatge.

### 7.2.3 Capacitat productiva de la planta

En el diagrama de producció corresponent (veure apartat annexos), amb marge de sobre Per a poder produir els 85 m3 establerts, en el diagrama de producció corresponent (veure apartat annexos), es poden realitzar amb marge de sobres 17 cicles productius de 5 m3 cada un.

On el grau d'ocupació dels equips que conformarien la planta seria:

	Grau d'ocupació
<b>Cubes de quallar</b>	84%
<b>Dosificadora</b>	37%
<b>Premsa</b>	73%
<b>Desmoldejador</b>	35%

*Taula 28: Grau d'ocupació dels equips que conformen la 1ª Ampl. de la Planta Automàtica.*

#### 7.2.4 Càmera de maduració

Pel procés de maduració i conservació, no es tindrà capacitat suficient d'emmagatzemat a les càmeres.

Com a única solució, s'ha dissenyat una ampliació de la nau de 45 m<sup>2</sup>, la qual està pensada per una segona càmera de maduració, una de conservació i una sala entre mig. Aquesta última, s'ha pensat per realitzar el procés de tallat i envasat sense haver de transportar-ho tot cap a l'altre punt existent. A més, s'haurà de moure la zona d'expedició obligatòriament, com es pot observar al *Plànol 6*.

Així que amb aquesta ampliació, es tindrà una capacitat màxima de maduració de 181,2 tones, perfecte per guardar les 127,5 tones de formatge a produir per aquesta 1<sup>a</sup> ampliació i lo just per emmagatzemar tota la producció que s'assolirà a la 2<sup>a</sup> fase.

#### 7.2.5 Volum de d'inversió

A la taula següent, es pot observar el cost d'inversió d'aquesta primera ampliació de la planta automàtica:

##### RESUM PRESSUPOST

<i>ELABORACIÓ DE FORMATGE FRESC PREMSAT</i>	448.092 €
<i>AMPLIACIÓ I MODIFICACIÓ DEL SALADOR</i>	93.634 €
<i>EXISTENT</i>	
<i>ACCESORIS CÀMARES DE MADURACIÓ I</i>	56.895 €
<i>CONSERVACIÓ</i>	
<i>CANONADES i VALVULERIA</i>	20.938 €
<i>AUTOMATIZACIÓ</i>	31.310 €
<i>ENGINYERIA</i>	7.567 €
<i>MUNTATGE I POSADA EN MARXA</i>	29.900 €

<b>TOTAL</b>	<b>688.336 €</b>
--------------	------------------

*Taula 29: Pressupost per la 1<sup>a</sup> Ampl. de la Planta Automàtica.*

#### 7.2.6 Costos directes de producció

Donat l'increment de producció respecte la planta automàtica, ens veurem amb la necessitat d'incrementar lleugerament el nombre d'operaris en algun procés, tal i com queda reflectit en el quadre següent:

Procés	Automàtica	1ª Fase Ampliació
<b>Elaboració formatge</b>	4	4
<b>Salador</b>	1	1
<b>Condicionament</b>	1	1
<b>Envasat</b>	1	1
<b>Maduració i conservació</b>	3	4
<b>TOTAL</b>	10	11

Taula 30: Mà d'obra directa de la Planta Automàtica vs 1ª Ampliació.

### 7.2.7 Costos unitaris de producció

El cost de producció de mà d'obra directa per m3 de llet a plena capacitat de la instal·lació, considerant 3 torns de treball durant 5 dies laborals a la setmana, passen a ser de 37,3 € / m3. Respecte la instal·lació automàtica, el cost continua a la baixa ja que s'ha incrementat la producció sense augmentar pràcticament el nombre d'operaris.

## 7.3 Segona fase d'ampliació

### 7.3.1 Descripció de la instal·lació

La segona fase d'ampliació plantejada, podrà cobrir una producció de 120.000 litres diaris. Aquesta, es completarà introduint els següents equips a la planta de la primera fase d'ampliació:

- 2 cubes de quallar "doble zero" d'una capacitat de 10 m3.
- Modificació de totes les premses existents.
- Ampliació del salador existent afegint 2 pisos més als 4 containers (8 en total), per una capacitat diària de 12 tones.

Per veure com s'ha dut a terme el disseny d'aquesta planta d'ampliació, es poden consultar els següents apartats:

- *Annexos, apartat 5:* Càlculs previs i productius i diagrama de producció.
- *Plànol 6:* Layout de la planta.
- *Amidament i Pressupost, apartat 4.*

### 7.3.2 Temps de procés i capacitat productiva de cada equip

La comparativa respecte la instal·lació automàtica, en quan a la variació del nombre d'equips, queda reflectit a la taula següent:

	Automàtica	1ª Fase Ampl.	2ª Fase Ampl.
<b>Cubes de quallar</b> 5 m3	3	4	4
10 m3	-	-	2
<b>Dosificadora</b>	1	1	1
<b>Prensa</b>	2	4	4
<b>Desmoldejador</b>	1	1	1

Taula 31: Comparativa dels equips instal·lats.

On la capacitat productiva diària i el seu grau d'ocupació de cada un, passaria a ser:

	Capacitat Productiva diària	Grau d'ocupació
<b>Cubes de quallar</b>	201 m3	60%
<b>Dosificadora</b>	230 m3	39%
<b>Prensa</b>	155 m3	77%
<b>Desmotllador</b>	240 m3	38%

Taula 32: Capacitat productiva diària dels nous equips d'elaboració.

### 7.3.3 Capacitat productiva de la planta

Segons els 18 cicles productius establerts en el diagrama de producció corresponent (12 cicles de 5 m3 i 6 cicles de 10 m3 ), s'estableix una producció diària de 120 m3.

### 7.3.4 Premses apilades i càmera de maduració

Pel procés de premsat, al no tenir més espai disponible dins la nau per afegir més premses, s'ha optat per modificar les existents i que es puguin apilar els formatges en 2 pisos. Així que es duplicarà la capacitat de premsat, suficient per cobrir la nova producció.

Respecte a la maduració, ara es guardaran 180 tones de formatge, així que amb l'ampliació que s'ha aconseguit assolir una capacitat màxima de maduració és de 181,2 tones, tindrem justament l'espai necessari.



### 7.3.5 Volum de d'inversió

A la taula següent, es pot observar el cost d'inversió d'aquesta segona ampliació de la planta automàtica:

#### RESUM PRESSUPOST

<b>ELABORACIÓ DE FORMATGE FRESC PREMSAT</b>	<b>669.753 €</b>
<b>AMPLIACIÓ I MODIFICACIÓ DEL SALADOR EXISTENT</b>	<b>93.634 €</b>
<b>CONDICIONAMENT SORTIDA SALADOR</b>	<i>Opcional</i>
<b>MAQUINÀRIA PER ENVASAT DE FORMATGE</b>	<i>Opcional</i>
<b>ACCESORIS CÀMARES DE MADURACIÓ</b>	<b>44.005 €</b>
<b>CANONADES i VALVULERIA</b>	<b>24.844 €</b>
<b>AUTOMATIZACIÓ</b>	<b>41.600 €</b>
<b>ENGINYERIA</b>	<b>10.333 €</b>
<b>MUNTATGE I POSADA EN MARXA</b>	<b>59.200 €</b>

<b>TOTAL</b>	<b>943.369 €</b>
--------------	------------------

Taula 33: Pressupost de la 2ª ampliació de la Planta Automàtica.

### 7.3.6 Costos directes de producció

Respecte a la primera ampliació, no hi hauria variació de mà d'obra directa en el procés de fabricació, tal com queda reflectit en la següent taula :

Procés	Automàtica	1ª Fase	2ª Fase
<b>Elaboració formatge</b>	4	4	4
<b>Salador</b>	1	1	1
<b>Condicionament</b>	1	1	1
<b>Envasat</b>	1	1	1
<b>Maduració i conservació</b>	3	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Taula 34: Mà d'obra directa de la Planta Automàtica vs 1ª i 2ª Ampliació.

### 7.3.7 Costos unitaris de producció

El cost de producció de mà d'obra directa per m3 de llet a plena capacitat de la instal·lació, considerant 3 torns de treball durant 5 dies laborals a la setmana, passa a ser de 26,4 € / m3 .

## 7.4 Càlcul del VAN i Pay-Back

La 1<sup>a</sup> fase de l'ampliació, la realitzariem just en el moment en que la capacitat de la planta automàtica treballant amb una ocupació del 100% els 5 dies a la setmana.

El flux net de caixa (VAN), considerant els 10 propers anys, seria de 756.000 €. Mentre que el Payback de la inversió inicial s'aconseguiria al cap de 4,7 anys, tal i com indica la taula següent :

Any	Venda anual Tn	Venda anual m3	Automàtica			1ª Fase			Flux Net de Caixa
			Dies Laborals setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	Dies Laborals / setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	
11	1.186	11.864	6	89%	760.320 €	5	59%	696.960,0	-688.336 €
12	1.258	12.576	6	93%	760.320 €	5	64%	696.960,0	63.360 €
13	1.333	13.331	7	86%	887.040 €	5	70%	696.960,0	190.080 €
14	1.413	14.131	7	89%	887.040 €	5	75%	696.960,0	190.080 €
15	1.498	14.978	7	96%	887.040 €	5	75%	696.960,0	190.080 €
16	1.588	15.877	7	100%	887.040 €	5	80%	696.960,0	190.080 €
17	1.683	16.830	7	100%	887.040 €	5	86%	696.960,0	190.080 €
18	1.784	17.840	7	100%	887.040 €	5	91%	696.960,0	190.080 €
19	1.891	18.910	7	100%	887.040 €	5	96%	696.960,0	190.080 €
20	2.004	20.045	7	100%	887.040 €	6	89%	836.352,0	50.688 €
								<b>VAN</b>	<b>756.272 €</b>

Taula 35: VAN de la 1ª fase d'Ampliació.

Aquesta 1<sup>a</sup> fase de l'ampliació, ens permetria cobrir les expectatives de venda en els següents 9-10 anys continuant amb els creixements previstos del 6 %.

La 2<sup>a</sup> fase de l'ampliació, la duríem a terme una vegada assolida la capacitat de la 1<sup>a</sup> fase i ens permetria cobrir 6 anys més de creixement.

El VAN de la inversió és de 729.000 € i el Payback de 4,9 anys, tal i com es pot veure en el quadre següent:

Any	Venda anual Tn	Venda anual m3	1ª Fase			2ª Fase			Flux Net de Caixa
			Dies Laborals / setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	Dies Laborals / setmana	Ocupació	Cost Anual mà d'obra	
19	1.891	18.910	5	96%	696.960,0	5	68%	696.960,0	-943.368,8
20	2.004	20.045	6	89%	836.352,0	5	76%	696.960,0	139.392 €
21	2.125	21.247	6	94%	836.352,0	5	80%	696.960,0	139.392 €
22	2.252	22.522	6	98%	836.352,0	5	83%	696.960,0	139.392 €
23	2.387	23.873	7	88%	975.744,0	5	87%	696.960,0	278.784 €
24	2.531	25.306	7	95%	975.744,0	5	95%	696.960,0	278.784 €
25	2.682	26.824	7	100%	975.744,0	5	98%	696.960,0	278.784 €
26	2.843	28.434	7	100%	975.744,0	6	88%	836.352,0	139.392 €
27	3.014	30.140	7	100%	975.744,0	6	95%	836.352,0	139.392 €
28	3.195	31.948	7	100%	975.744,0	6	98%	836.352,0	139.392 €
29	3.386	33.865	7	100%	975.744,0	7	89%	975.744,0	0 €
								<b>VAN</b>	<b>729.335 €</b>

Taula 36: VAN de la 2ª fase d'Ampliació.

## 8 Conclusions

- Ens decidim per la **Planta Automàtica** en front de la semiautomàtica per:
  - ✓ El VAN de la planta automàtica és superior al de la semiautomàtica.
  - ✓ El Payback de la planta automàtica és quasi d'un any inferior.
  - ✓ Reducció considerable del cost de mà d'obra directe.
  - ✓ Incrementem la capacitat productiva de 30 a 50 Tn dia.
  - ✓ Només amb la planta automàtica cobrim les previsions per sobre els 10 anys, que era una de les especificacions del client.
  - ✓ El nivell d'automatització és més elevat i la planta queda preparada per a futures ampliacions.
- **Triem aquest disseny de la 1ª Fase de les Ampliacions** degut a que :
  - ✓ S'amplia la capacitat productiva amb un 70% sobre la planta automàtica.
  - ✓ S'incrementa la capacitat fins a 85 m3 / dia .
  - ✓ El VAN és positiu amb un payback de 4.3 any.
  - ✓ Es cobreix en 9 anys l'expectativa de creixement de l'empresa.
- **Triem aquest disseny de la 2ª Fase de les Ampliacions** degut a que :
  - ✓ S'amplia un 40% la capacitat productiva respecte a la primera fase.
  - ✓ Es situa la capacitat de la planta als 120 m3 / dia.
  - ✓ No s'incrementa el cost de la mà d'obra directa.
  - ✓ El VAN és positiu amb un payback de 4.9 any.
  - ✓ Es cobreix els següents 6 anys de creixement de l'empresa.

## **9 Relació de documents**

Document 1: Memòria i annexos

Document 2: Plànols

Document 3: Amidaments

Document 4: Pressupostos

Document 5: Fitxers electrònics amb Excel, Diagrames de Producció.

## 10 Bibliografia

- Convenio colectivo estatal para las industrias lácteas y sus derivados 2019
  - <https://www.boe.es/boe/dias/2019/06/05/pdfs/BOE-A-2019-8348.pdf>
- Funcionament dels equips
  - <http://www.fibosa.com/>