

d'eco

gestió

manuais

Prevenció de la contaminació en la indústria làctia

14

Prevenció de la contaminació en la indústria làctia

Manuels d'ecogestió, 14

Prevenció de la contaminació en la indústria làctia

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

Prevençió de la contaminació en la indústria làctia. - (Manuais d'ecogestió ; 14)
Bibliografia
ISBN
I. Catalunya. Departament de Medi Ambient II. Col·lecció:
Manuais d'ecogestió ; 14
1. Indústria làctia - Aspectes ambientals

Prevençió de la contaminació en la indústria làctia
Manuais d'ecogestió, 14

© Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
<http://www.gencat.net/mediamb/>

Primera edició: juny 2003
Tiratge: 300 exemplars

Compaginació: Gràfiques APR
Impressió: Centre de Reproducció Color, SA
Redacció: CEINAL, SA

Coordinació tècnica: Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient, SA

Aquesta publicació ha estat feta amb paper ecològic mat de 80 g
i les cobertes en cartolina ecològica couxé mat de 250 g.

DL: B. 25.616-2003
ISBN:



Sumari

Presentació

1. Introducció. Objectius i estructura	10
2. Metodologia	12
3. Sector lacter a Catalunya	14
3.1. Visió general de la indústria làctia catalana	14
3.1.1. Activitats incloses en el sector lacter	14
3.1.2. Importància econòmica del sector a Catalunya	14
3.2. Producció de llet en origen	16
3.2.1. Anàlisi provincial de la producció total de llet	16
3.2.2. Distribució comarcal de la llet	17
3.2.3. Tipus de llet produïda en origen	20
3.2.4. Situació de Catalunya respecte a l'Estat espanyol	20
3.3. Indústries làcties	23
3.3.1. Situació subsectorial	23
3.3.2. Estructura subsectorial	24
3.3.3. Mercat estatal	25
3.3.4. Consum	25
3.3.5. Comerç	27
4. Descripció dels principals processos productius de la indústria làctia i aspectes mediambientals associats	29
4.1. Producció de llet de consum	30
4.1.1. Descripció general del procés productiu de la llet tractada tèrmicament	31
4.1.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals	34
4.1.3. Aspectes mediambientals en el procés d'elaboració de llet tractada tèrmicament	43
4.2. Productes lactis obtinguts a partir del greix de la llet: nata i mantega	45
4.2.1. Descripció general del procés productiu de la nata i la mantega	46
4.2.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals	48

4.2.3. Aspectes mediambientals en l'elaboració de nata i mantega	54
4.3. Producció de llet fermentada	56
4.3.1. Descripció general del procés productiu del iogurt	57
4.3.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals	59
4.3.3. Aspectes mediambientals generats en l'elaboració de iogurt	63
4.4. Producció de formatge	64
4.4.1. Descripció general del procés productiu del formatge	65
4.4.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals	66
4.4.3. Aspectes mediambientals generats en l'elaboració de formatge	77
4.5. Operacions auxiliars a la indústria làctia	78
4.5.1. Operacions de neteja i desinfecció	78
4.5.2. Generació de vapor	81
4.5.3. Generació de fred	82
4.5.4. Abastament d'aigua	83
4.5.5. Aspectes mediambientals generats a les operacions auxiliars de la indústria làctia.....	84
5. Aspectes mediambientals de la indústria làctia	86
5.1. Consum d'aigua	86
5.2. Consum d'energia	87
5.3. Aigües residuals	89
5.4. Residus	93
5.5. Emissions a l'atmosfera	96
5.6. Soroll	97
6. Oportunitats per prevenir i reduir en origen la contaminació	98
OPC01. Control de les matèries primeres	101
OPC02. Reduir les pèrdues de llet	102
OPC03. Segregació dels llots de clarificació	105
OPC04. Aprofitament del xerigot	107
OPC05. Recuperació i valorització del xerigot	108
OPC06. Recuperació del producte retingut a les conduccions	115
OPC07. Recuperació de salmorres	118
OPC08. Reducció de les pèrdues de quallada i disminució de fins en el farciment de motlles	121
OPC09. Optimització del percentatge de recuperació de calor en els tractaments tèrmics de pasteurització i esterilització UHT	123
OPC10. Recuperació de l'aigua de condensació	127
OPC11. Optimització de les operacions de neteja de les instal·lacions i superfície d'equipaments	128
OPC12. Optimització del sistema de neteja CIP	132

OPC13. Control periòdic de les emissions de les calderes	137
OPC14. Utilització d'un sistema primari de generació d'aigua calenta	139
OPC15. Substitució dels fluids frigorífics clorats (CFC i HCFC) per fluids frigorífics alternatius lliures de clor	141
OPC16. Optimització del rendiment energètic mitjançant cogeneració	144
OPC17. Aïllament adequat dels dipòsits de magatzem en refrigeració i escalfament	148
OPC18. Disminució de la potència necessària als dipòsits d'emmagatzematge de llet crua	150
OPC19. Substitució de combustible gas-oil per gas natural	152
OPC20. Disminució del consum d'energia a l'escalfament i refredament de fluids mitjançant l'ús de bombes de calor	154
OPC21. Ús d'energies renovables: energia solar i tèrmica (sistema de temperatura mitjana)	158
OPC22. Minimització dels residus d'envasos	162
OPC23. Bones Pràctiques per reduir el consum d'aigua	164
OPC24. Bones Pràctiques per reduir el consum d'energia	166
OPC25. Bones Pràctiques per reduir les emissions de gasos	167
OPC26. Bones Pràctiques per facilitar la gestió dels residus	168
OPC27. Conceptes mediambientals en el disseny de nous productes	169
7. Balanç mediambiental de les OPC descrites anteriorment	172
7.1. OPC que representen una disminució del consum d'aigua, lligat a una reducció del volum d'aigües residuals que es generen a les indústries del sector lacti	172
7.2. OPC que plantegen la valorització d'un residu amb la conseqüent disminució del volum i la càrrega contaminant del corrent residual al que són abocats	173
7.3. OPC que representen una disminució del consum d'energia i/o una disminució de les emissions atmosfèriques	174
7.4. OPC que representen una disminució del consum de matèries primeres o reducció de la generació de residus sòlids	175
8. Aplicació de les OPC descrites	176
9. Gestió dels corrents residuals generats	179
10. Casos pràctics	182
11. Bibliografia	192
Índex de figures	201
Índex de taules	204

Presentació

La nova gestió empresarial contempla la integració del factor ambiental com a element estratègic de competitivitat i d'adaptació a les demandes actuals i previsibles del mercat. D'aquesta forma, el medi ambient s'ha convertit en un dels factors que les empreses han d'integrar en la seva gestió global, com un element dinamitzador de la modernització i optimització de l'organització.

I aquest fet és especialment significatiu en les empreses del sector lacti, un sector on la qualitat, el respecte pel medi ambient i la seguretat alimentària són elements essencials dins l'estratègia empresarial i en la comunicació amb els consumidors.

I dins aquesta aproximació entre empresa i medi ambient, la prevenció en origen de la contaminació ha de constituir l'objectiu prioritari, tant per raons empresarials com ambientals. Evitar la generació d'impacte és, sempre, l'alternativa preferible

En aquest sentit, la col·lecció de manuals d'ecogestió és una eina amb la que el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya vol posar a disposició de les empreses tot un seguit d'alternatives pràctiques i provades per orientar-les sobre com adaptar els seus procediments de treball i, si és necessari, els seus processos, per aconseguir tant la millora del rendiment productiu i la gestió més eficaç dels recursos disponibles, com la disminució dels potencials impactes ambientals de l'activitat.

Aquest manual, s'adreça a les empreses de fabricació de productes lactis, presentant un recull d'alternatives de prevenció en origen de la contaminació i d'exemples reals a Catalunya que facilitin la percepció dels avantatges ambientals i econòmics que suposa l'estratègia empresarial integrada aplicada al sector, aportant idees que altres empreses puguin incorporar per optimitzar la seva producció i organització.

Desitgem, doncs, que aquesta publicació que posem al vostre abast us serveixi d'orientació i faciliti la presa de decisions que comportin una millora de la gestió empresarial prenent com a base la incorporació de criteris ambientals.

Alfons Manuel López Salgueiro
Director General de Qualitat Ambiental



1

Introducció, objectius i estructura

La Indústria làctia representa a Catalunya un percentatge important del total de la indústria agroalimentària, al voltant del 7 % en xifra de negocis. Es tracta, a la vegada, d'un subsector de composició heterogènia, en el que hi conviuen petites i mitjanes empreses que continuen treballant de manera artesana, i grans multinacionals que han triat el nostre territori per instal·lar les seves seus socials i part important de les seves instal·lacions productives. Aquest fet no facilita l'estudi i difusió de solucions tècniques que siguin d'aplicació de manera adequada per a totes elles.

El respecte al medi ambient s'ha convertit en els darrers anys en un objectiu prioritari general: els ciutadans, les Administracions públiques com a representants seus, i els industrials mateixos, han pres diferents camins per treballar i millorar diferents aspectes lligats al respecte al medi ambient, si bé, cada cop més, aquests camins conflueixen i comparteixen un objectiu comú: la sostenibilitat. Els industrials han vist en l'aplicació de tècniques que millorin la seva relació amb el medi ambient, no només un avantatge des del punt de vista exclusivament social (relacions amb l'Administració, els veïns, els consumidors, etc.) sinó que també han començat a detectar avantatges des del punt de vista econòmic, i per tant competitiu, de les seves empreses, ja que de l'aplicació d'aquestes tècniques han sabut trobar implicacions directes sobre els seus comptes d'explotació.

Aquest panorama ha estimulat la redacció d'aquest Manual de prevenció de la contaminació a la indústria làctia a Catalunya, en endavant el Manual, per part del Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient SA (CEMA), del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, que té, entre els seus objectius principals, promoure, impulsar i assessorar les empreses en l'adopció de pràctiques, tècniques i tecnologies encaminades a prevenir en origen la contaminació i difondre el concepte de Producció més Neta i prevenció en origen de la contaminació.

L'objectiu principal d'aquest Manual és, doncs, apropar a les empreses industrials del sector lacti català el coneixement necessari per avaluar la possible aplicació de les tècniques que s'hi descriuen, i estimular-los en la recerca de noves tècniques d'aplicació específica en les

seves instal·lacions. A diferència d'altres publicacions, aquest Manual no pretén ser un recull de totes les tecnologies que es fan servir a la indústria làctia del nostre país, sinó que pretén mostrar, mitjançant la tria de determinats processos productius estàndards presents al nostre país, com es pot fer una anàlisi de l'impacte ambiental de cadascun d'ells i presentar-los alternatives respectuoses amb el medi ambient, amb la informació necessària perquè cada indústria en concret pugui avaluar la viabilitat tècnica i econòmica de l'aplicació d'aquestes alternatives en les seves instal·lacions.

El Manual s'estructura, a més d'aquest capítol introductori, en sis capítols més:

- Indústria làctia a Catalunya: s'hi presenten dades socioeconòmiques de caracterització del sector lacter a Catalunya.
- Processos productius: s'hi descriuen els diferents processos productius que s'han considerat d'aplicació estàndard al sector lacter a Catalunya, si bé és evident que cadascun d'ells podrà estar lleugerament modificat en l'aplicació específica a cada instal·lació.
- Aspectes mediambientals: s'hi presenta una descripció dels aspectes mediambientals derivats dels processos descrits en el capítol anterior.
- Oportunitats de prevenció: conté una descripció individualitzada i al detall de diferents Oportunitats de prevenció de la contaminació (OPC), amb dades de caràcter tècnic i econòmic, que permeti l'avaluació per part dels responsables de les indústries, cara a una eventual aplicació d'aquesta avaluació en les seves instal·lacions.
- Casos pràctics: s'hi descriuen alguns exemples reals de com algunes indústries catalanes han millorat els seus processos productius, aplicant-hi alternatives de prevenció de la contaminació i, per tant, minimitzant els impactes ambientals de la seva activitat productiva.
- Conclusions

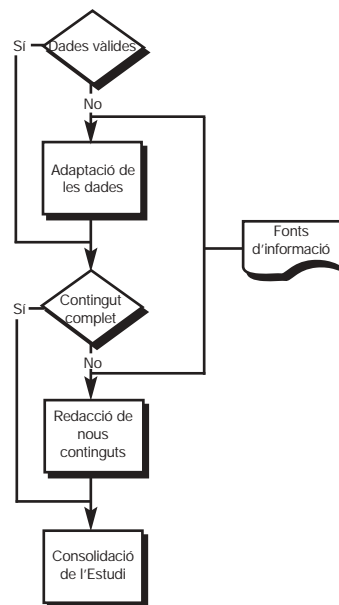
2

Metodologia

Tal com s'ha esmentat, la realització d'aquest Manual per part del CEMA neix arran de la necessitat d'adaptar estudis similars realitzats amb un abast geogràfic més extens i que, per tant, si bé servien com a important font d'informació per als industrials catalans del sector, no sempre proposaven solucions directament aplicables en les nostres indústries.

Tal i com mostra la figura 1, s'ha seguit la següent metodologia per a cada capítol del Manual:

Fig. 1: Metodologia de l'Estudi



¹ L'estudi de referència ha estat el manual "Estudio sobre la prevención y la reducción en origen de la contaminación en la industria láctea en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo", realitzat pel Centre d'Activitat Regional per a la Producció Neta (CAR/PN) (<http://www.cema-sa.org/car/cat/>)

- Revisió dels continguts proposats: reflecteixen la realitat del sector a Catalunya? Aporten valor a l'estat actual de la tecnologia i el coneixement?
- Adaptació dels continguts proposats: bé arran de l'experiència professional dels col·laboradors en el Manual, o bé mitjançant l'ús de les fonts bibliogràfiques triades (vegeu taula 1), s'han complementat els continguts amb informació més actualitzada i de major grau d'interès per als industrials catalans.
- Noves aportacions: comptant amb les mateixes fonts d'informació, s'han detectat continguts, inèdits per a l'Estudi de referència, i que s'han seleccionat pel seu interès, en termes d'innovació o grau d'aplicabilitat, atenent a factors tecnològics i/o econòmics.

Taula 1. Fonts d'informació consultades

Fonts d'informació consultades
Estadístiques oficials de dades industrials
Organitzacions sectorials
Biblioteques universitàries
Contactes amb professionals del sector
Contactes amb les administracions públiques
Revistes i publicacions tècniques
Contactes amb fabricants de tecnologia i béns d'equipament per a la indústria

3

Sector lacteri a Catalunya

3.1. Visió general de la indústria làctia catalana

3.1.1. *Activitats incloses en el sector lacteri*

El sector de la indústria làctia engloba una sèrie d'activitats industrials classificades segons la Classificació Catalana d'Activitats Econòmiques (CCA) en dos grans grups:

- La fabricació de productes lactis (CCA 15.51)
- La fabricació de gelats (CCA 15.52)

El primer grup, el dels productes lactis, està a la seva vegada dividit en dos tipus d'activitats:

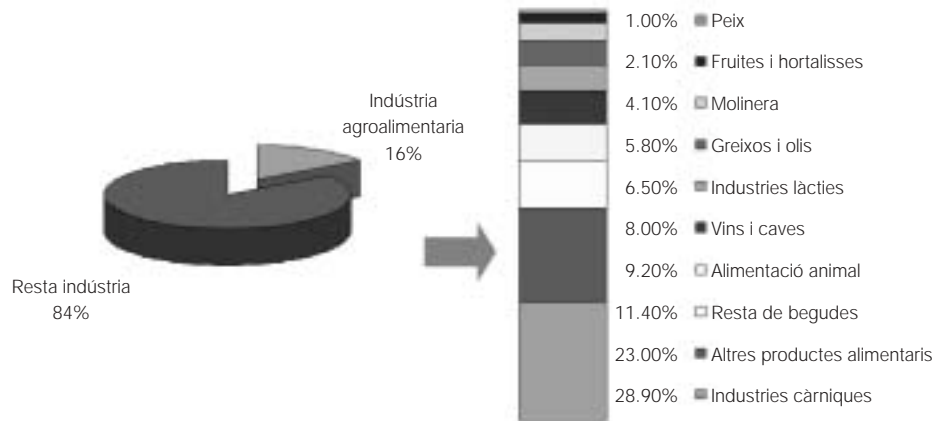
- La preparació de llet, fabricació de mantega i altres productes lactis (CCA 15.511)
- La fabricació de formatges (CCA 15.5112)

Les dades que es presentaran al llarg del manual s'especificaran si fan referència al global de la indústria làctia, o bé a algun dels grups abans definits: la producció de productes lactis o la fabricació de gelats.

3.1.2. *Importància econòmica del sector a Catalunya*

En el seu conjunt, la indústria agroalimentària participa del 15,6% del total de les vendes netes de la indústria catalana. El sector de les indústries làcties arriba a taxes del 6,5% respecte a la totalitat d'indústries agroalimentàries (vegeu Figura 2).

Figura 2. Estructura sectorial de la indústria agroalimentària catalana.



En termes ocupacionals, la indústria agroalimentària té un paper significatiu en el sí del sector fabril català. Segons l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), el nombre de treballadors ocupats en indústries agroalimentàries assolía les 79.200 persones l'any 2000, el que suposava aproximadament un 12% de tots els treballadors industrials a Catalunya. El sector lacti acull el 5% dels treballadors del total d'ocupació de la indústria alimentària (4.000 treballadors).

No obstant, com es pot observar a la taula 2, l'evolució del sector lacti català, i en general de les indústries alimentàries, ha sofert un retrocés en els últims anys amb relació al nombre d'establiments i, com a conseqüència directa, en el nombre d'ocupats del sector. Aquesta tendència pot ser deguda a dues causes:

- A la implantació de la política agrària comunitària en el terreny de les produccions làcties. Aquest fet va conduir a:
 - reduir i redimensionar la capacitat productiva làctia de tots els estats membres.
 - augmentar la dimensió mitjana de les explotacions. Amb aquesta mesura s'ha aconseguit augmentar el rendiment de cada vaca lletera, però ha provocat a la vegada una disminució en el nombre de treballadors del sector.
 - establir límits en les quotes de producció de llet i, per tant, en la fixació d'un màxim de producció i d'un sistema de penalització pel seu excés.
- A l'estancament del mercat lacti.

Malgrat tot, la indústria làctia catalana manté un lleuger creixement econòmic respecte al total d'indústries agroalimentàries degut, principalment, a la gran importància i dinamisme del mercat dels iogurts, molt consolidat en el territori català.

Taula 2. Evolució de les magnituds de la indústria a Catalunya.

Font: IDESCAT

	Indústria agroalimentària			Indústria làctia		
	1999	2000	%variació	1999	2000	% variació
Nombre establiments	4.445	4.260	-4.16%	134	119	-11.19%
Nombre ocupats (milers)	79.2	79.8	0.76%	4.1	4	-2.44%
Ingressos d'explotació(*)	1.6067.300	16.027.644	-0.25%	957.528	1.005.779	5.04%
Vendes netes de productes(*)	15.832.749	15.793.692	-0.25%	803.649	785.668	-2.24%
Inversió en actius materials(*)	525.013	604.912	15.22%	41.517	48.443	16.68%

(*) Milers d'euros

3.2. Producció de llet en origen

3.2.1. Anàlisi provincial de la producció total de llet

La producció total de llet en origen a Catalunya arriba als 641.542 milers de litres/any. Les províncies de Girona i Barcelona suposen un 74% de la totalitat de producció de llet, assolint uns valors de 271.089 milers de litres/any (42,3%) i 202.556 milers de litres/any (31,6%) respectivament. Amb xifres de producció més reduïdes se situa Lleida amb una producció de llet de 166.551 milers de litres/any (26,0%). En últim lloc, amb una producció simbòlica respecte a la totalitat del territori català, se situa Tarragona amb 1.345 milers de litres/any (0,2%).

Figura 3. Distribució de la producció lletera en origen a Catalunya, 2000.

Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP).



3.2.2. Distribució comarcal de la llet

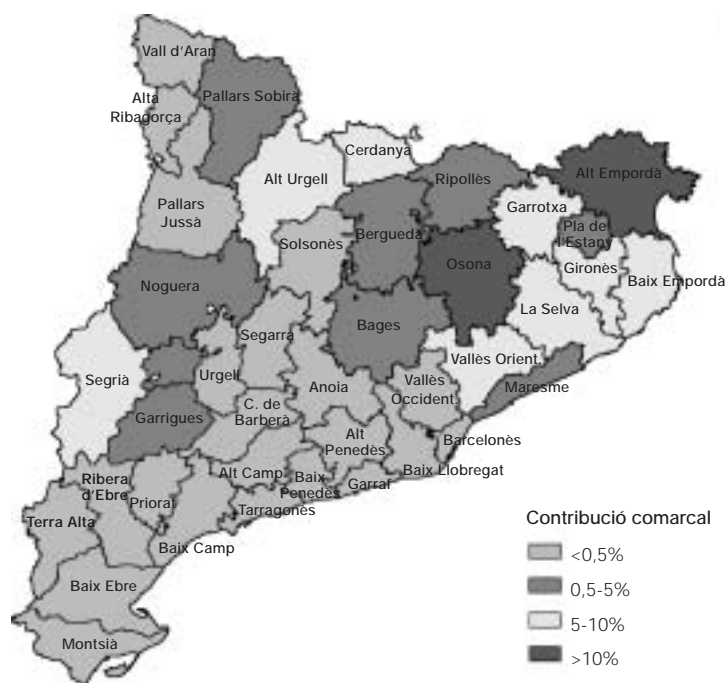
Les diferències en la producció de llet existents entre les províncies es pot analitzar a nivell comarcal, ja que són unes comarques en concret les que marquen la diferència (vegeu taula 2). Així, una sola comarca, Osona, amb un volum de llet produïda de 109.737 tones concentra el 17,1% de la producció de llet de Catalunya. A continuació se situen les comarques de l'Alt Empordà, amb 65.200 tones (aprox. 10,2%) i el Vallès Oriental amb 50.051 tones (7,8%), seguides d'un grup de quatre comarques amb quantitats de llet produïda importants (totes elles amb valors entre les 35.000 i 50.000 tones) que, per ordre d'importància, són: l'Alt Urgell, el Segrià, el Gironès i la Cerdanya.

En contraposició amb aquestes dades, existeixen tres àrees on la producció de llet és molt reduïda o inexistent: zones d'alta muntanya (Val d'Aran, Alta Ribagorça o Solsonès), zones del litoral barceloní (Barcelonès i Garraf) i, per últim, gairebé totes les comarques tarragonines, ja que a l'Alt Camp, el Baix Camp, la Conca de Barberà, el Priorat i la Ribera d'Ebre no es comptabilitza cap tipus de producció lletera. Cal afegir a aquestes zones algunes comarques de l'in-

terior de Catalunya que tenen valors també poc significatius quant a la seva aportació a la producció lletera del país, com és el cas de la Segarra, l'Anoia o el Bages.

Figura 4. Distribució comarcal de la producció de llet a Catalunya, 2000.

Font: Estadística i conjuntura agrària, DARP maig-juny 2001.



Taula 3. Anàlisi comarcal de la producció lletera a Catalunya, any 2000.

Font: Estadística i conjuntura agrària, DARP maig-juny 2001.

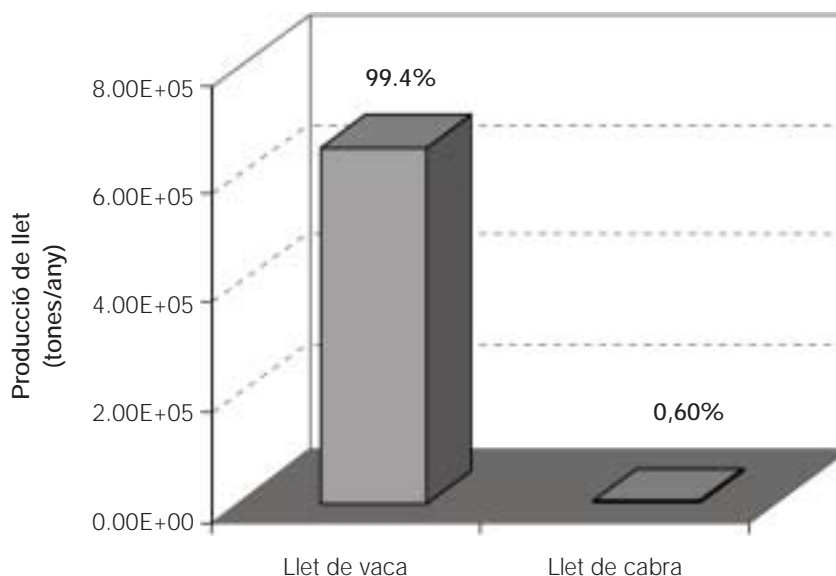
Comarca	Tones	Percentatge (%)
Alt Camp	0	0.00%
Alt Empordà	65.200	10.16%
Alt Penedès	1.545	0.24%
Alt Urgell	46.088	7.18%
Alta Ribagorça	489	0.08%
Anoia	2.208	0.34%
Bages	6.159	0.96%
Baix Camp	0	0.00%

Comarca	Tones	Percentatge (%)
Baix Ebre	853	0.13%
Baix Empordà	32.839	5.12%
Baix Llobregat	3.124	0.49%
Baix Penedès	0	0.00%
Barcelonès	816	0.13%
Berguedà	1.7167	2.68%
Cerdanya	37.153	5.79%
Conca de Barberà	0	0.00%
Garraf	17	0.00%
Garrigues	5.434	0.85%
Garrotxa	32.791	5.11%
Gironès	46.049	7.18%
Maresme	9.214	1.44%
Montsià	273	0.04%
Noguera	23.501	3.66%
Osona	109.737	17.11%
Pallars Jussà	2.836	0.44%
Pallars Sobirà	5.900	0.92%
Pla d'Urgell	19.807	3.09%
Pla de l'Estany	26.053	4.06%
Priorat	0	0.00%
Ribera d'Ebre	0	0.00%
Ripollès	9.881	1.54%
Segarra	949	0.15%
Segrià	46.122	7.19%
Selva	32.115	5.01%
Solsonès	1.685	0.26%
Tarragonès	205	0.03%
Terra Alta	15	0.00%
Urgell	2.095	0.33%
Val d'Aran	71	0.01%
Vallès Occidental	3.101	0.48%
Vallès Oriental	50.051	7.80%

3.2.3. Tipus de llet produïda en origen.

Analitzant el tipus de llet produïda a Catalunya, s'observa un domini absolut de la producció de llet de vaca, assolint taxes del 99,4% respecte a la producció total de llet (vegeu Figura 4). En contraposició, la llet de cabra ocupa un 0,6% de la producció total de llet i la d'ovella és pràcticament inexistent. La causa principal d'aquesta desigualtat entre el subsector ramader boví i el cabrum-oví s'ha de buscar en el poc grau de desenvolupament en les activitats ramaderes i el pobre procés d'industrialització de producció d'aquests últims bestiaris (oví i cabrum).

Figura 5. Distribució dels tipus de llet produïts a Catalunya, 1998.
Font: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)



3.2.4. Situació de Catalunya respecte a l'Estat espanyol

La producció total de llet en origen a l'Estat espanyol arriba a les 6.643.136 tones. Analitzant la distribució, destaquen 1.772.952 tones/any produïdes a Galícia, que suposen gairebé el 27% de la producció total de llet de l'Estat. Juntament amb Galícia, cinc comunitats autònomes més es reparteixen el 72% del total de la producció de llet (vegeu taula 4): Castella-Lleó, amb 989.039 tones/any (14,9%); Andalusia, amb 707.995 tones/any (10,7%); Astúries, amb 653.091 tones/any (9,8%) i Catalunya amb 652.576 tones/any (9,8%).

Taula 4. Anàlisi autonòmica de la producció de llet en origen.

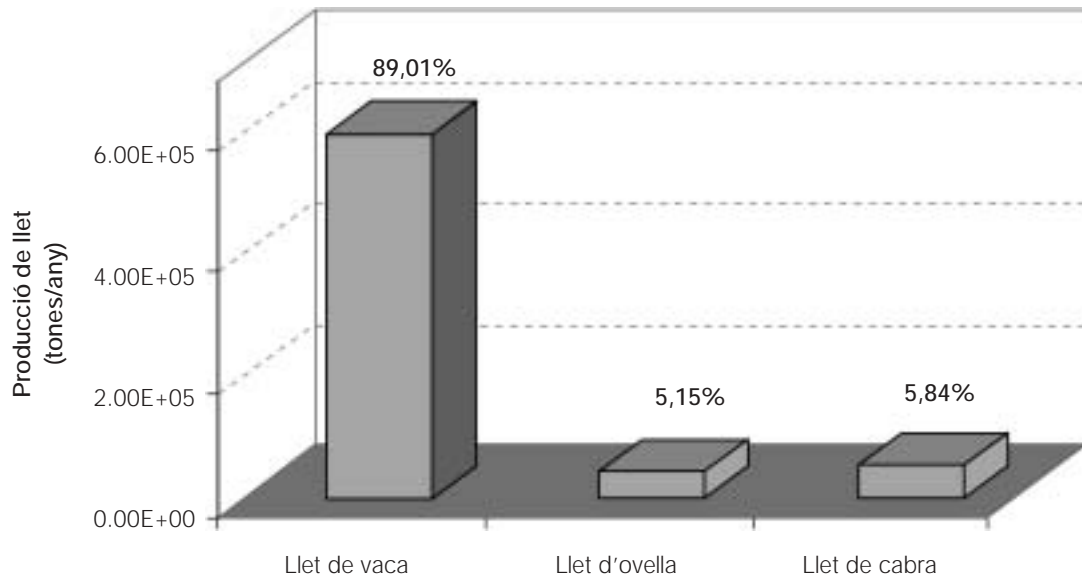
Font: MAPA.

CA	Producció de llet, tones/any	Percentatge (%)
Galícia	1.772.952	26.69%
Castella-Lleó	989.039	14.89%
Andalusia	707.995	10.66%
Astúries	653.091	9.83%
Catalunya	652.576	9.82%
Cantàbria	490.003	7.38%
Castella-la Manxa	354.371	5.33%
País Basc	267.783	4.03%
Navarra	168.214	2.53%
Canàries	113.835	1.71%
Balears	112.332	1.69%
Madrid	94.373	1.42%
Extremadura	71.903	1.08%
València	54.424	0.82%
Múrcia	47.696	0.72%
La Rioja	24.476	0.37%
Total	6643136	100.00%

En relació al tipus de llet produïda, predomina amb claredat en tot el territori Espanyol la producció de llet de vaca, ja que suposa el 89% del total de llet produïda. La resta de producció es divideix equitativament entre la llet d'ovella, un 5,84%, i la llet de cabra, un 5,15% (vegeu Figura 6).

Figura 6. Distribució de la producció de llet segons tipus, 1998.

Font: MAPA.



Respecte a l'Estat espanyol, Catalunya ocupa el quart lloc en producció de llet de vaca (assoleix gairebé l'11% del total de volum produït), per darrera de Galícia, Castella-Lleó i Astúries. Quant a la llet de cabra, se situa en una discreta vuitena posició (suposa l'1,03% del total) i, com s'apuntava en apartats anteriors, la seva producció de llet d'ovella és nul·la. La producció d'aquest últim tipus de llet es troba dominada per les comunitats de Castella-Lleó i Castella-la Manxa, ja que ambdues sumen gairebé el 90% (56,97% i 32,59% respectivament) del total de llet d'ovella produïda en tot l'Estat espanyol.

La poca tradició en llet de cabra i ovella del territori català es deu a la climatologia del país i, en conseqüència, al tipus de pastura. A les zones de l'Estat espanyol més àrides predominen les pastures rases, únicament aprofitables per al bestiar oví i cabrum. Això justifica la presència gairebé exclusiva d'aquestes dues espècies en la part central del territori espanyol.

3.3. Indústries làcties

3.3.1. Situació subsectorial

La matèria primera de la qual parteix el procés productiu de les empreses del sector és en tots els casos la llet, que pot ser crua, o bé haver rebut algun tractament tèrmic en les explotacions productores.

Les empreses del sector lacti solen elaborar productes d'una mateixa família, així per exemple tenim:

- Empreses que elaboren iogurts i postres lactis,
- Empreses que elaboren formatges de diferents característiques,
- Empreses productores de llet per a consum directe, en totes les possibilitats de presentació.

Altres empreses del sector presenten dues línies de producte de diferent família, fet que els permet que certs components de la llet, separats en un determinat punt de la línia de procés d'un dels dos productes, puguin ser utilitzats com a matèria primera de l'altre producte. Aquest és el cas de l'elaboració de mantega. Aquesta es produeix normalment en empreses que fabriquen formatge o llet per a consum directe. La nata que s'obté en el procés de desnatat de la llet la utilitzen com a matèria primera per al procés productiu de la mantega.

Centrant-nos en dades quantitatives, del total de llet produïda al territori català, gairebé el 96% (615.880 tones) es destina a la venda directa a les indústries làcties pel seu tractament o transformació en derivats lactis; mentre que la resta, un 4%, s'utilitza per a l'alimentació animal i per a consum humà (en forma de llet o com a derivats) en les mateixes explotacions.

D'aquestes 615.880 tones de llet venudes directament a indústries làcties, aproximadament el 62,5% (384.925 tones) es destina exclusivament a l'elaboració de derivats lactis. Això és degut a la presència en el territori català de grans multinacionals, principalment Danone, SA i Nestlé España, SA, que centren la seva activitat industrial en la fabricació de iogurts i postres làctics.

Aquestes dues multinacionals són, amb diferència, les empreses del sector lacti amb major facturació a Catalunya, presents també en el rànquing de major facturació de l'Estat espanyol. En referència a la producció de llet líquida, cal destacar Ram i Granges Castelló, absorbides pel grup galleg Puleva l'any 1999. D'altra banda, Frigo, SA i el Grupo Kalise Menorquina, SA són les dues empreses productores de gelats amb major facturació tant a Catalunya com a Espanya. Per últim, en referència a la producció de formatges, destaca l'empresa Cadí, SCCL, ubicada a l'Alt Urgell.

A diferència de Catalunya, el mercat espanyol es troba encapçalat per multinacionals del subsector de la llet líquida, que representen un 80% de la facturació de la totalitat de productes

lactis comercialitzats. El 20% restant correspon a multinacionals del subsector dels derivats lactis.

Taula 5. Rànquing d'empreses làcties

Font: ALIMARKET.

Empresa	Recollida 1999, tones	Facturació 1999, milers de €
Grupo Puleva	900	560,3
Corp. Alimentaria Peñasanta	824	493
Leche Pascual SA	700	414,7
Danone SA (Grupo)	390	748
Grupo 3ª - Central Lechera Vallisoletana	350	215,5
Leche Celta, SA	350	189,8
Parmalat, SA	340	180,3
Nestlé España, SA	275	240,4
Industrias Lácteas Asturianas, SA	260	195,3
Kraft General Food	220	132,2
Clesa, SA (Grupo)	175	169,4

3.3.2. Estructura subsectorial

Pel que fa a l'estructura del sector, el 87% de les indústries són establiments de reduïda dimensió i on està ocupat el 15% dels treballadors del sector. La resta d'indústries, un 13%, correspon a establiments de mitjana i gran dimensió que donen feina al 85% dels treballadors del sector lacti.

Pel que fa a la seva localització, es respecten dues grans pautes:

- De forma general, les empreses se situen a prop dels grans centres urbans on es troba la demanda, els potencials treballadors i facilita la distribució comercial.
- Empreses que opten per situar-se a prop de les zones on es produeixen les matèries primeres necessàries pel seu procés productiu.

Això fa que les empreses làcties catalanes amb major volum de vendes (principalment multinacionals) es concentrin al Barcelonès i ocupin el 35% del total dels treballadors de la indústria làctia catalana. A la resta del territori català, existeix una gran distribució i diversitat d'establiments entre els quals destaquen, per número d'ocupats, les comarques del Baix Llobregat, el Vallès Occidental, el Vallès Oriental, la Selva, el Pla d'Urgell i Osona.

3.3.3. Mercat estatal

La Comunitat de Castella-Lleó encapçala la xifra de vendes de la indústria làctia (15,9%). La indústria làctia catalana és la segona en importància de l'Estat, representant el 13,1% de vendes i el 14,7% del total d'ocupats. Amb xifres de vendes lleugerament inferiors a les dues comunitats esmentades es troben Galícia, Astúries i Madrid.

Taula 6. Dimensió de la indústria làctia per CA, 1999.

Font: MAPA

CA	Vendes (M€)	Vendes (%)	Ocupats (unitats)	Ocupats (%)
Castella-Lleó	974	15.87%	4.083	14.72%
Catalunya	806	13.13%	4.074	14.68%
Galícia	691	11.27%	1.643	5.92
Navarra	680	11.09%	248	0.89%
Astúries	674	10.98%	2.198	7.92%
Madrid	620	10.10%	2.579	9.30%
Castella-la Manxa	557	9.08%	2.119	7.64%
Andalusia	529	8.62%	2.857	10.30%
València	409	6.67%	2.665	9.61%
Pais Basc	279	4.54%	1.382	4.98%
Canàries	225	3.67%	2.010	7.24%
Balears	112	1.82%	616	2.22%
Cantàbria	90	1.47%	441	1.59%
Aragó	53	0.87%	265	0.96%
Extremadura	29	0.48%	282	1.02%
Múrcia	12	0.19%	232	0.84%
La Rioja	7	0.11%	50	0.18%
Total	6133	100.00%	27744	100.00%

3.3.4. Consum

Com s'apuntava en el primer apartat d'aquest estudi, el consum de llet líquida s'ha estancat en els darrers anys. En canvi, la venda de transformats lactis ha anat creixent progressivament, principalment en les vendes de iogurts, per l'aparició al mercat de nous productes com els bífidus i desnatats, i d'altres derivats lactis, com els batuts de iogurt. Aquests tipus de pro-

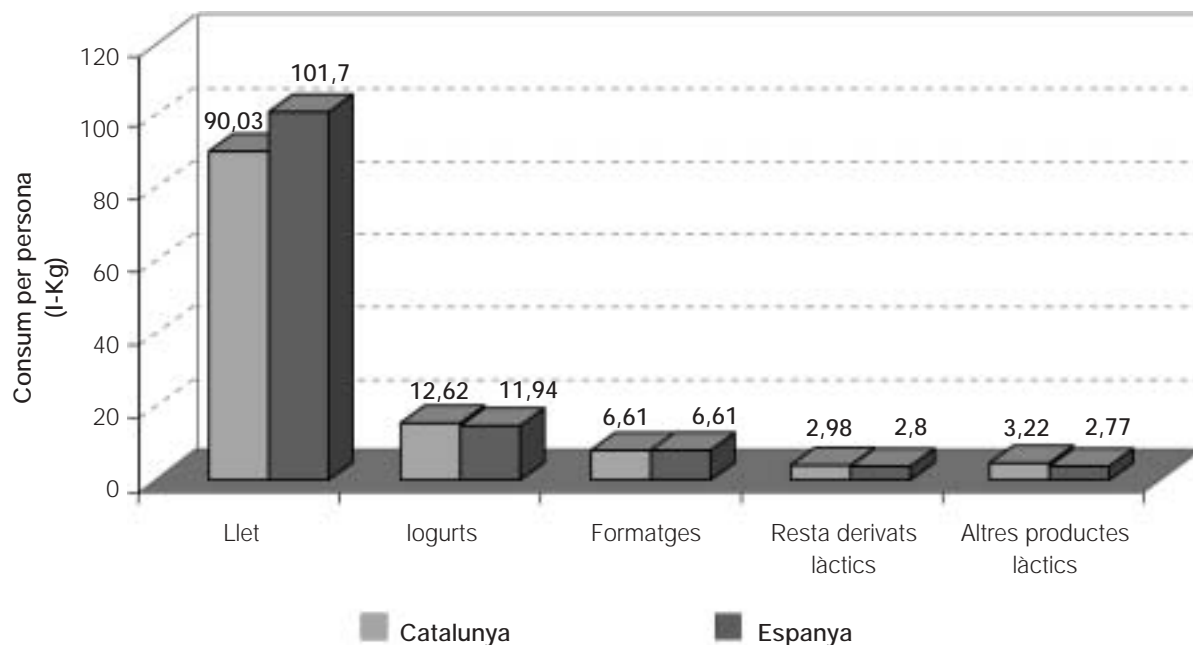
ducte han experimentat un creixement del 12% en el seu consum entre els anys 1998 i 1999.

Taula 7. Distribució del consum per càpita de productes lactis (l-kg)

Font: IDESCAT (Institut d'Estadística de Catalunya).

Producte	Llars, 1999		
	Consum per persona a Espanya (l o Kg)	Consum per persona a Catalunya (l o Kg)	Comparació consum per persona a Catalunya respecte al consum per persona a Espanya(%)
<i>Llet:</i>			
Llet líquida envasada	94,41	86,52	91,6
Llet líquida crua	6,56	2,95	45,0
Resta de llets	0,73	0,56	76,7
Total llet	101,7	90,03	88,5
Total iogurts	11,94	12,62	105,7
<i>Formatge:</i>			
Frescos	1,75	1,98	113,1
Curats-semicurats	1,73	1,94	112,1
Altres	2,08	2,69	129,3
Total formatges	5,56	6,61	118,9
<i>Resta de derivats lactis:</i>			
Batuts iogurt	0,54	0,49	90,7
Batuts llet	2,09	2,20	105,3
Mantega	0,17	0,29	170,6
Total resta derivats	2,80	2,98	106,4
Altres productes lactis	2,77	3,22	116,2

Figura 7. Consum de productes lactis a Catalunya respecte Espanya
 Font: IDESCAT (Institut d'Estadística de Catalunya)



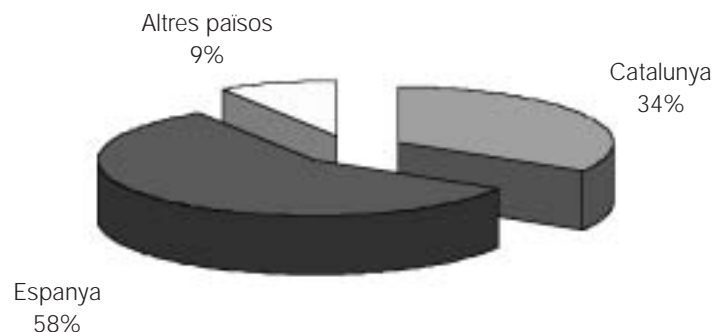
3.3.5. Comerç

La indústria làctia catalana és deficitària; a més, l'augment gradual de les importacions davant d'una estabilitat en les exportacions ha fet que la balança comercial en dades econòmiques empitjorés en els darrers anys, sobretot, respecte dels països no comunitaris. Tot i això, segueix havent un superàvit comercial en aquests països. No succeeix el mateix amb els països membres de la Unió Europea, on les entrades de productes lactis superen clarament les sortides.

En quant al destí final, l'any 1998 les empreses làcties catalanes destinaven a la demanda catalana el 34% de la seva facturació, un 58% a altres àrees espanyoles i només un 9% a l'exportació (vegeu Figura 8).

Figura 8. Destinació geogràfica de la facturació de les indústries làcties catalanes (%), any 1998

Font: *El sector agrari a Catalunya, DARP 2001*



Taula 8. Evolució del comerç exterior i intracomunitari de la indústria làctia catalana.

Font: *IDESCAT*

	1998		1999	
	M€	Tones	M€	Tones
Exportacions				
Unió Europea	49	39.159	56	55.812
Resta de països	10	6.083	13	7.699
Total	59	45.242	69	63.511
Importacions				
Unió Europea	277	176.069	296	190.986
Resta de països	8	1.592	10	2.081
Total	286	177.661	306	193.067
Balanç comercial (exportacions-importacions)				
Unió Europea	-228	-136.910	-240	-135.174
Resta de països	2	4.491	3	5.618
Total	-226	-132.419	-237	-129.556
Taxa de cobertura (%) (exportacions/importacions)				
Unió Europea	17.51%		18.87%	
Resta de països	129.43%		124.32%	
Total	20.69%		22.44%	

4

Descripció dels principals processos productius de la indústria làctia i aspectes mediambientals associats

En aquest capítol es descriuen els processos productius corresponents a les activitats incloses en el CCAE 15.51 "Fabricació de productes lactis" i, més concretament, a les següents activitats:

- Fabricació de llet per a consum directe (CCAIE 15.511)
- Fabricació de mantega i nata (CCAIE 15.511)
- Fabricació de llets fermentades: iogurts i altres (CCAIE 15.511)
- Fabricació de formatge (CCAIE 15.512)

També es descriuran les operacions auxiliars comunes a totes aquestes activitats. Algunes de les operacions es donen també en els processos productius d'altres productes de la indústria làctia que no es descriuran en aquest manual.

Per a cadascun dels processos productius detallats anteriorment, i les seves activitats auxiliars es descriuran i avaluaran els principals aspectes mediambientals associats. L'avaluació qualitativa dels aspectes mediambientals associats a cada operació del procés o activitat auxiliar es realitzarà en funció de la seva importància relativa respecte del procés global de producció. S'ha establert un criteri de classificació de tres nivells d'importància: 1er ordre, 2on ordre i no significatiu (vegeu taula 9).

Taula 9. Criteris d'avaluació dels aspectes mediambientals

1er ORDRE	Aspecte amb un impacte relativament important respecte a l'impacte global de l'activitat
2on ORDRE	Aspecte amb un impacte relativament moderat respecte a l'impacte global de l'activitat
NO SIGNIFICATIU (NS)	Aspecte amb un impacte poc significatiu o inapreciable respecte a l'impacte global de l'activitat

Aquesta valoració és una orientació que haurà de ser valorada en cada cas particular, en funció de la tecnologia que estigui utilitzant l'empresa, ja que la valoració de l'impacte que tingui un aspecte concret dependrà molt de l'impacte global de l'empresa.

Els corrents residuals de sortida indicats als diagrames d'aspectes ambientals de cada procés poden ser objectes de diferents gestions, que trobareu a continuació enumerades en ordre de prioritats decreixent:

- Recirculació/reutilització dins el propi procés productiu, que comporta també una disminució del consum de recursos (les actuacions emmarcades en aquesta opció les trobareu a l'apartat 6)
- Gestió com a subproducte, mitjançant la cessió/venda a una altra empresa, que pot utilitzar-lo com a matèria primera, i valorització externa mitjançant gestors autoritzats (aquestes opcions es presenten a l'apartat 7)
- Tractament d'eliminació, mitjançant depuradora pròpia pel cas de les aigües residuals o mitjançant gestor de residus autoritzat pels residus líquids o sòlids (aquestes opcions es presenten a l'apartat 7).

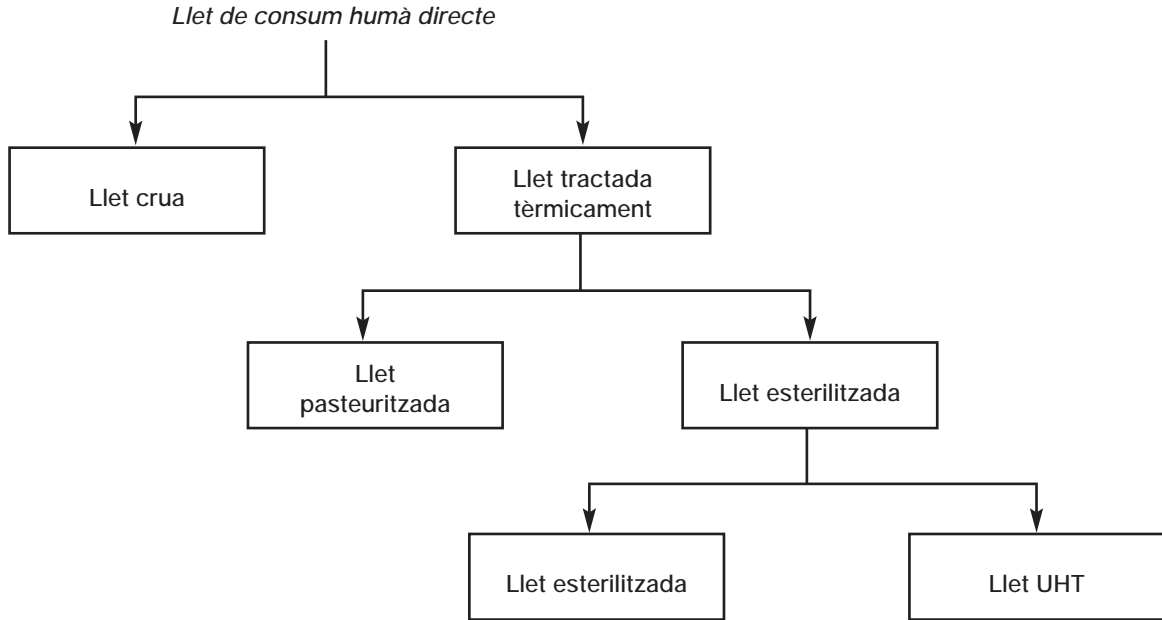


4.1. Producció de llet de consum

Actualment, existeixen dos tipus de llet destinats al consum humà:

- Llet crua. La llet crua, sense cap tractament, ha estat consumida des de molt antic. Actualment, la legislació aplicable (Reial decret 1679/1994, de 22 de juliol (111), i Decret 297/1990 (103)), autoritza el comerç d'aquest tipus de llet per a consum humà directe sempre que compleixi tota una sèrie de requisits. Un d'ells estableix que la venda s'ha de realitzar amb el producte envasat i dins les 24 hores a partir del seu envasat. Existeix perill de contaminació si les condicions de maneig i refrigeració no són adequades, fet que ha portat que el seu consum sigui gairebé insignificant.
- Llet tractada tèrmicament (pasteuritzada o esterilitzada). Degut a la gran facilitat de la llet per patir processos de deteriorament i/o contaminacions, és necessari que, tot just arribi la llet crua a planta, s'apliquin tractaments tèrmics que permetin augmentar-ne el període de conservació i eliminar possibles contaminacions abans de ser consumida.

Figura 9. Classificació de les llets de consum directe



A continuació es descriurà el procés productiu de llet tractada tèrmicament, ja que és el més representatiu i el que comporta una major complexitat des de la vessant mediambiental.

4.1.1. Descripció general del procés productiu de la llet tractada tèrmicament

De forma general, el procés d'obtenció de llet tractada tèrmicament es pot resumir d'acord amb les etapes següents, tot i que pot patir les variacions específiques de cada planta.

Després de la recepció a la central lletera, la llet s'emmagatzema temporalment en tancs refrigerats fins a la seva entrada en línia. A continuació, la llet es filtra per eliminar-ne les possibles impureses sòlides que pugui contenir i es clarifica per eliminar la brutícia i prevenir alteracions durant l'emmagatzematge.

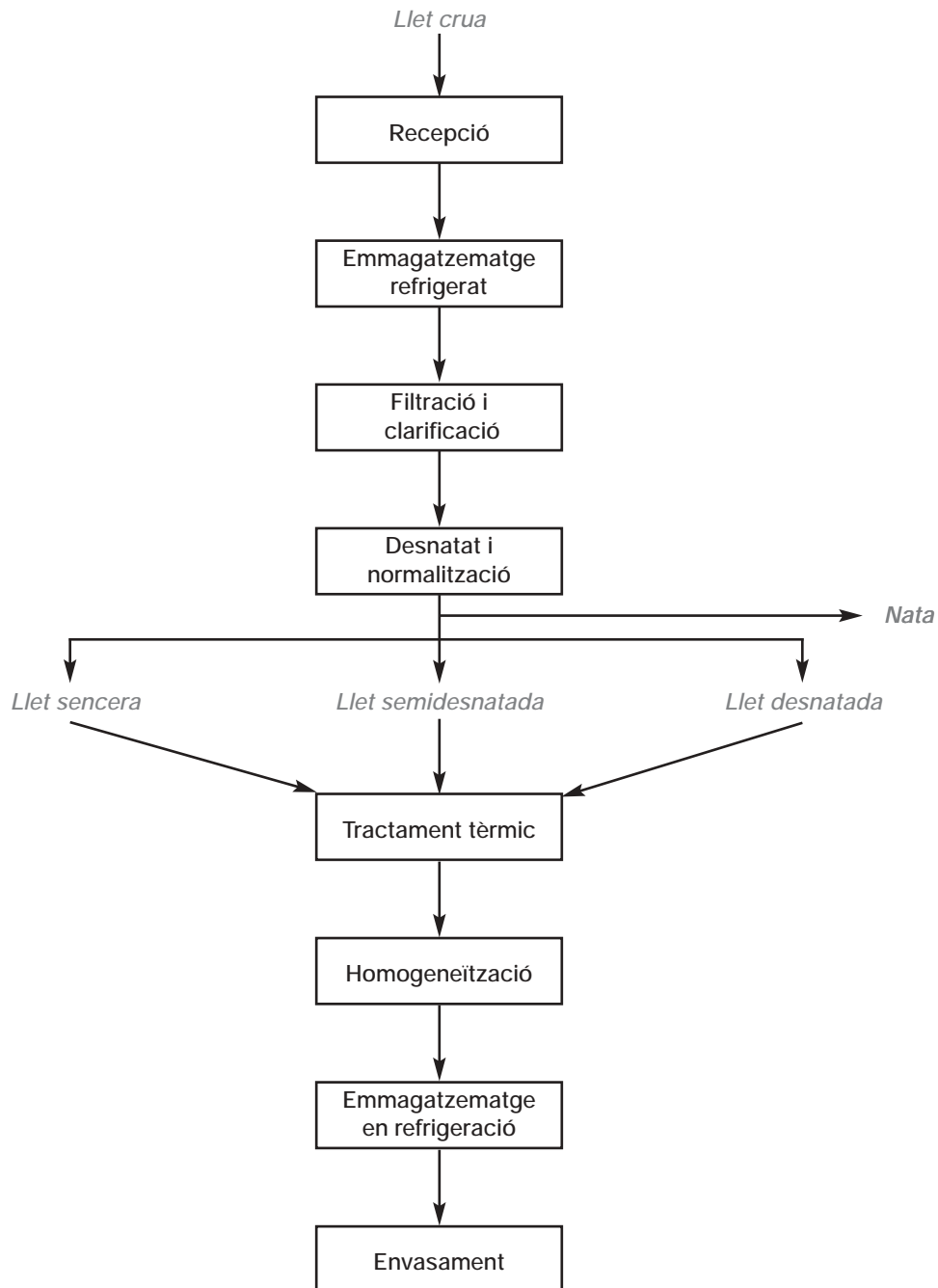
Posteriorment, es procedeix a un desnatat per separar la nata de la llet desnatada i es realitza un procés posterior de normalització amb la finalitat d'ajustar el contingut en greix final de la llet en funció del tipus de llet que es vol fabricar: llet desnatada (màxim 0,3% de matèria greixosa), llet semidesnatada (contingut entre 1,6-1,8% de matèria greixosa) i llet sencera (mínim 3,5% de matèria greixosa). La següent operació és l'homogeneització, que pot ser realitzada en aquest punt del procés, després del tractament tèrmic o bé intercalada amb el tractament tèrmic. Amb aquesta operació es redueix la mida dels glòbuls de greix i s'afavoreix així la seva dis-

persió i distribució uniforme a la llet.

Per últim, la llet se sotmet a un tractament tèrmic d'estabilització microbiològica. Hi ha diferents tipus de tractament tèrmic en funció de la combinació de les condicions dels paràmetres temps i temperatura aplicada i comprenen la pasteurització, l'esterilització convencional i l'esterilització UHT. Finalment, a la sortida del tractament tèrmic, la llet s'envasa directament o s'emmagatzema en refrigeració fins el seu envasament final.

La figura 10 mostra el diagrama de flux per al processament de la llet tractada tèrmicament.

Figura 10. Diagrama de flux del procés d'elaboració de llet tractada tèrmicament



4.1.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals

4.1.2.1. Recepció

Normalment la llet arriba fins a la planta de tractament en camions cisterna, tancs o bidons. El sistema més adequat i majoritàriament utilitzat és el transport en camions cisternes d'acer inoxidable aïllats tèrmicament. Durant el transport la temperatura de la llet no ha de ser superior als 10° C (Reial decret 1679/94, (111)).

Quan la llet arriba a la planta de tractament, es realitzen una sèrie de controls obligatoris per assegurar la qualitat microbiològica de la llet i comprovar que la llet no ha estat adulterada amb aigua; també es fan altres analítiques, definides per la relació existent entre la planta i el ramader, per determinar la qualitat de la llet (contingut en greix i proteïna).

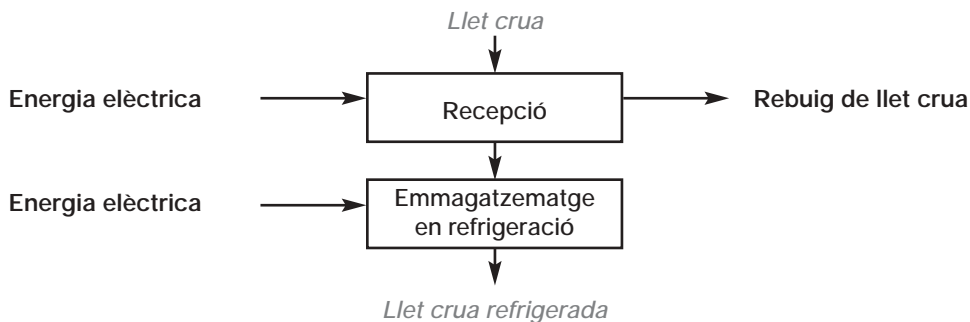
La llet és descarregada als dipòsits de recepció impulsada a través de mànegues mitjançant bombes. Abans d'entrar al dipòsit, la llet travessa un filtre estàtic i un desairejador. En aquest darrer equipament, s'elimina l'aire que porta la llet, que pot arribar a representar un 4-10% del seu volum. La llet es refreda en alguns casos mitjançant l'ús d'un bescanviador i s'emmagatzema en un dipòsit d'acer inoxidable de capacitat variable en funció de la producció (entre 25.000 i 300.000 litres). En el cas de disposar de petits dipòsits, aquests solen estar col·locats dins l'edifici, mentre que els de grans dimensions se solen col·locar fora. Aquests últims solen ser de doble camisa per tal de mantenir-los aïllats.

La llet ha de ser emmagatzemada en refrigeració (a una temperatura no superior a 4° C) fins al seu tractament, per assegurar així la seva correcta conservació.

En aquesta fase també es duen a terme els processos de neteja i desinfecció dels camions cisterna o els tancs de recollida de la llet abans de realitzar la següent càrrega i/o transport. Les operacions de neteja i desinfecció es descriuran en l'apartat destinat a activitats auxiliars de la indústria làctia, on també s'inclouran els aspectes mediambientals associats a aquests processos i es valorarà el seu impacte ambiental.

A la següent figura s'esquematitzen els aspectes mediambientals de l'operació de recepció i emmagatzematge de la llet.

Figura 11. Aspectes mediambientals de la recepció i emmagatzematge de la llet crua



Els aspectes mediambientals associats a les operacions de recepció i emmagatzematge corresponen a:

- Pèrdues de llet en les operacions de descàrrega i càrrega dels dipòsits. Aquestes pèrdues poden arribar als sistemes d'evacuació de les aigües residuals i contribuir a incrementar la seva càrrega contaminant.
- Consum d'energia elèctrica durant el transvasament de la llet des de les cisternes o tancs als dipòsits d'emmagatzematge amb la utilització de bombes per a la seva impulsió.
- Consum d'energia elèctrica per a la seva refrigeració.
- Així mateix, es pot produir un rebuig de la llet en el cas que no compleixi amb els requeriments de qualitat establerts (microbiològics i fisicoquímics).
- Consum d'aigua i el seu posterior abocament en els processos de neteja dels camions, mànegues, conduccions i dipòsits. Com ja s'ha comentat anteriorment, aquestes operacions es descriuran en apartats posteriors.

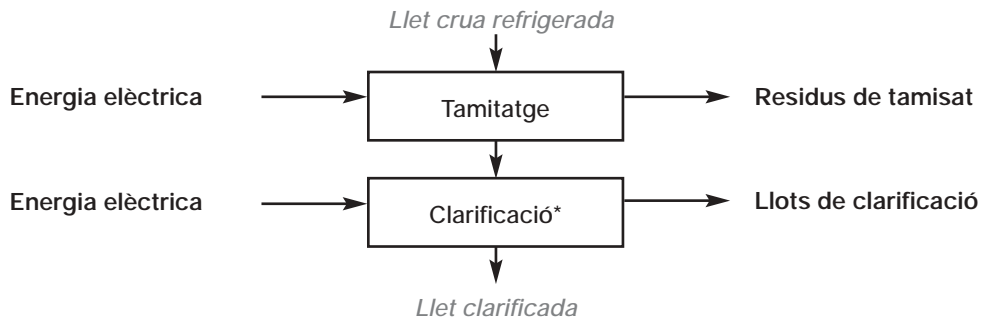
4.1.2.2. Tamisatge/Clarificació

A continuació s'eliminen les partícules orgàniques i inorgàniques de brutícia que pugui contenir la llet després de la munyida o que s'hagin incorporat durant el transport. També s'eliminen les aglomeracions de proteïnes (coàguls) que es formen a la llet. El grau d'impureses de la llet estarà en funció de les tècniques de munyiment, del tractament donat a les granges i de les condicions de transport. En qualsevol cas, es realitzarà un procés de depuració de la llet abans del seu tractament tèrmic.

En primera instància es pot realitzar un tamisatge per eliminar les partícules més grolleres. La mida de les partícules separades dependrà de la llum de malla del tamís utilitzat. Posteriorment té lloc la clarificació de la llet, on s'eliminen les partícules orgàniques i inorgàniques i els aglomerats de proteïnes. Aquesta operació es realitza mitjançant l'ús de centrifugues que, gràcies a l'aplicació de la força centrífuga aconseguirien separar les impureses que tenen un pes específic superior al de la llet.

A la següent figura s'esquematitzen els aspectes mediambientals d'aquesta operació.

Figura 12. Aspectes mediambientals del tamisatge i clarificació de la llet



* Físicament, la clarificació i el desnatat posterior poden tenir lloc en el mateix equipament, la centrífuga, on se separen, per un costat, les partícules no desitjades i, per l'altre, la nata de la llet, donant lloc, doncs, a tres tipus de llet: la llet desnatada, la nata i les partícules no desitjades.

Durant el tamisatge, el consum d'energia elèctrica és degut a l'energia que consumeix la bomba centrífuga que bombeja la llet a través de les conduccions des del dipòsit d'emmagatzematge de la llet fins al tamís. Durant la filtració, el consum d'energia elèctrica és el característic de la màquina centrífuga.

Durant la centrifugació, es generen els llots de clarificació. Aquests llots són residus semipastosos formats per partícules de brutícia, components sanguinis, gèrmens i altres substàncies d'origen proteic principalment. Si són abocats amb l'efluent final poden provocar augmentos importants de la càrrega contaminant de les aigües residuals abocades, donant lloc a problemes en el medi receptor. També durant la centrifugació es produeixen pèrdues de llet que poden ser arrossegades juntament amb les aigües residuals fins a l'abocament final.

4.1.2.3. Desnatat i normalització (estandardització)

Sota el nom d'estandardització es coneix el conjunt d'operacions de separació i/o de barreja destinades a garantir que la concentració en cada component (proteïna, matèria greixosa, etc.) dels diferents productes elaborats compleixin els límits especificats a la legislació. En la major part dels casos l'estandardització comporta la modificació del contingut greixós de la llet a fi de poder ser comercialitzada com a llet sencera (3,5% de matèria greixosa), semidesnatada (1,6% de matèria greixosa), o desnatada (0,1% de matèria greixosa).

El desnatat es pot realitzar per:

- Desnatadores centrífugues
- Membranes d'ultrafiltració
- Osmosi inversa

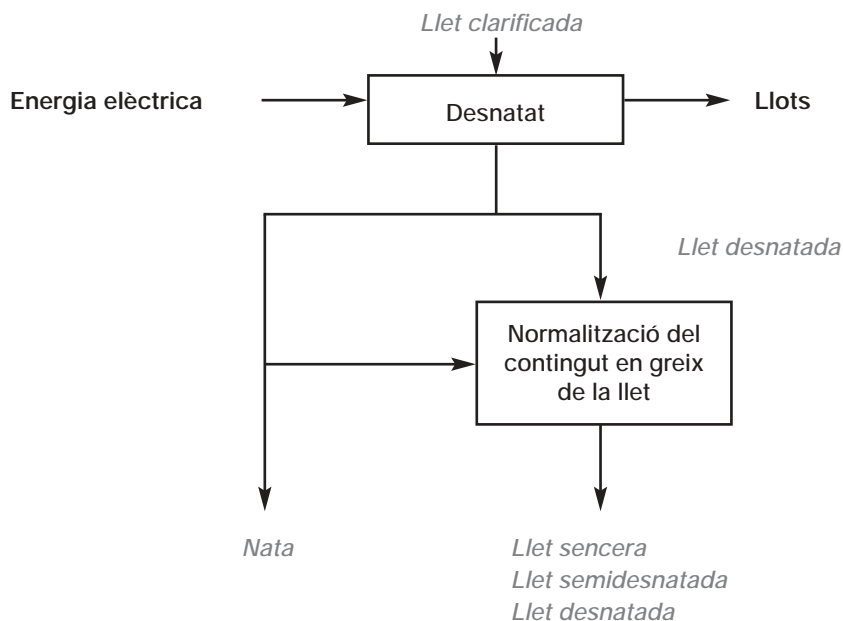
En el desnatat es produeix la separació de la fase greixosa (nata) de la resta de components de la llet (llet desnatada).

Un cop separades les dues fases, es realitza la normalització de matèria greixosa de la llet, que consisteix a barrejar nata i llet desnatada en diferents proporcions en funció del producte que es vulgui obtenir: llet sencera, semidesnatada o desnatada. La nata excedent es destina a l'elaboració d'altres productes com per exemple nata per a consum o mantega.

Les centrífugues utilitzades en el desnatat poden realitzar simultàniament la clarificació i el desnatat de la llet, fet que fa que la seva utilització estigui molt estesa. Aquestes centrífugues poden comptar a més amb un equipament de normalització del contingut greixós de la llet.

A la figura següent s'esquematitzen els aspectes mediambientals d'aquesta operació.

Figura 13. Aspectes mediambientals del desnatat i de la normalització de la llet



En el procés de separació de la nata per centrifugació, es generen uns llots o fangs amb un contingut menor de components sanguinis i bacteris que els fangs generats en l'operació de clarificació. Com en el cas anterior, si els llots són abocats directament a l'efluent final, produeixen un augment important de la càrrega orgànica de les aigües residuals abocades.

En aquesta etapa es produeix també el consum d'energia elèctrica de les centrífugues desnatadores.

4.1.2.4. Tractament tèrmic

La finalitat del tractament tèrmic és la destrucció dels microorganismes patògens presents en la llet. Un efecte secundari del tractament tèrmic és la pèrdua d'activitat, en major o menor grau depenent de les condicions d'operació, dels enzims lactis.

En funció de les característiques del binomi temperatura-temps seleccionat en el tractament tèrmic podem distingir entre:

- **Pasteurització:** tractament tèrmic que aplica una temperatura elevada durant un curt període de temps (com a mínim 71,7° C durant 15 segons, o tractaments amb una combinació de temps i temperatura amb un efecte equivalent). Aquest tractament és suficient per destruir els microorganismes patògens presents a la llet, encara que no les seves espores (formes resistents dels microorganismes). La pasteurització no garanteix la destrucció de tots els gèrmens de la llet i, per tant, aquesta ha de refredar-se immediatament després del seu tractament i mantenir-se en refrigeració fins el seu consum (temperatura no superior a 4° C).
- **Esterilització:** Existeixen dos tipus:
 - Esterilització convencional: tractament tèrmic que destrueix tots els microorganismes patògens i les seves espores, e inactiva el sistema enzimàtic de la llet. Les condicions d'operació es fixen entre 110-120° C durant 20 minuts. L'inconvenient que presenta aquest procés és que provoca la pèrdua de vitamines B1, B2, B3, així com d'alguns aminoàcids essencials, que moltes vegades són afegits posteriorment al tractament i que alteren significativament les característiques organolèptiques del producte.
 - L'esterilització UHT (Ultra High Temperature): opera a 135-150° C, durant 2-4 segons (el mínim legislat és 135° C durant 1 segon o una combinació de temps i temperatura amb un efecte equivalent). Amb aquest tractament s'aconsegueix destruir totalment els microorganismes residuals de descomposició i les seves espores. Degut al reduït temps d'escalfament, les qualitats nutritives i organolèptiques del producte final es mantenen gairebé intactes o varien molt poc respecte a la llet de partida.

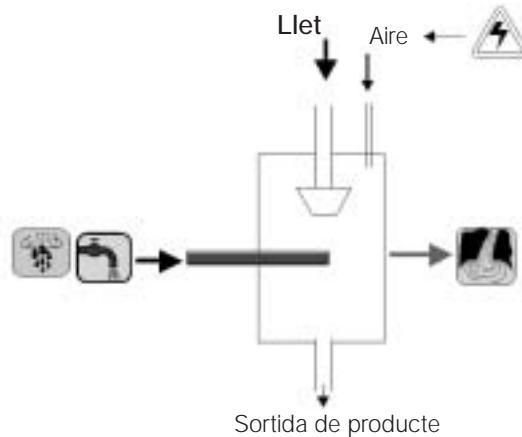
L'acció germicida de l'esterilització permet conservar la llet a temperatura ambient durant un període de temps prolongat, sempre i quan s'hagi envasat asèpticament en un recipient opac immediatament després del seu processament per tal de prevenir transformacions químiques, físiques i organolèptiques indesitjables. Aquest tractament s'aplica, principalment, en la fabricació de llets de consum de gran durada i llets aromatitzades.

Atenent al sistema o forma en el qual es realitza el tractament tèrmic es pot diferenciar entre sistemes d'escalfament directe o indirecte.

Sistemes d'escalfament directe: on la llet s'escalfa per contacte directe amb un fluid a temperatura elevada (vapor d'aigua). A l'entrada del bescanviador, la temperatura de la llet

ha d'estar entre 70-80° C. Posteriorment, la llet s'introdueix en un evaporador de buit per eliminar l'aigua afegida en el procés d'esterilització. Aquesta evaporació de l'aigua fa que la temperatura de la llet disminueixi dràsticament fins a una temperatura propera als 80° C.

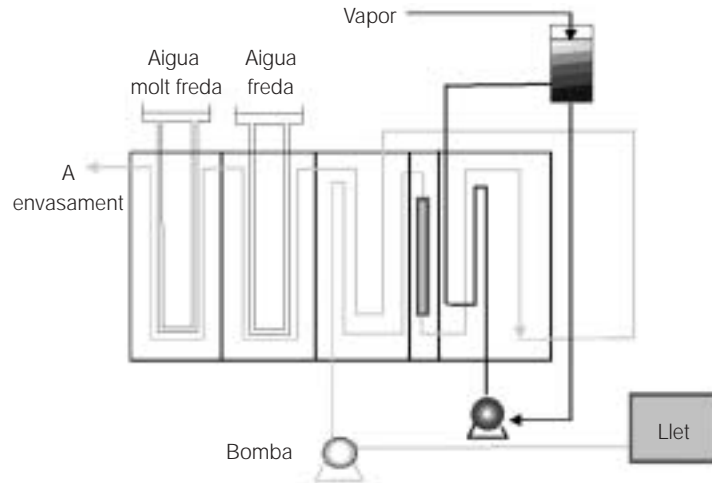
Figura 14. Bescanviador directe per injecció de vapor



El principal avantatge d'aquest mètode és la rapidesa d'escalfament, fet que suposa una variació de la qualitat organolèptica i nutricional del producte original. L'inconvenient és la necessitat d'utilitzar vapor d'aigua de qualitat alimentària que no presenti matèries estranyes que puguin contaminar el producte. S'ha d'assegurar que el tractament no provoqui variacions en el contingut d'aigua de la llet tractada. A més, la capacitat de recuperació tèrmica (capacitat d'utilitzar el mateix líquid a escalfar com a fluid refrigerant i el líquid calent a refredar com a fluid calefactor) és només del 40-50%.

Sistemes d'escalfament indirecte: la transferència de calor es produeix a través d'una superfície de bescanvi. El fluid que està a elevada temperatura (vapor d'aigua, aigua calenta o aigua sobreescalfada) no entra en contacte directe amb la llet. Aquests processos utilitzen bescanviadors de plaques, tubulars o una combinació d'aquests.

Figura 15. Bescanviador indirecte de plaques

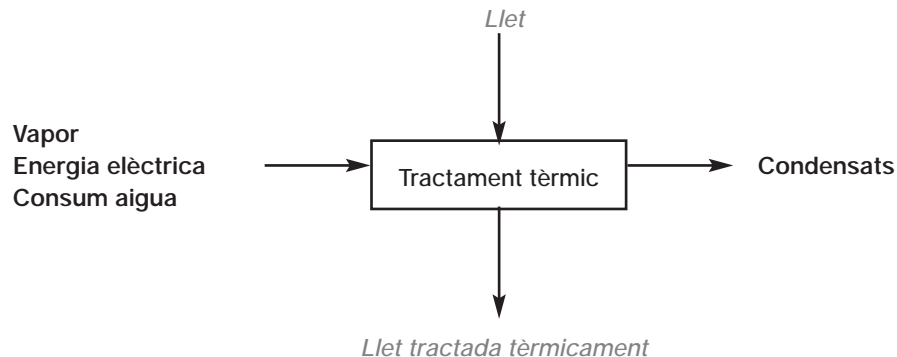


Aquest sistema d'escalfament té l'avantatge de presentar una elevada recuperació energètica (80-90%). Els inconvenients se centren en la possibilitat de fer malbé el producte degut a un sobreescalfament i a la dificultat de les operacions de neteja, degut a la formació d'incrustacions i dipòsits en els bescanviadors.

De forma general, per a la pasteurització s'utilitzen sistemes d'escalfament indirecte, i en els tractaments UHT poden emprar-se sistemes directes o indirectes.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 16. Aspectes mediambientals del tractament tèrmic de la llet



El consum energètic derivat d'aquesta operació és elevat, encara que disminueix en funció del percentatge de recuperació de calor.

En els sistemes d'escalfament directes, l'eliminació i posterior condensació de l'aigua afegida per escalfar la llet pot generar, en cas d'abocar-se, una corrent residual de sortida.

4.1.2.5. Homogeneïtzació

L'homogeneïtzació es pot realitzar abans o després del tractament tèrmic. Amb l'homogeneïtzació es redueix la mida dels glòbuls de greix afavorint una distribució uniforme del greix en la llet, i reduint, en conseqüència, la probabilitat de separació de la nata.

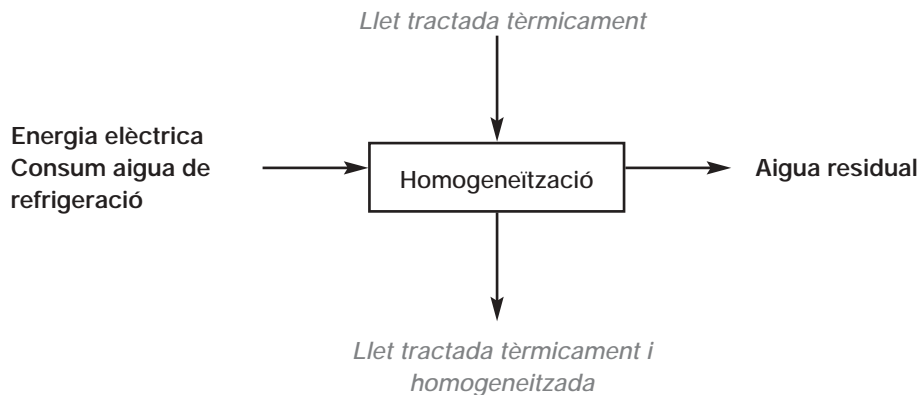
En els homogeneïtzadors (figura 17), es fa passar la llet a elevada pressió a través d'estrets forats, les dimensions dels quals han de ser inferiors a les dels glòbuls de greix. D'aquesta forma, es redueix el seu diàmetre incrementant l'estabilitat de la seva suspensió.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 17. Homogeneïtzador
(cortesia de Pierre
Guerín Ibérica, SA)



Figura 18. Aspectes mediambientals de l'homogeneïtzació de la llet



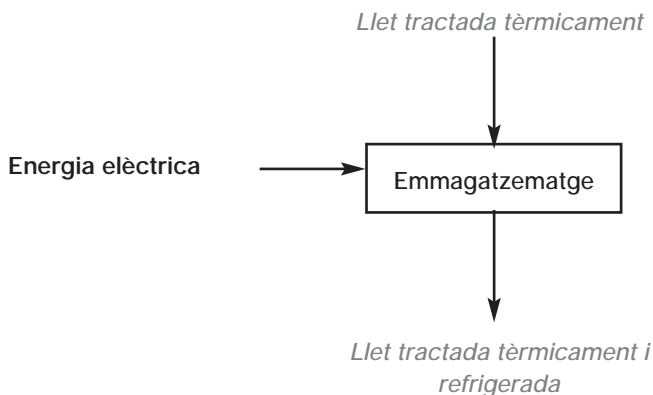
En aquesta operació es produeix un consum d'energia elèctrica degut al funcionament dels equipaments d'homogeneïtzació, a més del consum d'aigua per refrigeració dels elements de l'equipament.

4.1.2.6. Emmagatzematge en refrigeració

La llet, una vegada tractada i refrigerada, s'emmagatzema en tancs fins al seu envasament final. Aquest emmagatzematge en refrigeració permet assegurar la qualitat de la llet fins el seu envasament.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius de l'emmagatzematge de la llet tractada tèrmicament:

Figura 19. Aspectes mediambientals de l'emmagatzematge previ a l'envasament



El principal aspecte mediambiental produït en aquesta etapa és el consum energètic necessari per mantenir la llet refrigerada, així com les possibles pèrdues de llet que es puguin produir durant el període d'emmagatzematge.

4.1.2.7. Envasament

L'envasament és l'última etapa del procés. És imprescindible realitzar l'envasament del producte en condicions asèptiques per poder garantir la seva conservació durant un llarg període de temps.

A l'hora de triar un determinat tipus o material d'envàs s'hauran de considerar tant els aspectes econòmics com els mediambientals.

Els tipus d'envàs més comuns en la llet són el vidre, el plàstic i el cartró.

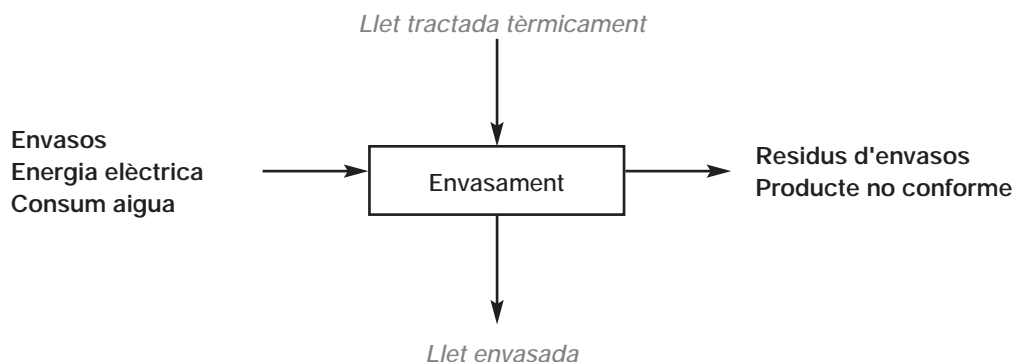
- Les ampolles de vidre tenen importància perquè es tracta d'envasos reciclables. Tenen l'inconvenient de presentar problemes de fragilitat i pes excessiu a més de problemes de conservació del producte (la llum pot conduir a processos de degradació del greix i de les proteïnes de la llet)
- Les ampolles de plàstic, generalment de poliestirè i polietilè, s'utilitzen especialment en

l'elaboració de llet esterilitzada

- Els envasos de cartró són envasos complexos, la matriu dels quals està formada per làmines de cartró o paper i, segons les necessitats, també per capes de plàstic intercalades, parafina o alumini; s'utilitzen especialment en l'elaboració de llet esterilitzada mitjançant tractament UHT.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius de l'envasament.

Figura 20. Aspectes mediambientals de l'envasament de la llet

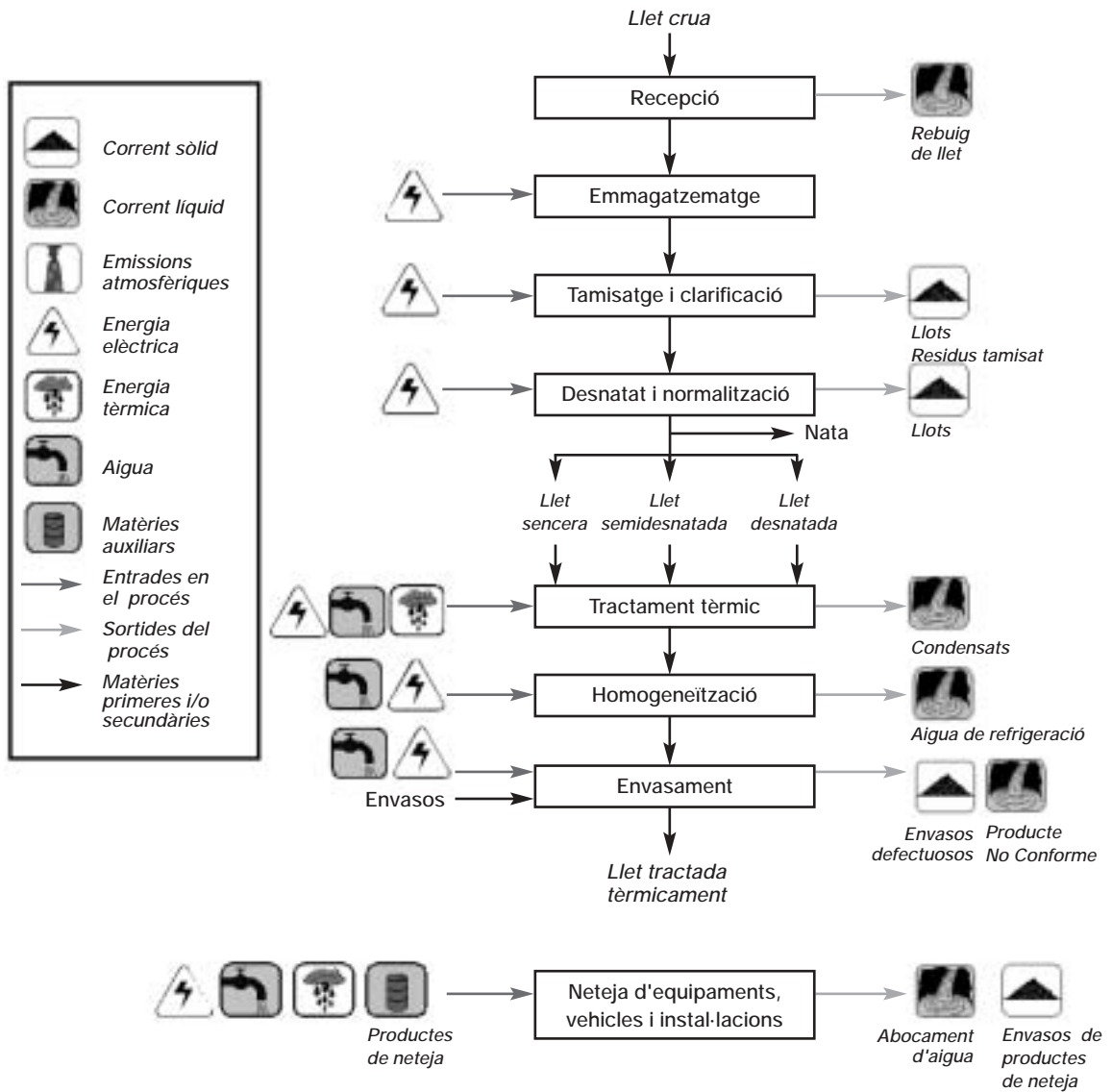


En l'etapa d'envasament, el consum energètic dels equips és elevat i també es generen residus d'envasos per defectes de fabricació o per problemes durant l'envasament.

4.1.3. Aspectes mediambientals associats al procés d'elaboració de llet tractada tèrmicament

Els principals aspectes mediambientals generats en la producció de llet tractada tèrmicament s'indiquen en el següent diagrama.

Figura 21. Aspectes mediambientals en l'elaboració de llet tractada tèrmicament



A continuació es presenta una taula resum dels aspectes mediambientals que es poden generar en el procés d'elaboració de la llet tractada tèrmicament i la valoració del seu impacte.

Taula 10. Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració de la llet tractada tèrmicament

Etapa	Efecte mediambiental	Ordre
Recepció	Rebuig de llet	1r
Emmagatzematge		2n
Tamisatge / Clarificació	Consum d'energia elèctrica Generació de llots Residus de tamisatge	2n 2n 2n
Desnatat i normalització	Energia elèctrica Llots	2n 2n
Tractament tèrmic	Consum d'energia tèrmica Consum d'energia elèctrica Consum d'aigua* Condensats*	1r 1r 2n 2n
Homogeneïtzació	Consum d'energia elèctrica Consum d'aigua Abocament aigües residuals	2n 2n 2n
Envasament	Consum d'energia elèctrica Residus d'envasos Producte no conforme Consum d'aigua	1r 1r 2n NS
Neteja de recipients i cisternes, equipaments i instal·lacions (vegeu apartat 4.5.1)	Consum d'energia tèrmica Consum d'aigua Abocament d'aigües residuals (volum de l'abocament i càrrega contaminant) Consum de productes químics Generació de residus (envasos de productes de neteja) Consum d'energia elèctrica	1r 1r 1r 1r 2n 2n

(*) El consum d'aigua i la generació de condensats dependran del tipus de tractament tèrmic emprat



4.2. Productes lactis obtinguts a partir del greix de la llet: nata i mantega

Els principals productes lactis obtinguts a partir de la fase greixosa de la llet són la nata i la mantega. La nata és una emulsió de greix en aigua (o/w). La mantega és un producte que s'obté a partir de la maduració de la nata i posterior eliminació de gran part de la fase aquosa. Per tant, la mantega és una emulsió d'aigua en greix (w/o).

4.2.1. Descripció general del procés productiu de la nata i la mantega

La matèria primera utilitzada en el procés d'elaboració de nata i mantega de consum és la nata sobrant de l'operació de desnatat + normalització del procés d'elaboració de la llet de consum.

Nata

La nata de consum s'obté com a resultat del procés de desodoració i del tractament tèrmic de la nata base. Pot comercialitzar-se com a nata pasteuritzada o de llarga duració (tractament UHT) després de ser sotmesa a un procés d'estabilització microbiològica mitjançant pasteurització o esterilització, i un envasament final.

Mantega

La mantega és un producte d'olor i sabor característics obtingut després d'un procés de maduració de la nata, durant el qual el producte experimenta una sèrie de transformacions bioquímiques. La pèrdua d'aigua en els processos de batuda i amassament ocasionen una transformació o canvi del tipus d'emulsió: passa de ser una emulsió de greix en aigua (nata) a una d'aigua en greix (mantega).

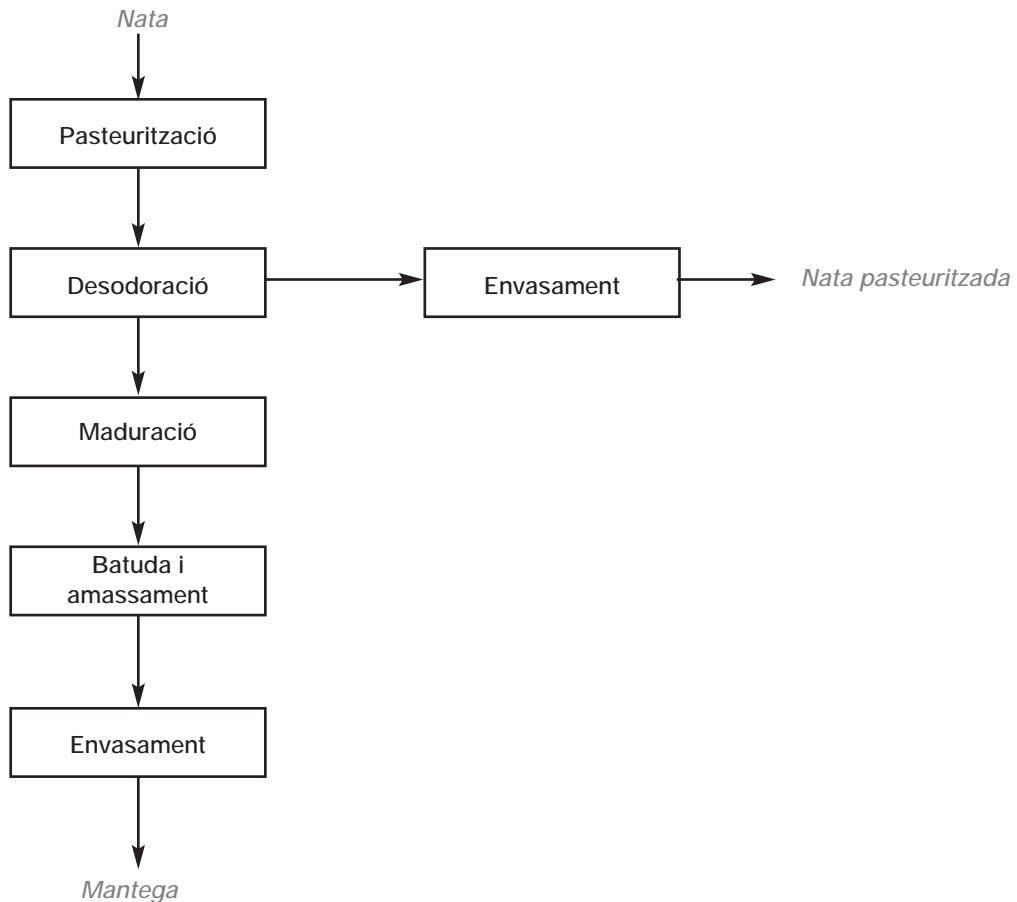
Existeixen diversos sistemes per elaborar la mantega encara que, tenint en compte el seu grau d'aplicació, se'n podrien destacar dos:

- els que es basen en fenòmens d'aglomeració dels glòbuls de greix
- els que utilitzen tècniques de refredament d'un producte amb una elevada concentració de greix (utilitzades per obtenir mantegues amb un contingut en greix inferior al 50%)

A continuació es descriurà el procediment continu d'elaboració de mantega basat en l'aglomeració dels glòbuls de greix, ja que és el més rellevant des del punt de vista de la producció total.

En la figura 22 es mostra el diagrama de flux d'elaboració de nata i mantega. Les primeres etapes de producció són comunes als dos productes.

Figura 22. Diagrama de flux del procés d'elaboració de nata i mantega



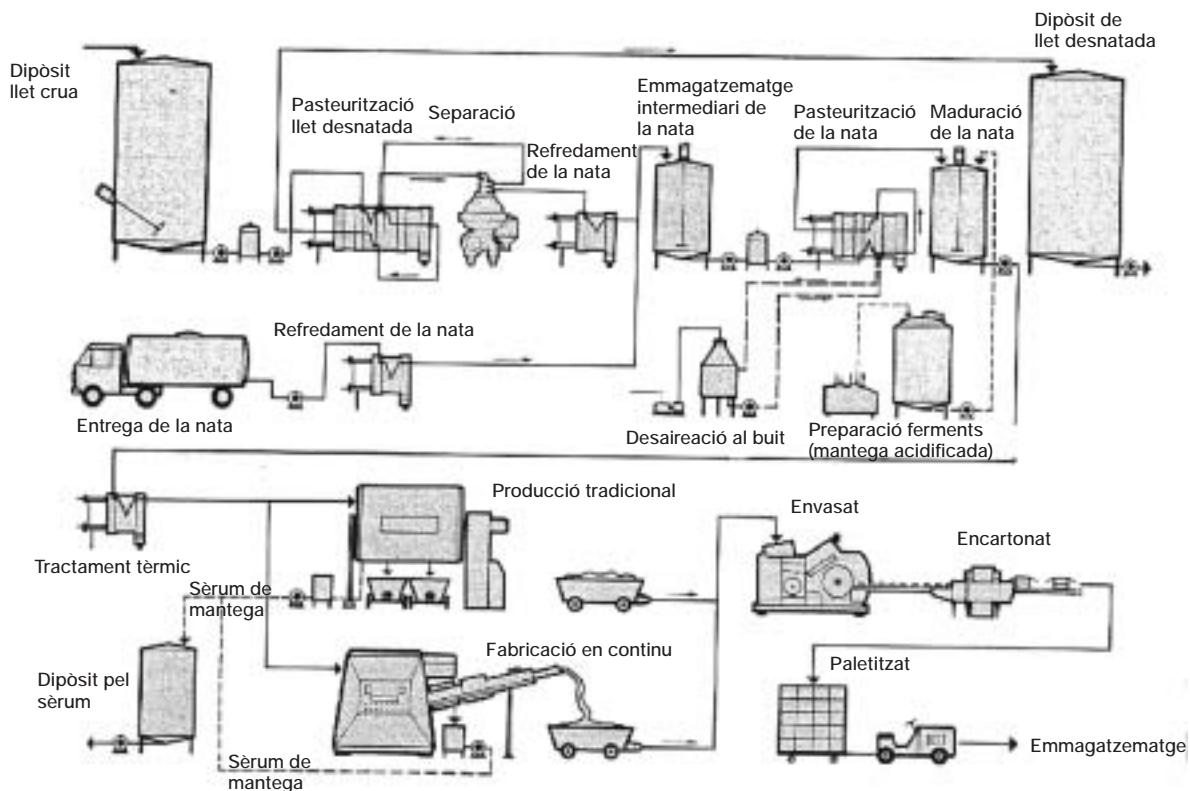
L'elaboració de la mantega comença amb el tractament previ de la nata (pasteurització i desodoració).

Posteriorment, la nata pasteuritzada i desodorada inicia un període de maduració (entre 12-15 h), i una vegada finalitzat, la nata es bat per formar els glòbuls de mantega.

A continuació, se separa la fracció aquosa (sèrum de mantega) dels grans de mantega, els quals poden tenir un posterior rentatge amb aigua freda o amb el sèrum mateix de mantega.

Finalment, amb l'objectiu d'obtenir una massa compacta i homogènia en la que l'aigua estigui uniformement distribuïda, els grans de mantega se sotmeten a un procés d'amassament. Per últim, es procedeix a envasar la mantega.

Figura 23. Diagrama del procés de l'elaboració de la mantega partint de la llet crua (Manual de indústries làctees. Alfa-laval (58))



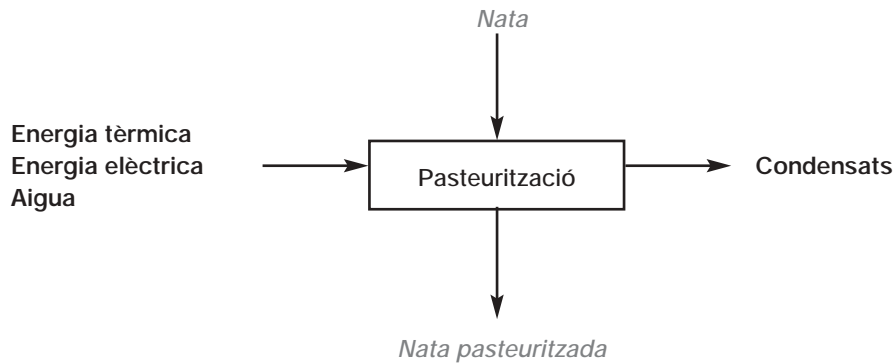
4.2.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals

4.2.2.1. Pasteurització de la nata

Les temperatures de pasteurització de la nata oscil·len entre 95° C i 110° C. La transmissió de calor es realitza amb bescanviadors de calor de plaques especialment dissenyats per a aquesta operació. Abans d'iniciar la fase de maduració, la nata ha de refredar-se fins a una temperatura de 20° C aproximadament (depenent del grau de saturació del greix).

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació:

Figura 24. Aspectes mediambientals de la pasteurització de la nata



Per obtenir més informació sobre l'operació de pasteurització es pot consultar l'apartat 4.1.2.4.

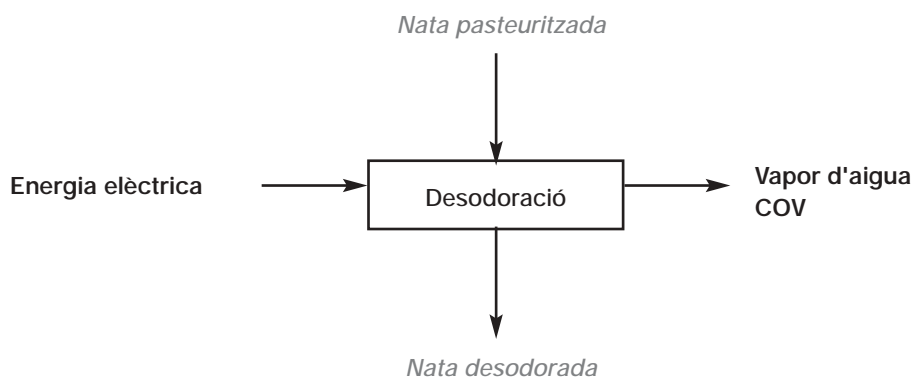
4.2.2.2. Desodoració de la nata

La desodoració consisteix a eliminar part de les substàncies aromàtiques volàtils del greix que poden posteriorment transmetre olors o sabors indesitjables als productes finals (per exemple, gust a ceba). La desodoració redueix també l'oxidació dels àcids greixosos i el creixement de microorganismes aerobis indesitjables. Aquesta operació es pot realitzar abans o després de la pasteurització de la nata.

El sistema més utilitzat per realitzar la desodoració de la nata és la desaireig al buit mitjançant evaporadors que treballen a 80-85 kPa. Per augmentar l'efectivitat de l'operació, la nata s'escalfa prèviament fins a 78° C mitjançant l'acció de bescanviadors de calor indirectes (de plaques o tubulars de superfície rugosa).

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 25. Aspectes mediambientals de la desodoració de la nata



D'altra banda, mitjançant investigacions realitzades, s'ha comprovat que la desodoració o desaireig al buit té efectes desfavorables sobre el rendiment i la consistència final de la mantega. Per això, sempre que sigui possible, es recomana evitar aquest tractament, i no desodorar-la.

Els principals efectes mediambientals d'aquesta operació són el consum d'energia elèctrica i la generació de vapors que arrossegueu els COV eliminats de la nata.

4.2.2.3. Maduració de la nata

La maduració de la nata té com a objectiu cristal·litzar els glòbuls de greix i produir els aromes característics del producte final. Durant el període de maduració, la nata pateix una sèrie de canvis físics i bioquímics que dependran de les operacions i condicions emprades en les etapes de fabricació. Una vegada finalitzat el procés de maduració, la nata es refreda per sota dels 10° C.

La maduració es realitza en tancs equipats amb un sistema d'agitació i, de vegades, amb una camisa externa d'aïllament per mantenir les condicions de temperatura necessàries en tota aquesta etapa. La temperatura variarà segons evolucioni el procés de maduració (fases de la maduració), essent el control minuciós de la temperatura imprescindible per tal d'assegurar les característiques del producte final.

Segons la varietat de mantega a fabricar es diferencien les següents condicions de maduració:

- **Maduració de la nata sense acidificació**

El mètode consisteix a mantenir la nata a una temperatura de 6-12° C entre 4-15 hores, temps durant el qual la nata només pateix transformacions físiques. La nata preparada

amb aquest sistema es manté amb un pH > 6,2 aproximadament. Aquest tipus de maduració s'utilitza en la fabricació de mantega de nata dolça.

- **Maduració de la nata amb acidificació**

A la maduració amb acidificació tenen lloc processos físics i bioquímics. En aquest sistema s'afegeixen ferments làctics (especialment *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis* i *Leuconostoc citrovorum*) que transformen la lactosa en àcid làctic, que produeix una acidificació del medi i provoca una sèrie de canvis físico-químics de la nata que posteriorment facilitaran la separació del greix i del sèrum de mantega durant la batuda.

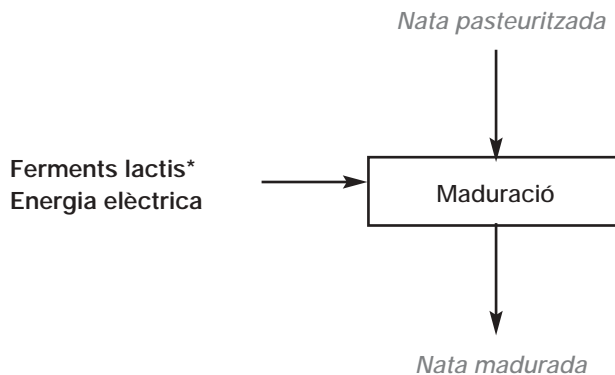
La quantitat de ferments lactis que cal incorporar a la nata pot variar des d'un 1% (quan es tracta de nata que conté greix dur) fins a un 7% (quan conté greix tou).

Els ferments lactis s'addicionen en el dipòsit de maduració fins a obtenir el pH òptim per realitzar la batuda de la mescla.

Una combinació dels mètodes anteriors consisteix a realitzar primer una maduració sense acidificar i, posteriorment, durant el procés d'amassament, afegir els ferments lactis, obtenint així mantega de nata acidificada.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 26. Aspectes mediambientals de la maduració de la nata



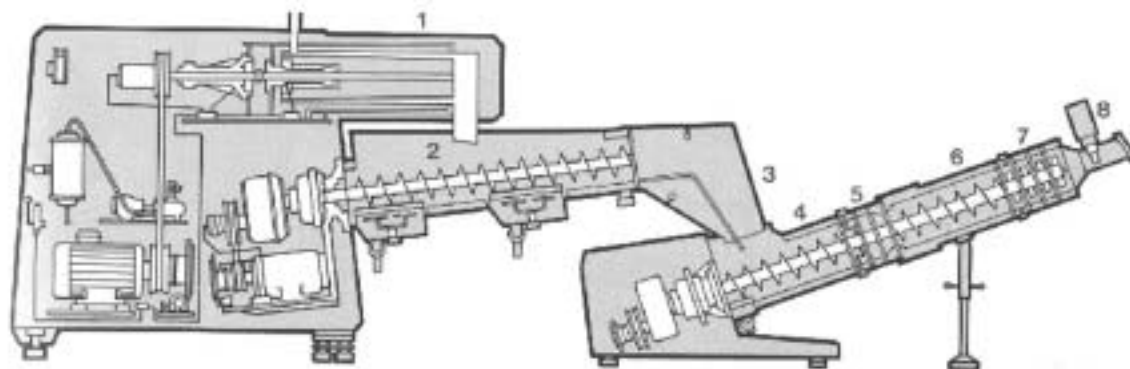
* Incorporats en la maduració amb acidificació

La maduració només serà efectiva si manté durant tot el procés les condicions de temperatura òptimes; per tant, en aquesta etapa, es produeix un alt consum d'energia.

4.2.2.4. Batuda i amassament

Des dels anys 60 existeixen sistemes de producció en continu basats en un tambor cilíndric rotatiu on les etapes de batuda i amassament es desenvolupen consecutivament.

Figura27. Esquema manteguera en continu (Manual de indústries láctees, Alfa-laval (58))



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Cilindre de batuda | 5. Secció d'injecció |
| 2. Secció de separació | 6. Secció d'amassament al buit |
| 3. Secció d'escorreguda i assecatge | 7. Etapa final d'amassament |
| 4. Segona secció d'amassament | 8. Dispositiu per al control de la humitat |

Per procedir a la batuda, la nata madurada s'ha d'escalfar a una temperatura superior a la de maduració. La batuda produeix una gran força de cisalla que trenca l'embolcall dels glòbuls de greix i en permet la unió, de manera que al final de l'operació s'obtenen dues fases: una fase greixosa, composta per grumolls de mantega, i una fase aquosa denominada sèrum de mantega. La primera és en realitat una emulsió d'aigua en greix.

En alguns casos, els grans de mantega es renten amb aigua freda per eliminar les restes de sèrum de mantega com a pas previ de l'amassament. La qualitat de l'aigua de rentatge ha de garantir que no es pugui produir una contaminació del producte.

L'operació d'amassament a la que se sotmeten els grans de mantega té com a finalitat obtenir una massa compacta, ajustar el contingut en aigua o humitat de la mantega i barrejar de forma homogènia els additius que es puguin haver incorporat (sal, aromes).

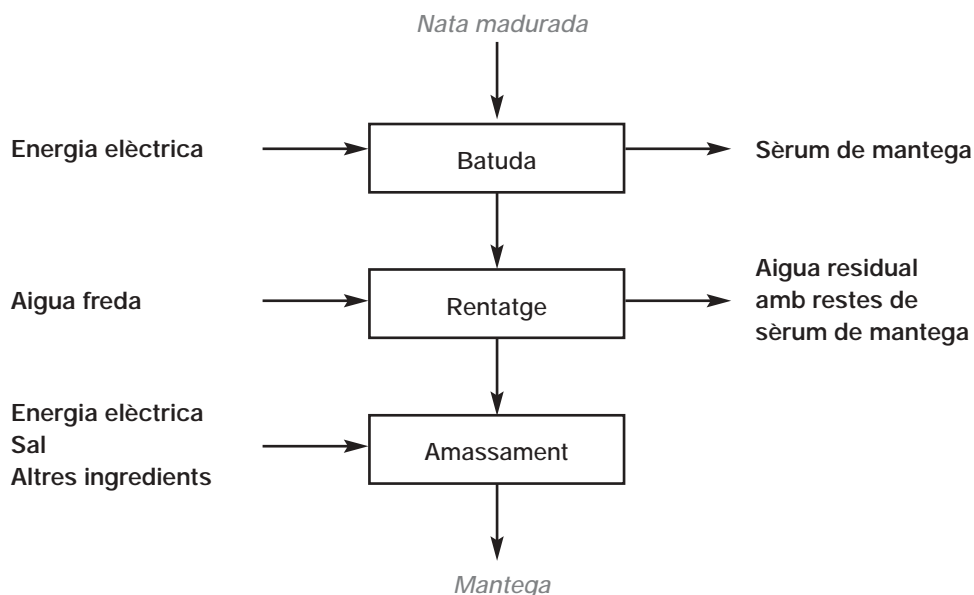
Els processos de fabricació en continu permeten augmentar el cabal de producció, millorant, normalment, la qualitat del producte i facilitar l'envasament posterior. Només s'utilitzen processos en discontinu o batches en petites instal·lacions.

Des del vessant econòmic i mediambiental, el sistema continu de fabricació permet reduir els costos energètics (reducció del consum d'energia), disminuir el percentatge de pèrdues de greix amb el sèrum de mantega, minimitzar el consum d'aigua de rentatge i reduir la freqüència

de rentatge.

En la següent figura, es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 28. Aspectes mediambientals del batut - amassat de la nata



En les operacions de batuda i amassament es genera el sèrum de mantega amb el que s'eliminen la major part dels microorganismes presents en la nata (ferments lactis i altres microorganismes).

Si el corrent de sèrum de mantega eliminat es barreja amb les aigües residuals generades per l'activitat de l'empresa es produirà un augment considerable de la càrrega contaminat d'aquestes aigües, la qual cosa pot ocasionar danys irreversibles en el medi receptor.

4.2.2.5. Envasament

La mantega s'ha d'envasar tot just finalitzat el procés d'amassament per evitar contaminacions microbiològiques. Per a l'envasament, es poden utilitzar màquines per emmotllar, emplenar i segellar.

La naturalesa de l'emulsió de la mantega fa que es puguin produir reaccions d'oxidació dels greixos i el deteriorament de la mantega. A més, la mantega absorbeix ràpidament les olors. Per això, els envasos han de protegir el producte de la llum, prevenir l'oxidació (baixa permeabi-

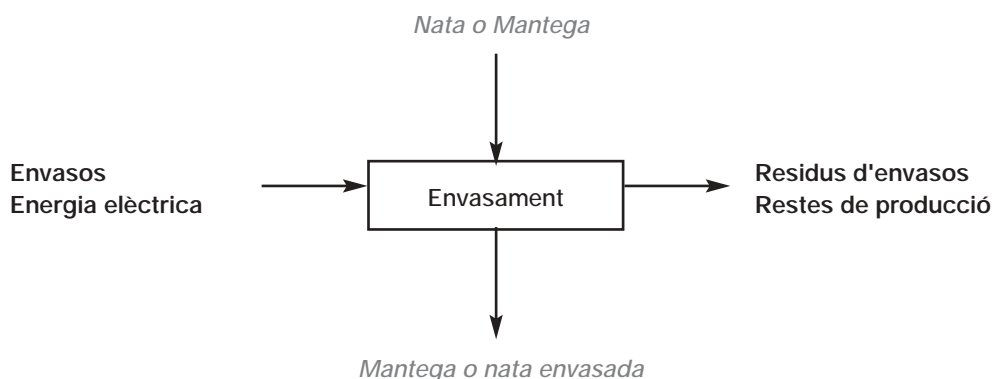
litat a l'oxigen) i ser resistents al vapor d'aigua, per evitar que s'assequi la superfície i puguin produir-se canvis de coloració en el producte.

Els materials d'envàs per a la mantega més emprats són: el paper o làmina d'alumini laminat amb paper vegetal o paper resistent al greix, làmines de polietilè i terrines plàstiques (poli-propilè termoformat, LDPE). En el cas de venda a l'engròs, s'utilitzen caixes de cartró folrades de LDPE (low density polyethylene, polietilè de baixa densitat) o llaunes d'alumini.

En l'envasament de la nata s'utilitzen envasos de plàstic (poliestirè) o de cartró amb capes de plàstic o laminat d'alumini, o complexes del tipus Tetra Brik®.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius de l'envasament.

Figura 29. Aspectes mediambientals de l'envasament de la nata o mantega



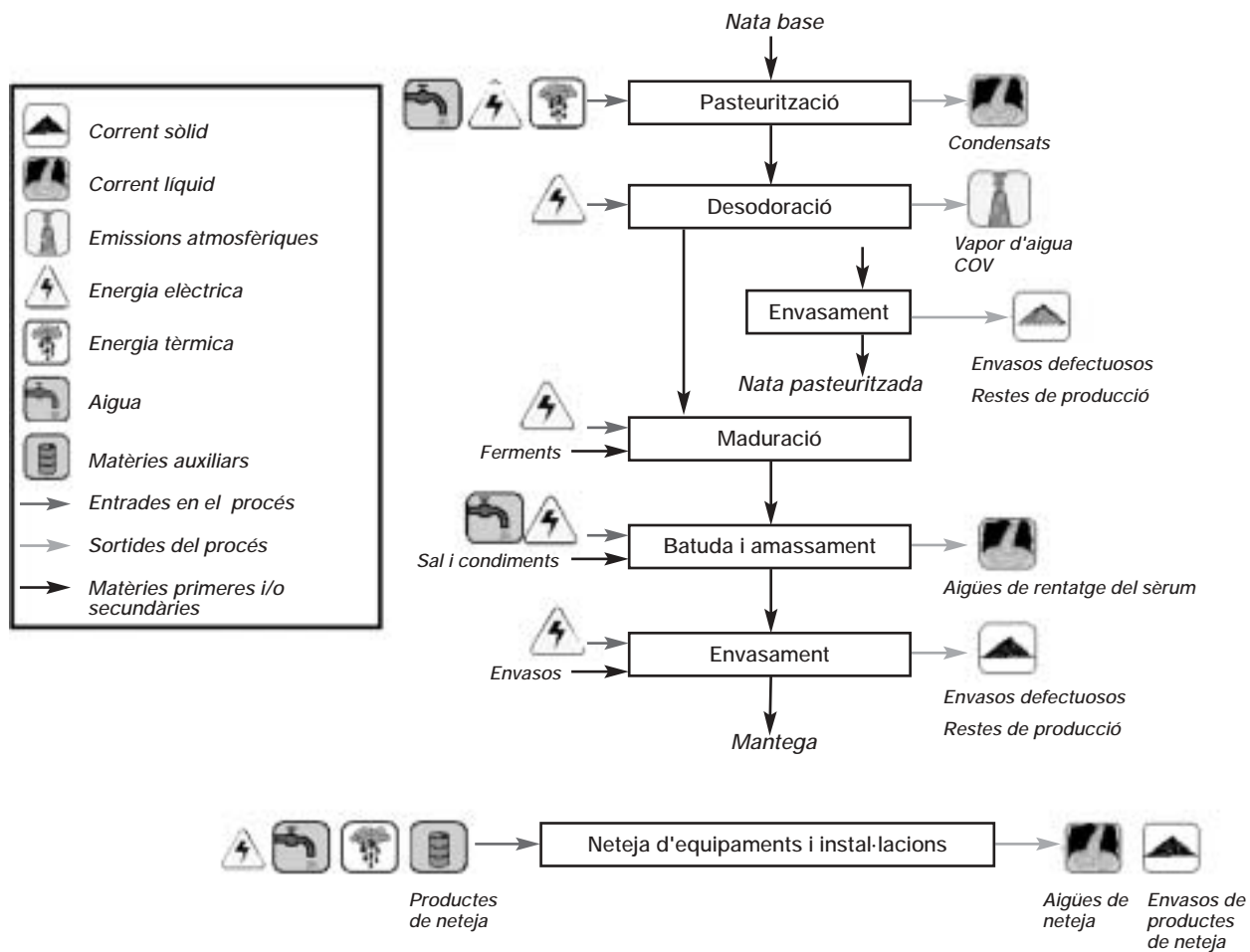
El principal aspecte mediambiental que es pot originar en aquesta operació són les restes de producció i els envasos defectuosos deguts a errors d'envasament i contaminacions microbiològiques.

També es consumeix energia elèctrica en el funcionament de les màquines envasadores.

4.2.3. Aspectes mediambientals en l'elaboració de nata i mantega

Els principals efectes mediambientals derivats de la producció de nata i mantega es mostren a continuació.

Figura 30. Aspectes mediambientals del procés d'elaboració de nata i mantega



A continuació es presenta una taula resum dels aspectes mediambientals que es poden generar durant el procés d'elaboració de nata o mantega i la valoració del seu impacte.

Taula 11. Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració de la nata i la mantega

Etapa	Efecte mediambiental	Ordre
Pasteurització	Consum d'energia tèrmica	1r
	Consum d'energia elèctrica	1r
	Consum d'aigua	2n
	Abocament de condensats	2n
Desodoració	Consum d'energia elèctrica	2n
	COV	2n
Maduració	Consum d'energia elèctrica	2n
Batuda - Amassament	Abocament de sèrum de mantega	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
	Abocament d'aigües de rentatge del sèrum de mantega	2n
	Consum d'aigua	2n
Envasament de la nata i la mantega	Residus d'envasos defectuosos	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
	Producte no conforme	2n
Neteja d'equipaments i instal·lacions (vegeu apartat 4.5.1)	Consum d'energia tèrmica	1r
	Consum d'aigua	1r
	Abocament d'aigües residuals (volum de l'abocament i càrrega contaminant)	1r
	Consum de productes químics	1r
	Generació de residus (envasos de productes de neteja)	2n
	Consum d'energia elèctrica	2n

4.3. Producció de llets fermentades

Les llets fermentades s'obtenen per la multiplicació dels bacteris lactis, en algunes ocasions acompanyats per altres microorganismes, en una preparació de llet. L'àcid làctic que es produeix coagula o espessa la llet, conferint-li un sabor àcid més o menys intens.

Les característiques pròpies de les diferents llets fermentades són degudes a la variació particular de certs factors, com ara la composició de la llet, la temperatura d'incubació o la flora làctica i auxiliar.

La fermentació de la llet pels bacteris lactis provoca la modificació dels components de la llet. Així, la lactosa es transforma en àcid làctic o, en determinades llets fermentades, en etanol. Els pròtids experimenten un inici de peptonització que millora la seva digestibilitat i, en ocasions, la llet es carrega de CO₂ amb la conseqüent aparició d'escuma.

El iogurt és la llet fermentada més coneguda i, per tant, es considerarà prioritari el seu estu-

di en aquest apartat.

Existeix una gran varietat de iogurts en funció de la seva consistència (coagulats, líquids, mousse), composició (desnatats, semidesnatats, normals, enriquits) o sabor (natural, amb sucre, amb sabors, amb fruita, etc.).

4.3.1. Descripció general del procés productiu del iogurt

El iogurt és el producte obtingut de la coagulació de la llet per fermentació làctica deguda a l'acció de *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*.

Tot i que existeixen en el mercat llets fermentades per bacteris diferents als tradicionals, principalment el *Bifidobacterium*, la legislació espanyola (Ordre, d'1 de juliol de 1987, (104)) només anomena iogurt a les obtingudes per la fermentació dels dos microorganismes esmentats anteriorment.

El iogurt es pot elaborar també a partir de llet de cabra, d'ovella i d'altres espècies, encara que el més estès és el fabricat amb llet de vaca.

Per fer iogurt es parteix de llet normalitzada en el seu contingut greixós i pasteuritzada per evitar contaminacions microbianes no desitjades.

En primer lloc, es procedeix a fermentar la llet mitjançant la inoculació del cultiu bacterià i, posteriorment, incubant la llet a la temperatura adequada. En funció del tipus de iogurt que es vol fabricar, la incubació es pot dur a terme en l'envàs mateix en el qual es comercialitzarà el producte o bé en dipòsits abans del seu envasament final.

La fermentació de la llet s'atura mitjançant refrigeració quan la mescla arriba a les condicions òptimes de processament:

- grau d'acidesa de 0,85-0,95% d'àcid làctic
- pH entre 4.2 i 4.5

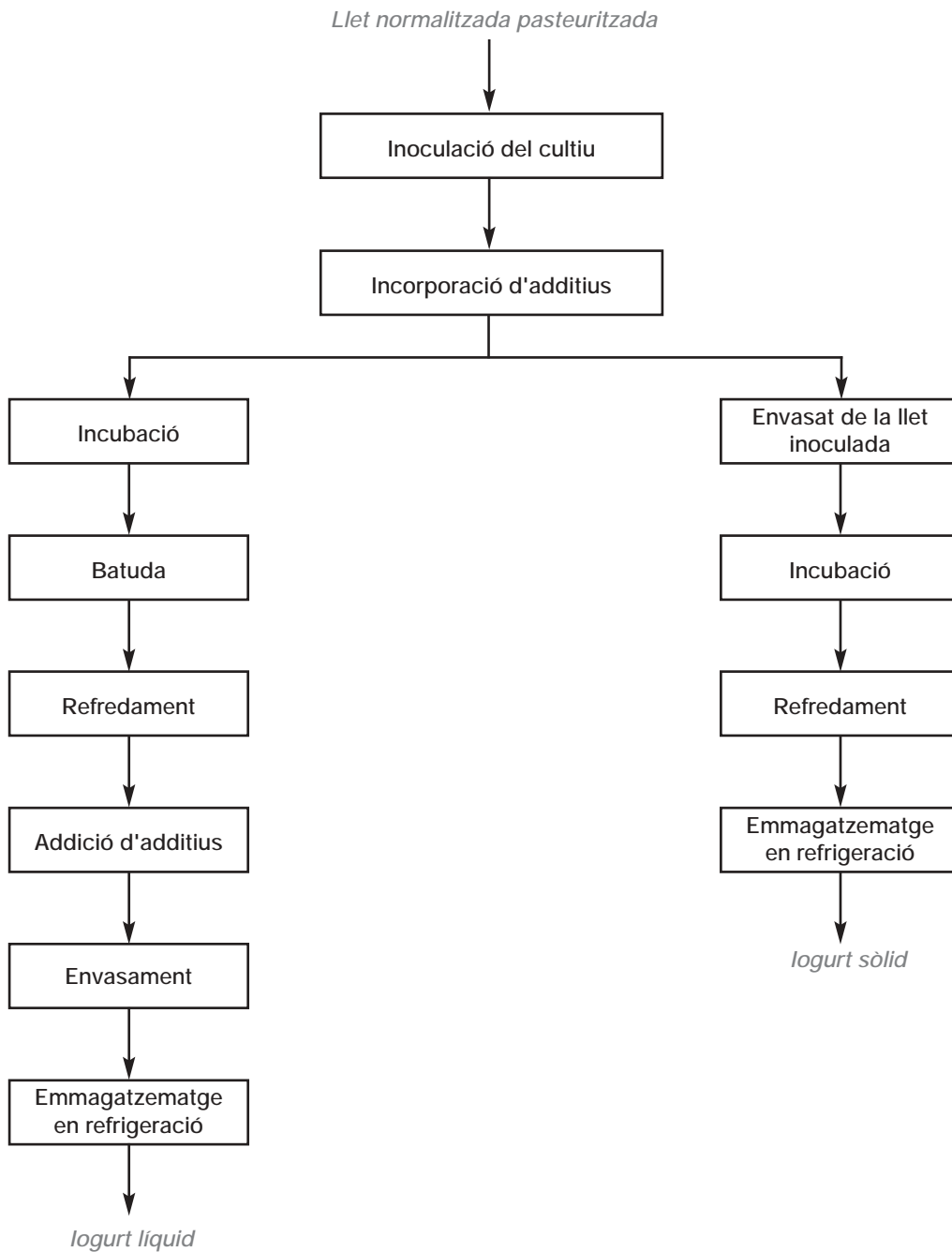
La consistència del iogurt depèn en gran mesura de la proporció de l'extracte sec magre (principalment caseïna) de la llet inicial. Per això, en certes ocasions, sobretot en el procés d'elaboració de iogurt consistent, és necessari un ajustament o estandardització abans de l'extracte sec magre de la llet mitjançant algun d'aquests mètodes:

- Concentració via evaporació
- Addició de llet en pols descremada
- Addició de sèrum de mantega en pols
- Addició de sèrum de llet en pols
- Addició de caseïna en pols

El sucre i altres additius i/o complements (colorants, xarop de fruites, confitures, melmelades, etc.) es poden incorporar directament al cabal de producte abans del seu envasament o en el tanc de fermentació o d'emmagatzematge.

A continuació es mostra el diagrama de flux de la fabricació de iogurt.

Figura 31. Diagrama de flux del procés d'elaboració de iogurt



4.3.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals

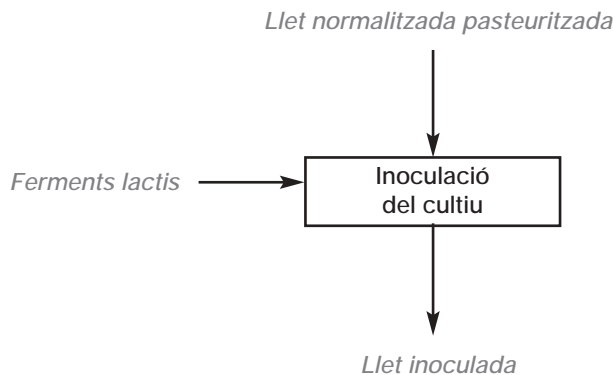
4.3.2.1. Inoculació del cultiu

La inoculació consisteix a incorporar els ferments làctics *L. bulgaricus* i *S. thermophilus* en la llet prèviament refredada a la temperatura d'incubació apropiada per al ferment (aproximadament 40-45° C). Els ferments poden provenir d'un cultiu fresc, concentrat congelat o liofilitzat.

Depenent del tipus de iogurt, la inoculació del cultiu pot realitzar-se en règim continu, dosificant el cultiu directament en el cabal de llet prèviament a l'envasament o en règim discontinu, introduint-lo en el tanc d'incubació.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 32. Aspectes mediambientals de la inoculació de la llet en l'elaboració de iogurt



4.3.2.2. Incubació

Després de la inoculació del cultiu, comença el procés d'incubació. En aquesta etapa, els microorganismes fermentatius metabolitzen la lactosa produint àcid làctic. Aquest fenomen fa que el pH disminueixi produint-se la coagulació de la caseïna (proteïna de la llet).

Les condicions òptimes de la incubació són:

- temperatura de 40-45° C
- duració de 2,5-3 h, o potser més en casos de sembra de petites quantitats de ferment concentrat

Una vegada produïda la coagulació de la caseïna s'atura el procés refredant el producte sobtadament.

La formació del gel de caseïna és especialment sensible als esforços mecànics, fet pel qual la incubació ha de realitzar-se en estat de repòs total.

Segons el producte a elaborar i el tipus d'instal·lació disponible, la incubació pot realitzar-se mitjançant les següents tècniques:

- **Fermentació en els envasos:** s'utilitza en la fabricació de iogurt sòlid. La llet fermenta en l'envàs mateix en el qual es comercialitzarà el producte. La inoculació del cultiu làctic es fa en línia en una etapa anterior al seu envasament i paletització. Els palets d'envasos s'introdueixen en les cambres d'incubació escalfades per aire. És el sistema energèticament menys eficient.
- **Fermentació discontinua en tancs:** és la tècnica més eficient des del punt de vista productiu i energètic del procés. La incubació es realitza en tancs de fermentació. Una vegada finalitza el procés, el iogurt es refreda i s'envasa. Aquest mètode s'utilitza preferentment en la fabricació de iogurts batuts.
- **Fermentació continua:** aquest tipus de fermentació requereix de ferments especials que permetin la formació de iogurt amb un moviment moderat. Es tracta d'una tecnologia més avançada i costosa, poc implantada, encara que presenta clars avantatges en producció i consum energètic.

En les següents figures es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquestes operacions.

Figura 33. Aspectes mediambientals de la fermentació en els envasos

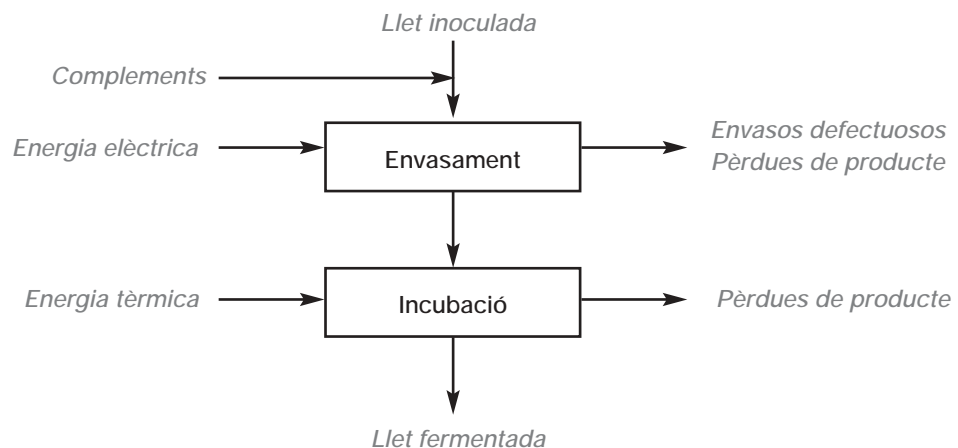
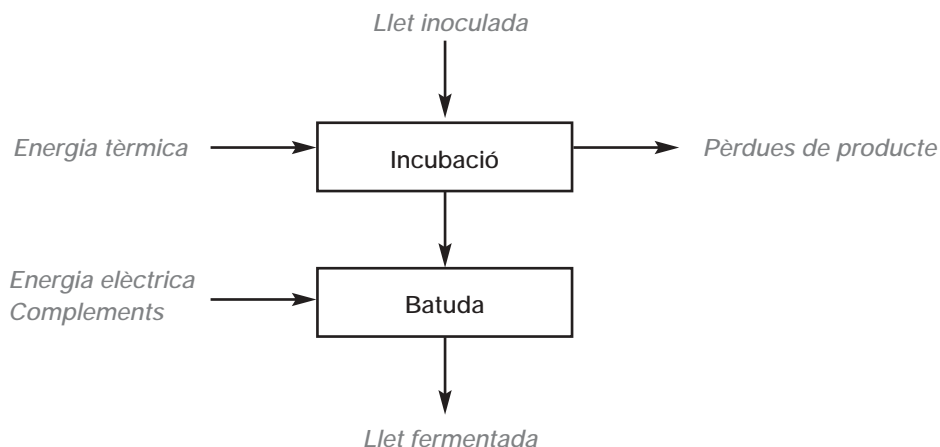


Figura 34. Aspectes mediambientals de la fermentació discontinua en tancs



La incubació requereix unes condicions de temperatura (42-45° C) durant períodes de temps que varien entre 2,5 i 3 hores, o més, en altres casos, com ja s'ha comentat abans, per la qual cosa en aquesta etapa existeix un consum d'energia per tal d'assolir aquestes condicions.

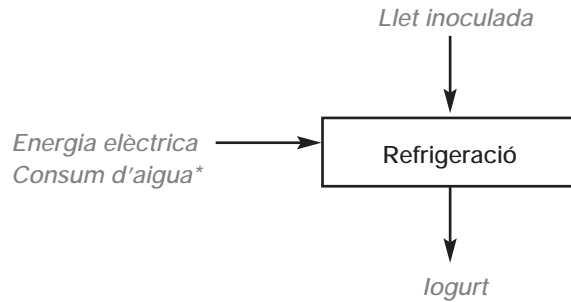
4.3.2.3. Refrigeració

El refredament del iogurt paralitza les reaccions fermentadores, pràcticament aturant el procés d'acidificació del iogurt. En funció del tipus de sistema d'incubació utilitzat (vegeu secció anterior) s'aplicarà un dels següents mètodes de refrigeració:

- **Túnels de refredament d'aire sec:** aplicable quan la fermentació es realitza en l'envàs mateix. Els palets d'envasos s'introdueixen en els túnels de refredament per aire sec fred on es fa disminuir la temperatura del producte fins a 15° C.
- **Bescanviadors de calor:** s'aplica quan el refredament de la mescla es realitza abans de l'envasament. Els bescanviadors de calor permeten un refredament més ràpid del producte.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació

Figura 35. Aspectes mediambientals de l'etapa de refrigeració



* En el cas de la refrigeració per bescanviador de calor amb circuits oberts

En aquesta etapa es consumeix molta energia. La utilització de bescanviadors de calor per refredar el producte esdevé energèticament més rentable que els túnels de refredament.

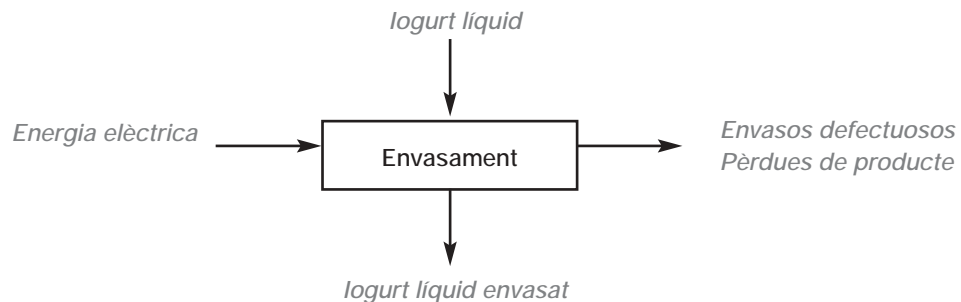
4.3.2.4. Envasament

Com s'ha comentat amb anterioritat, l'envasament es pot realitzar abans o després de la incubació.

Generalment, els iogurts s'envasen en envasos de poliestirè amb tapes laminades d'alumini recobert de polietilè segellat amb calor. També s'utilitzen altres tipus de material d'envàs com el vidre o altres.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius de l'envasament del iogurt líquid:

Figura 36. Aspectes mediambientals de l'etapa d'envasament

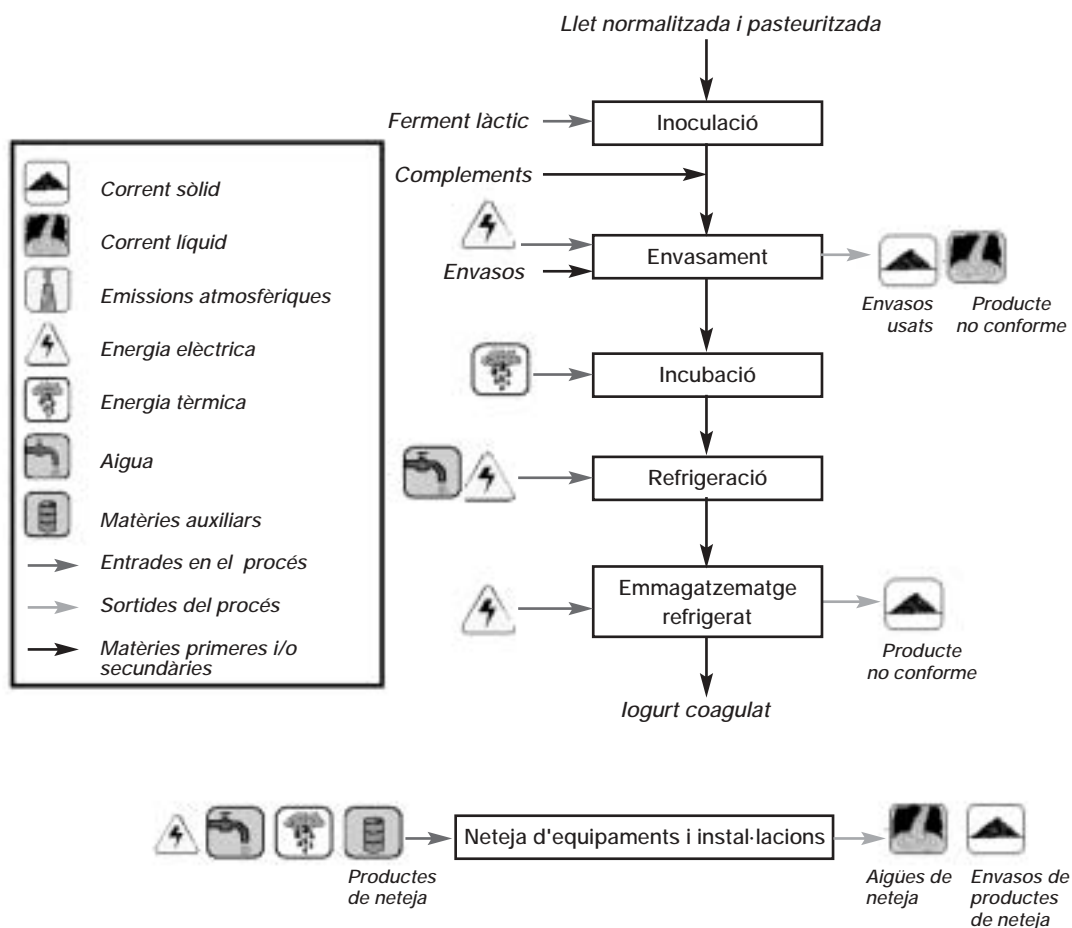


La generació de residus d'envasos esdevé el principal aspecte mediambiental a valorar en aquesta etapa. En ocasions, poden produir-se també pèrdues de producte que s'eliminen amb les aigües residuals en les operacions de neteja.

4.3.3. Aspectes mediambientals generats en l'elaboració de iogurt

Els principals efectes mediambientals derivats de la producció de iogurt s'indiquen en el diagrama següent.

Figura 37. Aspectes mediambientals del procés d'elaboració de iogurt



A continuació es mostra la taula on es presenten els aspectes mediambientals que es poden generar en el procés d'elaboració de iogurt i es valora el seu impacte.

Taula 12. Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració del iogurt

Etapa	Efecte mediambiental	Ordre
Envasament	Residus d'envasos	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
	Vessament/pèrdues de producte no conforme	2n
Incubació	Consum d'energia tèrmica	2n
Refrigeració	Consum d'energia elèctrica	1r
	Consum d'aigua de refrigeració	2n
Emmagatzematge en refrigeració	Vessament/pèrdues de producte no conforme	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
Neteja de recipients, equipaments i instal·lacions (vegeu apartat 4.5.1)	Consum d'energia tèrmica	1r
	Consum d'aigua	1r
	Abocament d'aigües residuals (volum abocat i càrrega contaminant)	1r
	Consum de productes químics	1r
	Generació de residus sòlids (envasos de productes de neteja)	2n
	Consum d'energia elèctrica	2n



4.4. Producció de formatge

L'elaboració de formatges és una de les formes més antigues de processament de la llet, i es realitza de forma tradicional en cada família, poble o comarca.

El formatge és un producte que s'elabora a partir de la llet sencera o desnatada, de la nata, del sèrum de mantega o bé d'una barreja d'aquests. Existeix una gran varietat de formatges: de tipus fresc o madurat, sòlid o semisòlid.

De forma general, el formatge es produeix per coagulació de les proteïnes de la llet, a partir de ferments lactis i/o quall. Posteriorment, es talla la pasta o quallada formada i se'n separa en gran part el xerigot, part líquida que conté principalment lactosa i sals minerals. A continuació s'emmotlla la pasta, se sala, es premsa i, en algun tipus de formatge, se sembren amb cultius fúngics o bacterians. Durant aquestes operacions, la pasta continua drenant xerigot. En altres casos, també se'ls hi afegeixen colorants, espècies o altres ingredients naturals no lactis.

Els formatges es poden classificar d'acord amb els criteris següents:

- Segons l'origen de la llet amb la que han estat elaborats: llet de vaca, cabra i ovella

- Segons el contingut en humitat del producte final: formatges frescos (60-80%), tendre (50-60%), semidurs (40-50%) i durs (20-40%)
- Segons el tipus de coagulació: amb quall, coagulació per acidificació, coagulació mixta
- Segons el procés de maduració: formatge curat, semicurat, tendre, fresc
- Segons el seu contingut en greix (expressat sobre extracte sec): formatge extragreixós (>60% MG/ES)(*), semigreixós (45-60% MG/ES), semidesnatat (10-25% MG/ES) i desnatat (<10% MG/ES)
- Segons textura: amb forats, textura granular, textura tancada.

(*) MG= matèria greixosa; ES= extracte sec.

4.4.1. Descripció general del procés productiu del formatge

Abans de procedir a les operacions de fabricació del formatge, la llet ha de ser tractada per tal d'obtenir un producte final de bona qualitat (vegeu apartat 4.1.2.4. de producció de llet). Normalment, els tractaments que s'apliquen a la llet abans de la seva coagulació són:

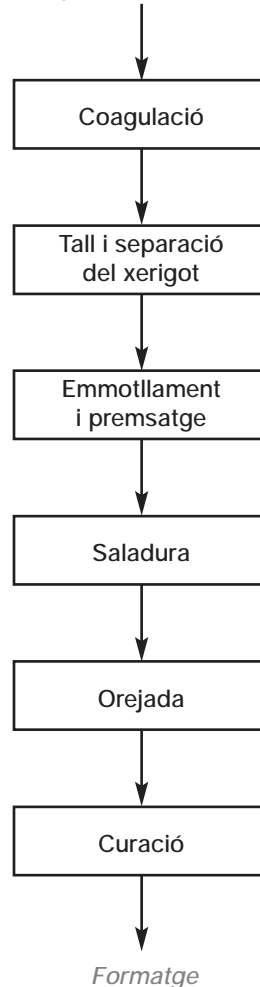
- filtració
- clarificació
- normalització de contingut greixós
- pasteurització (quan no s'aplica, es diu que el formatge està fabricat amb llet crua).

Una vegada es disposa de la llet tractada i a la temperatura òptima (20-30° C), s'afegeixen els ferments i/o enzims proteolítics responsables de la formació del gel o coàgul. Finalitzada l'etapa de coagulació, la gran massa de quallada formada es talla en petits trossos, amb talladors o lires, per facilitar la separació i eliminació del xerigot (part líquida formada per aigua, lactosa, sals minerals i proteïnes sèriques). Aquest procés es pot accelerar mitjançant l'escalfament de la massa de quallada fins assolir uns 35-44° C.

Posteriorment, la quallada s'introdueix en els motlles per obtenir la forma desitjada. Els motlles poden ser sotmesos a pressió exterior (premsatge), que facilitarà la separació de més xerigot. Una vegada estabilitzada la forma de la peça de formatge, se sala (en sec o per immersió en salmorra) i es procedeix a l'etapa de maduració, excepte en la fabricació dels formatges frescos.

Figura 38. Procés general d'elaboració del formatge

Llet preparada per a l'elaboració de formatge



4.4.2. Descripció de les operacions del procés productiu i consideracions mediambientals

4.4.2.1. Coagulació

L'operació de coagulació es basa a provocar l'alteració de la caseïna (proteïna de la llet) i la seva precipitació, donant lloc a una massa gelatinosa que engloba tots els components de la llet. La naturalesa del gel que es forma en coagular la caseïna condicionarà el funcionament

dels posteriors processos de fabricació del formatge (eliminació del xerigot, desenvolupament de la maduració, formació "d'ulls").

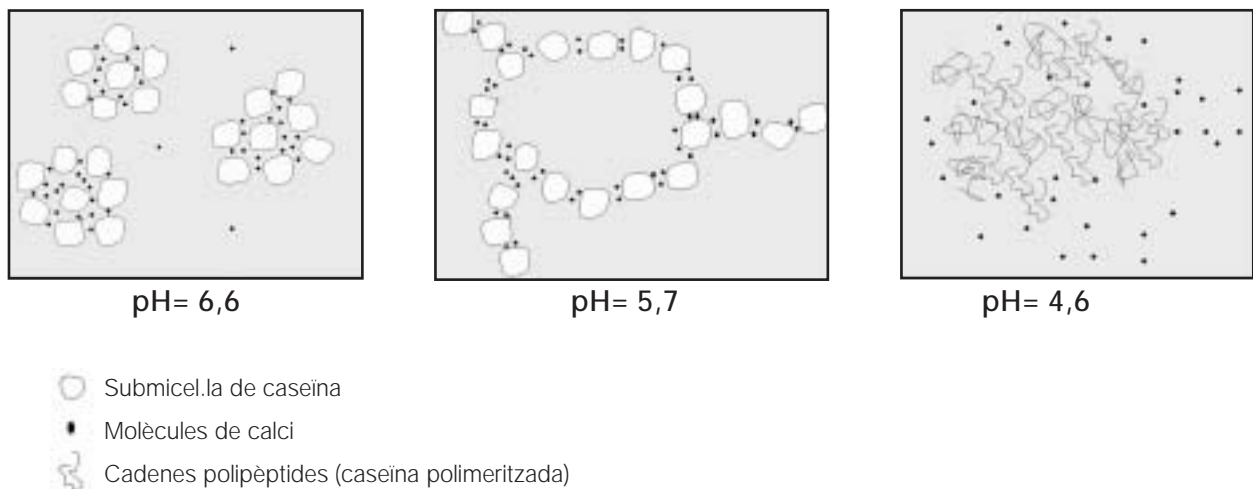
La coagulació es realitza en els dipòsits on es forma la quallada. S'ha d'evitar moure o donar cops als dipòsits durant el període de coagulació, ja que el moviment de la mescla podria alterar els processos de coagulació, amb la conseqüent pèrdua de caseïna amb el residu líquid.

La coagulació es pot realitzar de tres formes diferents:

- Coagulació àcida
- Coagulació enzimàtica
- Coagulació mixta

La **coagulació àcida** és la que es produeix mitjançant àcids, bé siguin afegits (àcids dèbils) o bé produïts per l'acció dels bacteris lactis que transformen la lactosa en àcid làctic. La presència d'àcid làctic fa disminuir el pH de la llet provocant l'alteració del complex caseïna-calci i alliberant calci progressivament. Quan s'assoleix un pH de 4.6 es produeix la coagulació de la caseïna, que queda sobrenedant en la fase líquida (xerigot) i que conté també el calci dissolt. El gel resultant d'aquest procés està format per cadenes proteiques amb major o menor grau de polimerització que s'estructuren en forma de xarxa, sense rigidesa ni compactació (vegeu figura 39).

Figura 39: Procés de la coagulació àcida

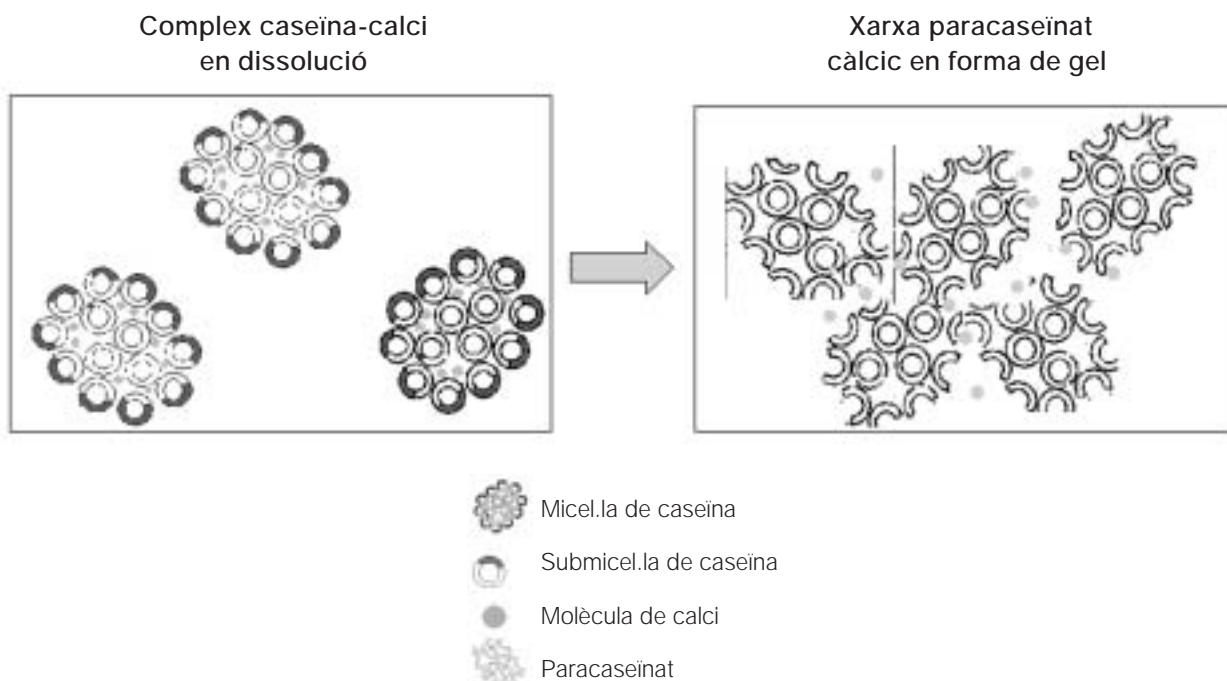


La **coagulació enzimàtica** és el sistema de coagulació més estès en l'elaboració de formatge. Es produeix mitjançant l'addició d'enzims de tipus proteases. El quall pot ser:

- d'origen animal; llavors es compona d'una mescla natural d'aquests enzims presents en l'estómac d'animals, ja siguin remugants lactants (extracte de quall) o d'altres animals no lactants
- d'origen vegetal o microbià.

La coagulació enzimàtica transforma el complex caseïna-calci que es trobava en dissolució col·loidal en una xarxa de paracaseïnat càlcic, formant el gel o coàgul i atrapant la resta de components del formatge. La càrrega mineral de les micel·les del coàgul li confereix rigidesa i un alt grau de compactació. D'aquesta forma, una part important de la fase líquida (xerigot) queda retinguda en aquesta estructura.

Figura 40. Procés de la coagulació enzimàtica



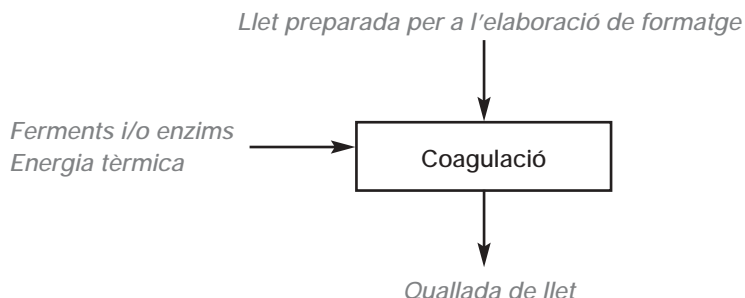
La quantitat d'enzim coagulant que cal incorporar a la llet depèn del pH inicial, del poder o força coagulant de l'enzim i de les propietats fisicoquímiques i biològiques de la llet inicial.

Un factor important en el procés de coagulació és la temperatura a la que s'addiciona el quall o enzims coagulants. Del seu valor en dependran: els temps de coagulació de la llet, la capacitat de lligar aigua, la retracció del coàgul i l'acidificació del medi, si n'hi ha. Es consideren com a temperatures òptimes de treball les compreses entre 28° C i 35° C, excepte en el cas

dels formatges frescos, on es treballa a temperatures més baixes.

Per últim, la **coagulació mixta** és el resultat de l'acció conjunta del quall i l'acidificació làctica. L'obtenció d'un gel per coagulació mixta pot realitzar-se addicionant quall a una llet àcida o acidificant un gel enzimàtic.

Figura 41. Aspectes mediambientals de l'etapa de coagulació de la llet en l'elaboració de formatge



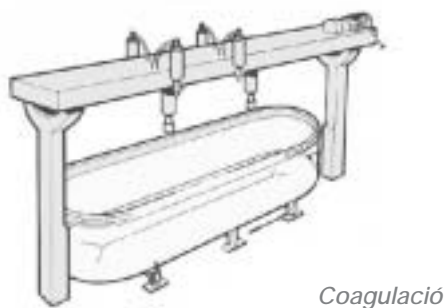
En aquesta etapa es poden produir pèrdues o vessaments de llet deguts a la seva manipulació.

El consum d'energia tèrmica en aquesta etapa es deu a la necessitat de certes condicions de temperatura per a la formació de la quallada.

4.4.2.2 Tall i separació del xerigot

El gel format en la coagulació, en qualsevol dels tres mètodes descrits anteriorment, és inestable. Segons les condicions en les quals es troba la fase líquida o xerigot que l'impregna, se separa amb més o menys facilitat. Aquest fenomen es coneix com a separació del xerigot.

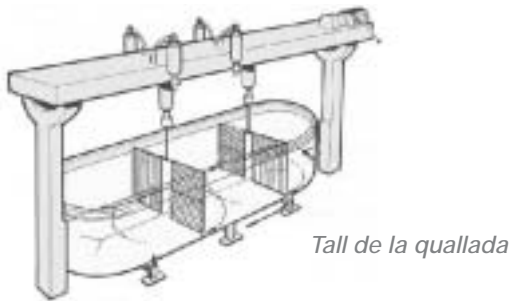
Figura 42. Fases del procés de coagulació i separació del xerigot. Detall de les lires



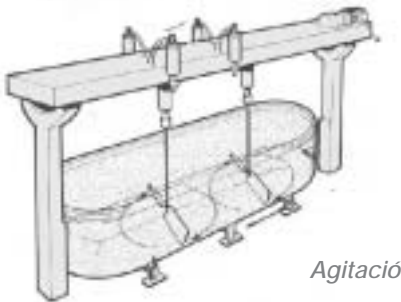
La facilitat de separació de la fase líquida (xerigot) i la quallada depèn del tipus de coagulació:

- Quan la quallada s'ha obtingut per coagulació àcida no es produeix una separació completa de fases, donant lloc a una quallada molt humida.

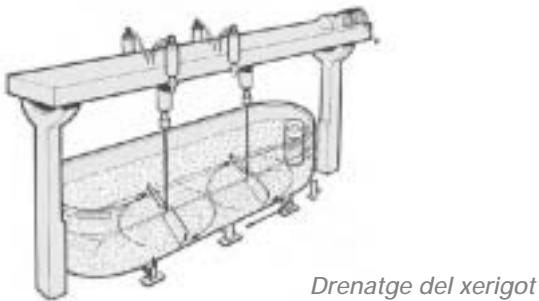
- En el cas de coagulació enzimàtica, és necessària la utilització de sistemes mecànics per afavorir la separació de fases.



Tall de la quallada



Agitació



Drenatge del xerigot



Existeixen dos mètodes principals de separació i eliminació del xerigot:

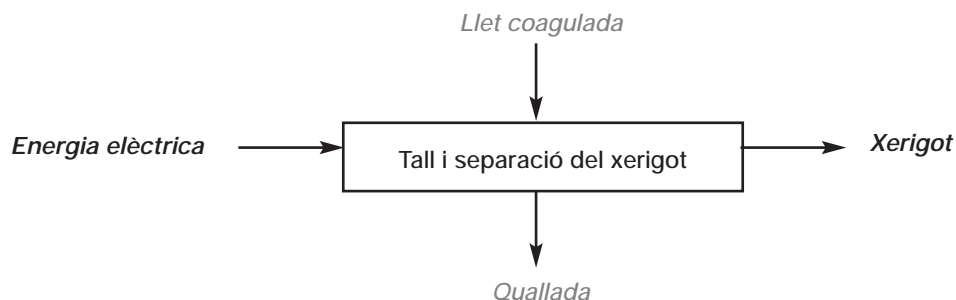
- Separació en dipòsit: es talla la quallada amb lires (figura 42), formant-se petits cubs que queden submergits en el xerigot i que van exsudant. Com més petits són els cubs més gran és l'àrea superficial, la qual cosa facilita l'exsudació. Un cop tallada la quallada s'agita de forma suau per mantenir els cubs formats en suspensió i es procedeix al drenatge del xerigot per succió. Les condicions en les quals s'efectua el tall del gel influeixen sobre el producte final obtingut. Segons el tipus de formatge, el tall pot ser més o menys intens.
- Separació del xerigot en motlle: la quallada més o menys tallada es diposita sobre els motlles juntament amb el xerigot exsudat. Un cop als motlles, de material porós, el xerigot s'elimina contínuament per escorreguda. Separar el xerigot d'aquesta manera és moltes

vegades un procés insuficient i lent. En la majoria dels casos, no s'aconsegueix la composició final desitjada dels formatges.

Per augmentar el grau de separació necessari en l'elaboració de certs tipus de formatge d'extracte sec molt elevat, s'apliquen tractaments tèrmics sobre la quallada durant el seu tall.

En la següent figura, es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 43. Aspectes mediambientals del tall i separació del xerigot



El principal aspecte mediambiental generat en la fabricació de formatges és la producció de xerigot. Les característiques del xerigot depenen del tipus de coagulació emprada. Així, es pot obtenir:

- **Xerigot dolç:** generat a partir de la coagulació enzimàtica de la llet. Generalment conté entre 0,6 - 0,9% de proteïna soluble, al voltant d'un 0,3% de greix i una gran quantitat de lactosa (més del 5%). Les quantitats d'àcid làctic present en aquest xerigot són menys-preables.
- **Xerigot àcid:** generat quan s'utilitza la coagulació àcida de la llet. Conté aproximadament la mateixa proporció de proteïna soluble que el xerigot dolç, però presenta una menor proporció de greix i de lactosa (4,5%). Les quantitats d'àcid poden arribar al 0,8%.

El contingut en lactosa i proteïna del xerigot origina un augment en la càrrega contaminat de les aigües residuals (en alguns casos poden superar els 60.000 mg DQO / l de xerigot). Per aquesta raó, s'ha d'evitar l'abocament de xerigot en el cabal d'aigües residuals.

El consum d'energia elèctrica dependrà del grau d'automatització del procés i del nombre i tipus de tractaments mecànics emprats per separar el xerigot.

4.4.2.3. Emmotllament i premsatge

L'emmotllament consisteix a abocar en els motlles els trossos de quallada amb l'objectiu que la massa làctica adopti la forma i les dimensions finals desitjades. La majoria dels motlles

per fabricar formatges són de plàstic (PP o PE) o acer microperforat, per tal de permetre la sortida del xerigot.

El premsatge s'aplica per afavorir el drenatge del xerigot intergranular de la quallada i donar al formatge la seva forma definitiva. El premsatge proporciona una major consistència al producte final. La pressió exercida variarà en funció del tipus de formatge. El premsatge dels formatges pot realitzar-se tant per la pressió que exerceix el pes dels mateixos formatges (premsatge per gravetat) com aplicant una força externa mitjançant premses de matalàs (figura 44) o vertical (figura 45).

Figura 44. Premsa de matalàs (cortesia de Perinox, SA)

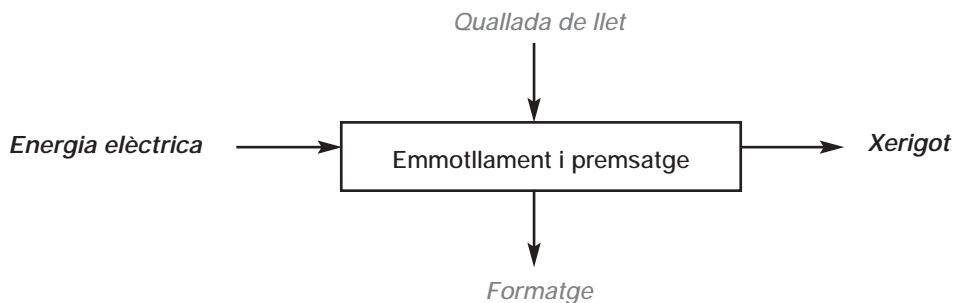


Figura 45. Premsa horitzontal (cortesia de Perinox, SA)



En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 46. Aspectes mediambientals de l'emmotllament i premsatge dels formatges curats



De la mateixa manera que a l'etapa anterior, el consum d'energia elèctrica dependrà del grau d'automatització del procés. Durant el premsatge, també es produeix un corrent de sortida de xerigot, encara que inferior al produït en l'etapa de la separació del xerigot.

4.4.2.4. Saladura

Cada varietat de formatge té normalitzat el seu contingut en sal comuna (NaCl). Com a norma general, el contingut de sal disminueix a mesura que es redueix la proporció d'extracte sec.

El procés de saladura del formatge determinarà el seu sabor final. A més, la saladura intervé en la regulació del contingut de xerigot i en l'acidesa final del formatge.

La sal també fa que:

- la pasta del formatge adopti una textura esponjosa
- s'asseguri la conservació (juntament amb el valor de pH)
- s'inhibeixi el desenvolupament dels microorganismes responsables dels fenòmens d'inflor
- s'estimuli el desenvolupament de la flora de maduració del formatge
- es millori la consistència del formatge.

La saladura es pot realitzar sobre la llet (en els dipòsits de coagulació) o sobre el formatge mitjançant immersió en salmorra (al 16-22% de sal) o aplicant sal seca directament sobre la massa. Aquesta última tècnica és molt laboriosa, fet que fa que no sigui una pràctica estesa dins del sector.

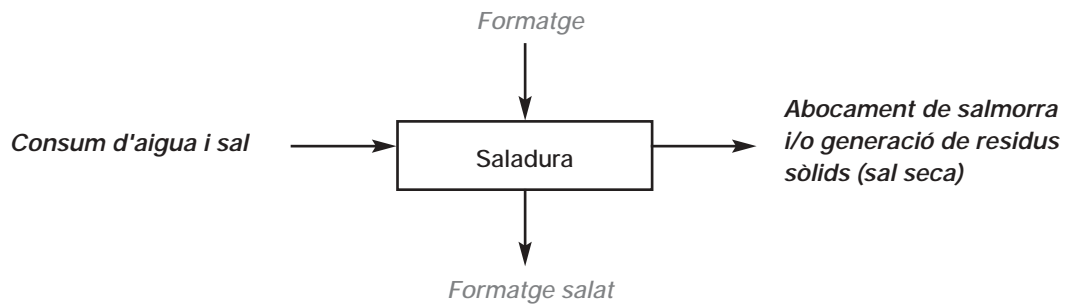
Figura 47. Saladors per immersió (cortesia de Perinox, SA)



El temps i la quantitat o concentració de sal depenen del tipus de formatge i del mètode de saladura.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació

Figura 48. Aspectes mediambientals de la saladura de formatge



A l'etapa de saladura es consumeix aigua i sal per preparar la salmorra. Els corrents de sortida del procés són:

- salmorra i/o sal dissolta en aigües de neteja (en el cas d'aplicar directament la sal seca sobre la superfície del formatge). Aquestes aigües residuals presenten una elevada conductivitat.

- sal seca (quan la sal es retira directament), poc freqüent.

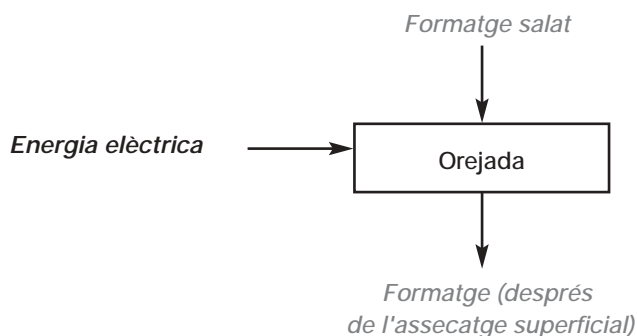
4.4.2.5. Orejada

Una vegada finalitzada la saladura, el formatge pot sotmetre's a l'acció d'un corrent d'aire per eixugar la superfície. L'assecatge superficial té especial importància en formatges curats amb un embolcall o cobertura de cera.

Aquesta operació es realitza en sales o cambres d'assecatge específiques per a aquest ús. En elles es fa circular un corrent d'aire amb unes condicions de temperatura i humitat controlades que permeten l'assecatge superficial del formatge.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 49. Aspectes mediambientals de l'etapa d'orejada del formatge



Durant aquesta etapa es consumeix energia elèctrica derivada del condicionament de l'aire d'assecatge.

4.4.2.6. Curació / Maduració

Els formatges, una vegada salats i assecats, s'introdueixen en les cambres de maduració o curació, a una temperatura i humitat controlades.

El procés de maduració del formatge compren processos físics, microbiològics i enzimàtics que donen lloc a un producte acabat amb unes determinades característiques organolèptiques.

Transformacions organolèptiques

Els processos més importants són:

- Formació d'una escorça més o menys dura, que segons el tipus de formatge pot ser seca o estar recoberta amb una capa de ferments o fongs (aspecte extern)
- Formació d'una pasta homogènia i suau d'un color que pot variar des de blanc fins a groc (aspecte intern)
- Formació de forats o "ulls" o d'esquerdes.

Transformacions químiques

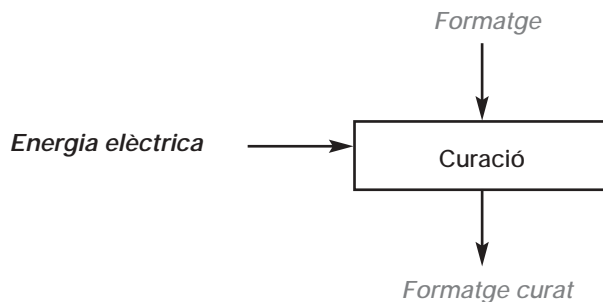
La caseïna presenta un desdoblament hidrolític (descomposició o hidròlisi amb aigua) que es desenvolupa esglaonadament o paral·lelament, de vegades fins als seus components elementals, els aminoàcids. Els greixos també pateixen un desdoblament que tindrà, com a principal conseqüència, la formació de substàncies aromàtiques característiques dels formatges.

Transformacions microbiològiques

Una de les condicions indispensables per al desenvolupament òptim de l'etapa de curació és la formació d'una flora específica de curació. Aquesta flora es caracteritza per ser superficial i per la formació de forats a l'interior de la pasta del formatge.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 50. Aspectes mediambientals del procés de maduració dels formatges curats

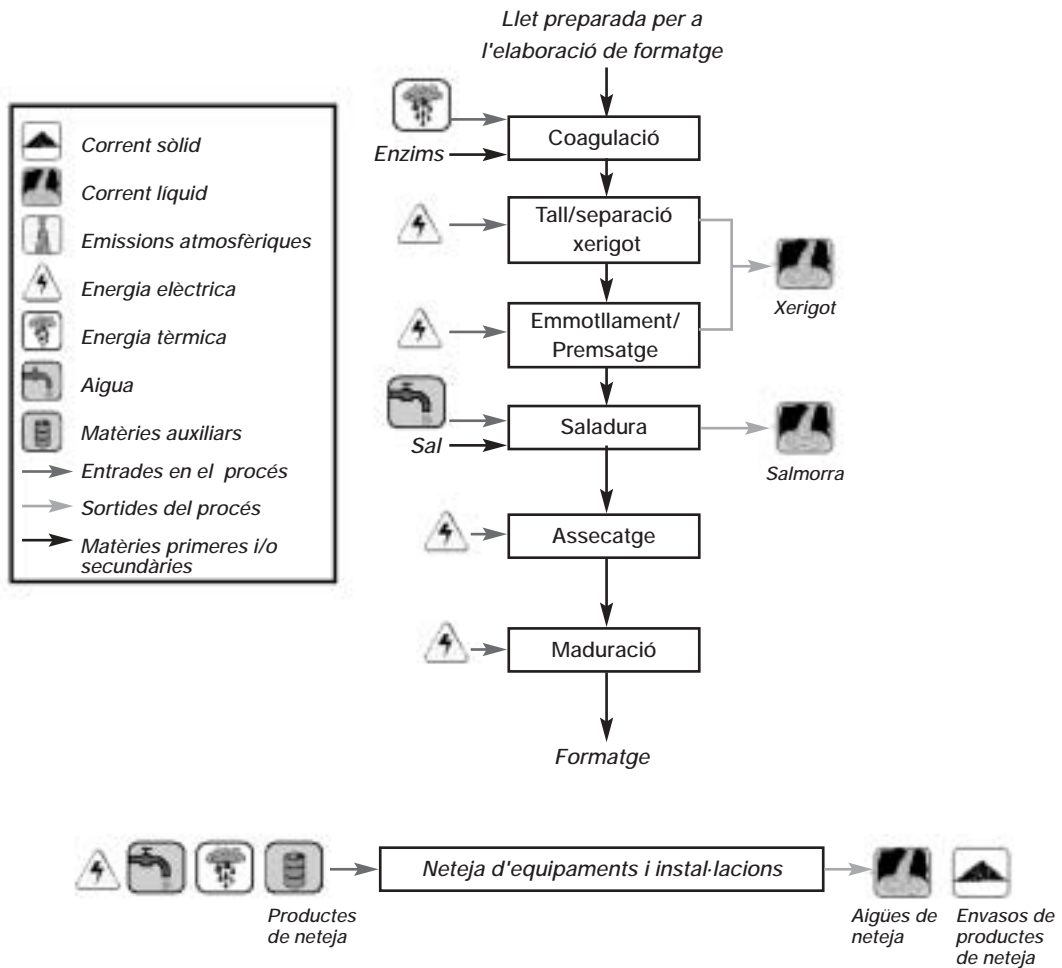


D'igual forma que en l'etapa prèvia, durant el procés de maduració dels formatges curats es produeix un consum d'energia degut a operar en cambres de temperatura i humitat controlada.

4.4.3. Aspectes mediambientals generats en l'elaboració de formatge.

Els principals aspectes mediambientals derivats de la producció de formatge es mostren a continuació.

Figura 51. Aspectes mediambientals del procés d'elaboració del formatge



A continuació es presenta una taula resum dels aspectes mediambientals generats en la fabricació de formatge i se'n valora el seu impacte.

Taula 13. Valoració dels aspectes en l'elaboració de formatge.

Etapa	Efecte mediambiental	Ordre
Coagulació	Consum d'energia tèrmica	2n
Tall i separació del sèrum lactic	Abocament de xerigot	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
Emmotllament i premsatge	Abocament de xerigot	1r
	Consum d'energia elèctrica	2n
Saladura	Consum d'aigua	1r
	Abocaments de salmorra	1r
Orejada	Consum d'energia elèctrica	2n
Curació	Consum d'energia elèctrica	2n
Neteja de recipients, equipaments i instal·lacions (vegeu l'apartat 4.5.1)	Consum d'energia tèrmica	1r
	Consum d'aigua	1r
	Abocament d'aigües residuals (volum abocat i càrrega contaminant)	1r
	Consum de productes químics	1r
	Generació de residus (envasos de productes de neteja)	2n
	Consum d'energia elèctrica	2n

4.5. Operacions auxiliars a la indústria làctia

En aquest apartat es descriuen les operacions auxiliars comunes a tots els processos de la indústria làctia. Els aspectes mediambientals associats a aquestes operacions apareixen valorats al final d'aquest apartat.

4.5.1. Operacions de neteja i desinfecció

Degut a les característiques de la matèria primera emprada i dels productes fabricats, les condicions higièniques dels equipaments i instal·lacions de les empreses làcties han de ser higiènicament correctes per tal de garantir la qualitat dels productes elaborats.

El manteniment de les condicions higièniques a l'empresa làctia exigeix portar a terme operacions de neteja i desinfecció de forma continuada, la qual cosa pot arribar a suposar la quarta part del temps total de feina. Aquestes operacions suposen la major part del consum d'aigua, energia i productes químics de la instal·lació, així com un considerable volum d'aigües resi-

duals.

Per neteja s'entén l'eliminació total de totes les restes de llet o dels seus components i d'altres brutícies visibles. Mentre que, mitjançant la desinfecció, es pretén eliminar tots els microorganismes patògens i la majoria dels no patògens que afectarien la qualitat del producte.

La neteja i la desinfecció són dues operacions que solen realitzar-se successivament en el temps, primer neteja i després desinfecció, emprant detergents i desinfectants per separat. Tot i això, també poden dur-se a terme de forma simultània utilitzant productes d'acció combinada.

En qualsevol cas, per realitzar les operacions de neteja i desinfecció cal aportar:

- Aigua, que compleixi amb diverses funcions. Entre elles estan: reblanir i/o dissoldre la brutícia adherida a les superfícies, formar solucions detergents i eliminar les restes de solucions netejadores
- Energia tèrmica per assolir la temperatura òptima del procés i elèctrica per fer circular les solucions netejadores pels equipaments i conduccions (sistemes CIP)
- Productes químics (detergents, desinfectants)
- Personal per portar a terme les operacions de neteja.

Els **mitjans de neteja** es poden classificar en mecànics o físics (pressió, temperatura, raspall, esponges i escombres) i químics (productes àcids i bàsics). Normalment, s'utilitzen de manera conjunta en la neteja d'equipaments i instal·lacions.

Els mitjans físics s'utilitzen per arrossegar de forma mecànica la brutícia. La utilització de raspalls, esponges, etc. suposa un mètode barat, encara que té l'inconvenient de necessitar, a la vegada, una neteja adequada de les eines per no convertir-se en font de contaminació. La utilització d'aigua a pressió presenta alguns avantatges davant dels sistemes sense pressió, ja que a mesura que augmenta l'energia de l'impacte, el poder d'arrossegament dels sòlids és major i, a més, suposa un consum d'aigua menor.

Els mètodes químics es basen en la utilització de productes químics que, en la majoria dels casos, s'apliquen en forma de dissolucions aquoses de caràcter àcid o bàsic. Els detergents alcalins provoquen l'emulsió del greix, la qual cosa les fa fàcilment arrossegadisses, mentre que els productes àcids dissolen i eliminen les incrustacions formades per acumulació de les sals de la llet i de l'aigua.

De la mateixa manera que en el cas de la neteja, els **mitjans de desinfecció** poden ser físics (temperatura) o químics (productes desinfectants). L'acció de la temperatura consisteix a aplicar calor mitjançant aigua calenta, vapor o aire calent, a les superfícies que es vulguin desinfectar. La major part dels desinfectants químics contenen, com a compost germicida, substàncies alcalines, clor i oxigen. Els productes desinfectants contenen, a més, altres substàncies com ara àcids o bases inhibidores de la corrosió i formadores de complexos per millorar la seva aplicació industrial.

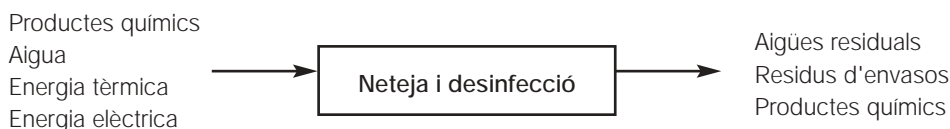
Les característiques de la brutícia existent a cada equipament, superfície o instal·lació determinen el protocol específic de neteja i desinfecció que cal aplicar. A la indústria làctia, la brutícia és deguda principalment als components de la llet, majoritàriament greixos i proteïnes,

per la seva deposició en les conduccions i equipaments.

S'ha d'indicar que l'eficiència de les neteges depèn de múltiples factors, entre els que podem destacar: la formació del personal, l'existència de procediments i indicacions documentades, els equipaments disponibles, els productes químics emprats, el disseny de les instal·lacions, etc.

En la següent figura es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 52. Aspectes mediambientals de la neteja i desinfecció



Com a conseqüència de les operacions de neteja, es produeix l'abocament d'aigües de neteja i de productes químics utilitzats, a més de la càrrega orgànica deguda a l'arrossegament o dissolució de les restes de producció.

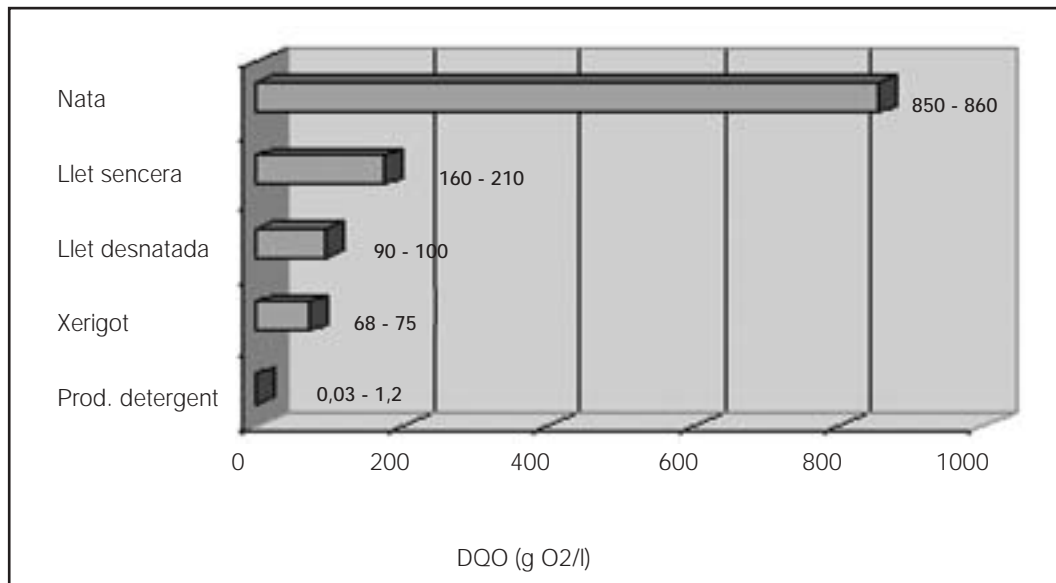
Durant la neteja d'instal·lacions, també poden aparèixer partícules de sorra i pols que arriben a la indústria per diferents vies, però el més habitual és que s'eliminin restes de components orgànics de la llet (greix, proteïnes, sals minerals).

En general, la utilització de sistemes de neteja basats en els medis físics suposen estalvis en el consum d'aigua i una generació d'abocaments menor. Contràriament, la utilització de productes de neteja, aplicats a la majoria dels casos com a solucions aquoses, produeix un volum major d'aigües a depurar.

Com ja s'ha comentat, les aigües residuals de les indústries làcties assoleixen valors de DQO molt elevats. Això és degut principalment a l'aportació de components de la llet, ja que allò que aporten els detergents de les operacions de neteja és reduït amb relació a allò produït per la brutícia.

En general, existeix una gran oscil·lació en la contribució de la càrrega orgànica dels diversos detergents (entre 30-1.200 mg O₂/litre) degut a la diferent composició química d'aquests productes.

Figura 53. DQO de diferents productes lactis i detergents



Un altre aspecte important en la utilització de productes detergents és el contingut en fosfats i/o nitrats, ja que aquests contribueixen de forma important en els processos d'eutrofització de les aigües. Els detergents tradicionals que contenen àcid fosfòric i que s'utilitzen en les operacions de neteja, contenen del 10 al 20% de fòsfor, pel que la seva contribució a les aigües residuals ha de tenir-se en compte.

4.5.2. Generació de vapor

Les necessitats de calor a les empreses làcties es cobreixen majoritàriament utilitzant vapor d'aigua o aigua calenta en funció de les necessitats de l'operació i del procés.

El vapor es produeix en calderes de vapor i posteriorment es distribueix a través de canonades fins als diferents punts d'utilització a l'empresa.

Aquest sistema requereix d'una instal·lació complementària de canonades en les quals es poden produir pèrdues importants de calor, pel que han de comptar amb l'aïllament tèrmic adequat per tal de reduir-les.

L'aigua emprada en l'alimentació de les calderes no requereix condicions higièniques especials, però és necessari que el contingut en carbonats i sulfats sigui baix. Si no és així, es produeix la formació d'incrustacions de sals a les calderes i canonades de distribució, dificultant el bescanvi de calor. Per això, i des d'un punt de vista tecnològic, és recomanable utilitzar pro-

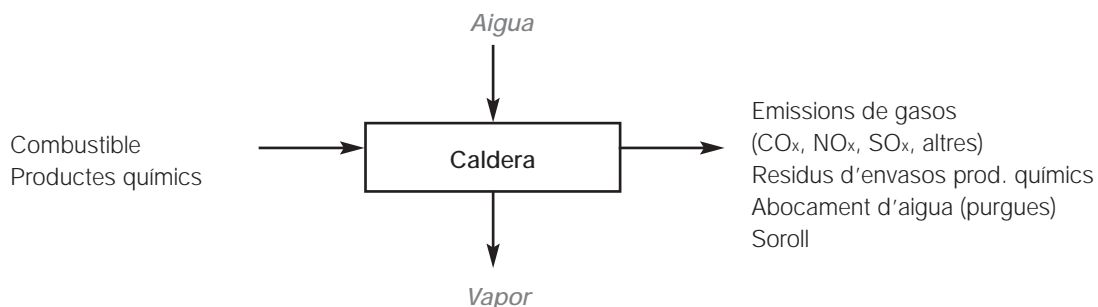
ductes químics per evitar les incrustacions i les deposicions de sals.

Els condensats que es produeixen com a conseqüència de la condensació del vapor a la seva distribució, poden reutilitzar-se per alimentar les calderes o com aigua calenta en el procés, amb la qual cosa s'aconsegueix un estalvi en el consum d'aigua.

El consum d'aigua també pot optimitzar-se tot evitant les possibles fuites en els equips i en les conduccions.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 54. Aspectes mediambientals de la generació de vapor



Els processos de combustió estan associats a l'emissió de gasos a l'atmosfera, la composició i quantitat dels quals variarà principalment en funció del tipus de combustible emprat i de les condicions de funcionament de la caldera. Segons el funcionament de la caldera, poden produir-se increments, la qual cosa donarà lloc a l'emissió de partícules sòlides.

La generació de residus d'envasos de productes químics és significativa, ja que aquests envasos són residus perillosos que cal gestionar adequadament.

4.5.3. Generació de fred

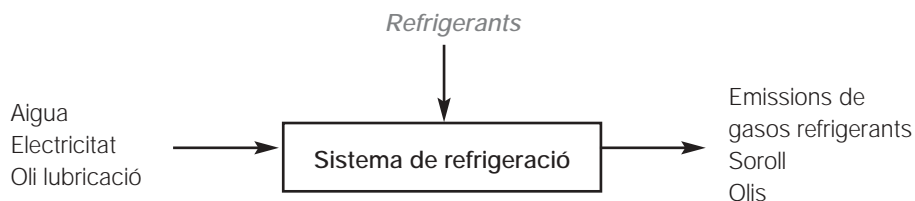
A les empreses làcties es produeix fred principalment amb dues finalitats: per a la refrigeració de locals o cambres, o per al refredament de líquids.

Els equips frigorífics més emprats per al refredament a la indústria làctia són les màquines frigorífiques de compressió, que utilitzen com a agent refrigerant amoníac o altres substàncies com ara els compostos basats en els clorofluorocarbonats (CFC) o el hidrofluorocarbons (HFC).

Aquest agent refrigerant pot utilitzar-se directament en el refredament de les cambres o productes, o bé, pot emprar-se per refredar un segon fluid refrigerant (generalment salmorra o aigua glicolada), que serà la que realitzi la funció de refrigeració (sistema de refrigeració indirecta).

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació.

Figura 55. Aspectes mediambientals de la generació de fred



El consum d'energia elèctrica i d'aigua per generar fred són els principals aspectes mediambientals generats en aquesta operació.

Es poden produir emissions de gasos refrigerants com a conseqüència de fuites en els circuits frigorífics.

En el cas d'utilització de CFC, està legislada la supressió i limitació en l'ús i fabricació d'aquestes substàncies (vegeu OPC15), atesa la seva contribució a la destrucció de la capa d'ozó.

4.5.4. Abastament d'aigua

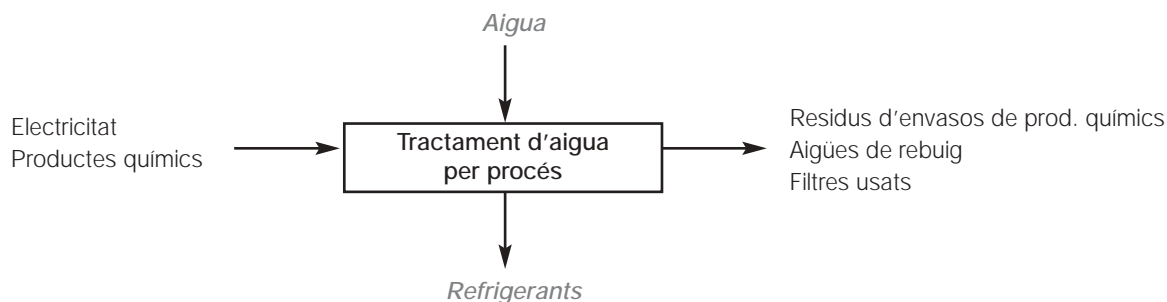
La qualitat de l'aigua emprada a l'empresa làctia ha de ser la de l'aigua potable de consum públic, especialment en el cas que l'aigua entri en contacte directe amb el producte, com per exemple l'aigua utilitzada en el tractament tèrmic de la llet, en la neteja del sèrum de mantega o en les salmorres de saladura del formatge.

Quan les condicions de qualitat de l'aigua d'entrada a l'empresa làctia no són les adequades és necessari realitzar-ne algun tractament per tal d'evitar possibles alteracions del producte final.

Aquest tractament pot consistir a eliminar sòlids en suspensió, substàncies dissoltes o microorganismes.

En la figura següent es mostren els aspectes mediambientals més significatius d'aquesta operació:

Figura 56. Aspectes mediambientals del tractament d'aigua



El consum d'energia elèctrica és el principal aspecte general en aquesta operació. L'energia elèctrica s'utilitza tant per al bombeig d'aigua com per al tractament mateix.

En funció del tipus de tractament realitzat es generen, en major o menor quantitat, aigües de rebuig amb elevada conductivitat i/o pH extrems.

Altres aspectes són el consum de productes químics (per exemple, quan es clora l'aigua) i la generació de residus d'envasos d'aquests productes.

4.5.5. Aspectes mediambientals generats en les operacions auxiliars de la indústria làctia

A continuació, es presenta una taula resum i es valoren els aspectes mediambientals que es poden generar durant les operacions auxiliars de la indústria làctia.

Taula 14. Valoració d'aspectes mediambientals de les operacions auxiliars de la indústria làctia

Operació bàsica	Efecte	Ordre
Neteja i desinfecció	Vegeu taules de valoració d'aspectes dels diversos processos productius	
Generació de vapor	Emissions de gasos i partícules	1r
	Consum de combustibles	1r
	Abocament d'aigües amb elevada conductivitat (purgues)	2n
	Consum de productes químics (additius)	NS
	Residus d'envasos de productes químics	NS
Generació de fred	Emissions de gasos refrigerants (CFC i amoníac)	1r
	Consum d'energia elèctrica	1r
	Soroll	2n
	Productes de manteniment d'equipaments	NS
	Residus d'envasos de productes químics	NS
Abastament d'aigua *	Consum d'energia elèctrica	2n
	Abocaments de rebuig del tractament	2n
	Consum de productes químics i filtres	2n
	Residus d'envasos	NS

* La valoració d'aquesta operació depèn en gran mesura de les característiques de l'aigua d'entrada i dels tractaments necessaris per al seu condicionament.

5

Aspectes mediambientals de la indústria làctia

Els principals aspectes mediambientals de la indústria làctia estan relacionats amb un elevat consum d'aigua i energia, amb la generació d'aigües residuals amb un alt contingut orgànic i amb la producció i gestió de residus. Les emissions de gasos i partícules a l'atmosfera i el soroll són aspectes de menor importància, en aquest sector.

És important destacar que la quantificació d'aquests aspectes pot variar d'unes instal·lacions a altres, en funció de factors com la grandària i l'antiguitat de la instal·lació, equips, procediments, sensibilització i formació del personal, etc.

5.1. Consum d'aigua

Com a la majoria de les empreses del sector agroalimentari, les indústries làcties consumeixen diàriament grans quantitats d'aigua durant els seus processos, especialment per mantenir les condicions higièniques i sanitàries requerides.

Taula 15. Valoració qualitativa del consum d'aigua a la indústria làctia

Procés productiu	Nivell de consum	Operacions amb major consum d'aigua	Observacions
Llet	Baix	Tractament tèrmic Envasament	
Nata i mantega	Baix	Pasteurització de la nata Batuda - Amassament	Rentatge del sèrum de mantega abans de l'amassament
logurt	Baix	—	Principalment en operacions auxiliars
Formatge	Mitjà	Saladura	Saladura mitjançant salmorres
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Generació de vapor Refrigeració	Aquestes operacions suposen el consum d'aigua més gran

Depenent del tipus d'instal·lació i del seu sistema i procediment de neteja, la quantitat total d'aigua consumida en el procés pot arribar a superar diverses vegades el volum de llet tractada. Aquest consum sol estar entre 1,3 i 3,2 l d'aigua/kg de llet rebuda, i es poden assolir valors tan elevats com 10 l d'aigua/kg de llet rebuda. Tot i que és possible optimitzar aquest consum fins a valors de 0,8-1,0 l d'aigua/kg llet rebuda utilitzant equipaments avançats i un procediment adequat (UNEP, 2000 (88)).

Com s'indica a la taula 15, el consum més elevat d'aigua es produeix a les operacions auxiliars, particularment durant la neteja i desinfecció, on es consumeix entre el 25 - 40% del total.

5.2. Consum d'energia

L'ús de l'energia és fonamental per assegurar el manteniment de la qualitat dels productes lactis, especialment en els tractaments tèrmics, en les operacions de refrigeració i en l'emmagatzematge del producte.

Taula 16. Usos més freqüents d'energia a les empreses làcties

Energia	Usos més freqüents	Equipaments
Tèrmica	Generació de vapor i aigua calenta, neteges	Pasteuritzadors/esterilitzadors, sistemes de neteges CIP
Elèctrica	Refrigeració, il·luminació, ventilació, funcionament d'equipaments	Equipaments de funcionament elèctric (bombes, agitadors, etc.), llums

El consum d'energia total d'una empresa làctia es reparteix aproximadament entre un 80% d'energia tèrmica obtinguda de la combustió de combustibles fòssils (fueloil, gas, etc.) i un 20% d'energia elèctrica.

Taula 17. Valoració qualitativa del consum d'energia a la indústria làctia

Procés productiu	Nivell de consum	Operacions amb major consum d'aigua	Observacions
Llet	Alt	Filtració / Clarificac Desnatat / Normalització Tractament tèrmic Homogeneització Envasament	Principalment, consum d'energia tèrmica en el tractament tèrmic de la llet
Nata i mantega	Mitjà	Pasteurització Desodoració Maduració Batuda - Amassament Envasament	Principalment, consum d'energia elèctrica del funcionament d'equipaments
logurt	Baix	Incubació Envasament	Energia elèctrica del funcionament d'equipaments i energia tèrmica deguda als requeriments tèrmics de l'etapa d'incubació
Formatge	Mitjà	Coagulació Tall - Separació del xerigot Emmotllament - premsatge Orejada Maduració	
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Refrigeració	En les operacions de neteja es consumeix principalment energia tèrmica mentre que en la refrigeració el consum d'energia elèctrica és major

Les operacions amb un consum més elevat d'energia tèrmica com la pasteurització/esterilització de la llet i les neteges CIP poden arribar a consumir el 80% del total de l'energia tèrmica de la instal·lació. La utilització de sistemes amb el menor consum d'energia possible i l'adopció de mesures d'estalvi energètic poden contribuir a reduir de forma important els consums totals.

Quant al consum d'energia elèctrica, la refrigeració pot suposar un 30 - 40 % del total del consum de la instal·lació (López y Hernández, 1995: (6)). Altres serveis com la ventilació, il·luminació o generació d'aire comprimit també tenen un consum elevat. A continuació, es mostren valors mitjans del consum d'energia en algunes indústries làcties.

Taula 18. Consums específics d'energia per a diferents productes lactis (Font: UNEP, 2000 (88))

	Consum d'energia (kWh/L producte)		
	Elèctric*	Fuel	Total
Llet de consum	0,05	0,12	0,17
Formatge	0,21	1,20	1,41
Mantega	0,19	0,98	1,17

(*) En funció del major o menor grau d'automatització del procés, el consum d'energia elèctrica pot variar

De la mateixa manera que en el cas del consum d'aigua, el consum energètic depèn del tipus de producte elaborat i d'altres factors com ara l'antiguitat i la grandària de la instal·lació, el grau d'automatització, la tecnologia emprada, el procediment de neteja, el disseny de la instal·lació, les mesures d'estalvi implantades o la realització en la instal·lació mateixa d'altres operacions com la concentració del xerigot.

Taula 19. Consums d'energia en funció de les característiques de la planta (Font: UNEP, 2000 (88))

Planta d'elaboració de llet	Consum total d'energia kWh/l llet processada
Planta moderna amb pasteuritzador d'alta eficiència i caldera moderna	0,09
Planta moderna amb aigua calenta per al procés	0,13
Planta antiga amb vapor d'aigua	0,27
Rang comú de la majoria de plantes	0,14 - 0,33

Un consum inadequat d'energia suposa la reducció de recursos naturals limitats (com són els combustibles fòssils) i l'augment de la contaminació atmosfèrica deguda a l'emissió de gasos produïts en la generació d'energia. L'emissió d'aquests gasos contribueix a l'efecte hivernacle.

5.3. Aigües residuals

El problema mediambiental més important de la indústria làctia és la generació d'aigües residuals, tant pel seu volum com per la seva càrrega contaminant (fonamentalment orgànica). Respecte al volum d'aigües residuals generat per una empresa làctia es poden trobar valors

que oscil·len entre 2 i 6 l/l llet processada.

Taula 20. Volum d'aigües residuals generat en funció del procés productiu

Activitat principal	Volum d'aigües residuals*
Fabricació de mantega	1 - 3
Fabricació de formatge	2 - 4
Obtenció de llet de consum (pasteurització i esterilització)	2,5 - 9

(*) Expressat en l d'aigües residuals / l de llet

Les aigües residuals generades en una empresa làctia es poden classificar en funció de dos focus de generació:

- les aigües de processos productius i les de neteja
- les aigües de refrigeració d'equipaments

Taula 21. Classificació de les aigües residuals generades en una empresa làctia

Origen	Descripció	Característiques	Volum*
Neteja i procés	Neteja de superfícies, canonades, tancs, equipaments. Pèrdues de producte, xerigot, salmorra, ferments, etc.	pH extrems, alt contingut orgànic (DBO i DCO), olis i greixos, sòlids en suspensió.	0,8 - 1,5
Refrigeració	Aigua de les torres de refrigeració, condensats, etc.	Variacions de temperatura, conductivitat	2 - 4

(*) Volum expressat en l d'aigües residuals / l de llet processada (Font: E. Spreer, 1991(68))

Taula 22. Valoració qualitativa de l'abocament d'aigües residuals en la indústria làctia

Procés productiu	Nivell d'abocament	Operacions amb major generació d'aigües residuals	Observacions
Llet	Mitja	Tractament tèrmic Envasament	L'abocament disminueix si es realitza recirculació de les aigües del tractament tèrmic
Nata i mantega	Mitja	Pasteurització Batuda - Amassament Envasament	Les aigües de rentatge del sèrum de mantega tenen un alt contingut en greixos
logurt	Baix	-	Principalment d'operacions auxiliars
Formatge	Alt	Tall - Separació del xerigot Emmotllament - premsatge Orejada	L'abocament del xerigot suposa un volum i càrrega contaminat elevats. La regeneració de les salmorres suposa un abocament periòdic d'elevada conductivitat
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Refrigeració	Els volums i càrrega contaminant de les aigües de neteja, depenen dels procediments de neteja realitzats per l'empresa. L'abocament de les aigües de refrigeració depèn del seu grau de recirculació

S'ha estimat que el 90% de la DQO de les aigües residuals d'una indústria làctia és atribuïble a components de la llet i només el 10% a contaminació orgànica aliena a ella, com pot ser la que procedeix dels productes de neteja.

En la composició de la llet, a més d'aigua s'hi troben greixos, proteïnes (tant en solució com en suspensió), sucres i sals minerals. Els productes lactis, a més dels components de la llet, poden contenir sucre, sal, colorants, estabilitzants, etc., depenent de la naturalesa i tipus de producte i de la tecnologia de producció emprada. Tots aquests components apareixen en les aigües residuals en major o menor quantitat, bé per la seva dissolució o pel seu arrossegament amb les aigües de neteja.

En general, els efluents líquids d'una indústria làctia presenten les característiques següents:

- *Alt contingut en matèria orgànica*, degut a la presència de components de la llet. La DQO mitjana de les aigües residuals d'una indústria làctia està entre 1.000 - 6.000 mg DBO/l
- *Presència d'olis i greixos*, degut al greix de la llet i altres productes lactis, com en les

aigües de rentatge del sèrum de mantega

- Nivells elevats de *nitrogen i fòsfor*, principalment deguts als productes de neteja i desinfecció
- *Variacions importants del pH*, abocaments de solucions àcides i bàsiques. Principalment, procedents de les operacions de neteja, que poden variar entre valors de pH 2 - 11.
- *Conductivitat* elevada de forma puntual (especialment en les empreses productores de formatge degut a l'abocament de clorur sòdic procedent de la saladura del formatge).
- *Variacions de temperatura* (considerant les aigües de refrigeració).

Les pèrdues de llet, que poden arribar a ser del 0,5 - 2,5% de la quantitat de llet rebuda o, en els casos més desfavorables, fins el 3 - 4% (UNEP, 2000 (88)), són una contribució important a la càrrega contaminant de l'efluent final. Un litre de llet sencera equival aproximadament a una DBO₅ de 110.000 mgO₂/l i una DQO de 210.000 mgO₂/l.

Taula 23. Principals fonts de pèrdues de llet als fluxos d'aigües residuals

Procés	Font de pèrdua de llet
Producció de llet per a consum directe	<ul style="list-style-type: none"> • Vessaments dels tancs d'emmagatzematge- • Sobreeiximent de tancs • Vessaments i fuites en les conduccions • Dipòsits en les superfícies dels equipaments • Eliminació dels fangs de filtració/clarificació • Vessaments per envasos en mal estat • Errades en la línia d'envasament • Operacions de neteja.
Producció de nata i mantega	<ul style="list-style-type: none"> • Vessaments en l'emmagatzematge • Vessaments i fuites en les conduccions • Sobreeiximent de tancs • Operacions de neteja.
Producció de iogurt	<ul style="list-style-type: none"> • Fuites i vessaments dels tancs d'emmagatzematge • Vessaments dels tancs d'incubació • Errades en la línia d'envasament • Operacions de neteja.
Producció de formatge	<ul style="list-style-type: none"> • Fuites i vessaments dels tancs d'emmagatzematge • Pèrdues al tanc de quallat • Sobreeiximent dels motlles • Separació incorrecta del xerigot del formatge • Operacions de neteja.

En el procés d'elaboració de formatge cal destacar la generació de xerigot. El volum de xerigot generat en l'elaboració del formatge és aproximadament nou vegades la quantitat de llet

tractada, amb una càrrega orgànica molt elevada (DQO aproximadament de 60.000 mg/l). Per aquest motiu, el seu abocament a les aigües residuals augmenta considerablement la càrrega contaminat de l'abocament final.

El conjunt d'empreses a Catalunya classificades dintre de l'activitat de fabricació de productes lactis (CNAE 15.51) van generar, durant l'any 2000, un total de 1,72 Hm³ d'aigua residual. El total de corrent abocat durant l'any 2000, va aportar un contaminació* de:

Matèries en suspensió (MES)	546,0 t
Demanda Química d'Oxigen (DQO)	665,2 t
Sals solubles (SOL)	6.863,0 nt/a
Matèries inhibidores (MI)	16.239,0 equitox
Nitrogen total	76,8 t
Fòsfor total	30,3 t

(*) font: Agència Catalana de l'Aigua (ACA)

5.4. Residus

La producció de residus per les empreses del sector lacti català es caracteritza, com la resta d'empreses del sector alimentari, per un baix percentatge de residus especials (inferior a un 2%). Els residus no especials representen més del 90% dels residus produïts, entre els quals destaquen, per quantitat, els llots de depuració (més d'un 40% respecte al total), seguits dels subproductes com el xerigot o el sèrum.

Per altra part s'han de contemplar els residus que es generen com a conseqüència de la curta vida dels productes elaborats dintre d'aquest sector, que en aquests cas encara és més reduïda que la d'altres productes alimentaris, degut a la elevada capacitat que té la llet, matèria primera de tots ells, de ser alterada per microorganismes.

Les devolucions de producte caducat suposen en alguns casos, com per exemple els iogurts o postres làctics, una de les principals fonts de residus a les indústries làcties .

Taula 24. Principals residus d'una empresa làctia

Grup		Residu	Lloc de generació	Destinació més habitual
Residus orgànics		Llots de filtració de caràcter orgànic Producte no conforme (matèria primera, producte semielaborat, producte final)	Procés	Reciclatge (alimentació animal)
Assimilables als domèstics		Restes de menjar, paper	Oficines	Compostatge o dipòsit en abocador
Envasos i embalatges	Buits	Film retràctil, palets de fusta sacs de paper kraft. Envasos de plàstic, vidre, cartró, paper	Recepció	Reutilització o reciclatge
	Plens	Envasos de plàstic, vidre, cartró, paper	Envasament Emmagatzematge Devolucions de producte caducat	Dipòsit en abocador o separació d'envàs-producte i gestió per separat Reciclatge (alimentació animal)
Residus d'operacions de manteniment		Cables elèctrics, ferralla	Tallers Àrees de manteniment	Reciclatge o dipòsit en abocador
Residus perillosos		Olis usats, bateries, envasos envasos de productes perillosos Residus de laboratori	Laboratori Magatzem Taller Àrees de neteja	Transport, tractament i eliminació o dipòsit en abocador de perillosos

Les possibilitats de reciclatge i tractament dels residus generats a l'empresa làctia passen per una segregació que ha d'evitar tant l'eliminació dels residus amb els abocaments líquids com la seva barreja, que impedeix el tractament adequat de cada tipus de residu.

Taula 25. Valoració qualitativa de la generació de residus en la indústria làctia

Procés productiu	Nivell generació	Operacions més significatives	Observacions
Llet	Alt	Filtració / Clarificació Desnatat / Envasament	Filtres usats i llots de filtració de caràcter orgànic. Residus d'envasos i embalatges
Nata i mantega	Alt	Envasament	Residus d'envasos i embalatges
logurt	Alt	Envasament	Residus d'envasos i embalatges
Formatge	Baix	-	Principalment degut a operacions auxiliars
Operacions auxiliars	Mitjà	Neteja i desinfecció Manteniment d'instal·lacions Laboratori	Residus d'envasos de productes de neteja i desinfecció Residus d'operacions de manteniment Residus de laboratori

La producció de residus pel sector de productes lactis a Catalunya (CNAE 15.51) durant l'any 2001 va ser de:

Tipus de residu	Quantitat (t)*		
	Classificació		
	Especials	No especials	Inerts
Llots de depuradora		9.244,15	
Paper i cartró		866,82	
Productes lactis en mal estat o caducats		2.329,01	
Residus d'envasos i embalatges	137,98	302,96	739,49
Residus generals no recollits selectivament		2.686,23	
Subproductes lactis (xerigot, serum, pèrdues de producte)		4.176,49	
Altres	222,52	471,45	471,19
TOTAL	360,50	20.077,11	1.210,68

(*) Dades de la Junta de Residus

5.5. Emissions a l'atmosfera

Les principals emissions gasoses de les indústries làcties es generen en les calderes de producció de vapor o aigua calenta necessària per a les operacions de producció i neteja.

Els contaminants que es presenten en els gasos de combustió són el CO, SO₂ o NO_x i partícules. Els nivells d'emissió d'aquests contaminants variaran en funció del tipus i qualitat del combustible utilitzat, de l'estat de les instal·lacions, de l'eficiència i del control del procés de combustió.

Els combustibles més emprats en les calderes són de tipus líquid (fuel o gasoil) i, en alguns casos, gasós (gas natural). La utilització d'aquest últim combustible està subjecta a la possibilitat del seu abastament.

Taula 26. Propietats mitjanes d'alguns combustibles (Font: Brennan J.G., 1998 (59))

Tipus de combustible	Valor calorífic (MJ/kg)	Sofre (%)	Cendres (%)
Carbó	29	2	8
Fusta	14	-	4 - 5
Gasoil 34 seg.*	45,5	0,75 màx.	0,01 màx.
Fuel 220 seg.*	43,5	3,2 màx.	0,05 màx.
Gas natural	37,2 MJ/m ³	Neg.	Neg.

(*) Viscositat en segons Redwood, a 38° C

Els combustibles líquids presenten un contingut elevat de sofre i la possibilitat de produir sutge i partícules per una combustió incompleta. A més, s'ha de disposar de dipòsits d'emmagatzematge de combustible segons unes condicions de seguretat per evitar els riscos derivats de possibles fuites i explosions.

El gas natural, malgrat representar únicament un 10% de les reserves energètiques, és un combustible cada vegada més estès, atesos els avantatges que presenta. El gas natural està exempt de sofre i d'altres impureses, pel que no es produeixen emissions d'aquests contaminants. No és necessari emmagatzemar-lo en les fàbriques encara que el seu ús també representa riscos d'incendi i explosió.

Les mesures preventives de l'emissió de gasos contaminants es basen en el manteniment i neteja adequats dels cremadors, l'autocontrol de les emissions i, en cas de ser necessari, la implantació de mesures correctores.

Un altre aspecte a considerar en les emissions a l'atmosfera és l'emissió de gasos refrigerants utilitzats en els sistemes de refrigeració. Les pèrdues o fuites d'aquests gasos (CFC) suposen un impacte mediambiental d'importància, atesa la seva repercussió sobre la destruc-

ció de la capa d'ozó. A Catalunya el seu ús, d'igual manera que a la resta de països de la unió europea, està regulat, i existeix un calendari de prohibició per a la seva utilització i la seva substitució per fluids frigorífics no halogenats (vegeu OPC 15).

5.6. Soroll

En funció de la proximitat a nuclis urbans, poden presentar-se problemes pel soroll, degut a la maquinària pròpia de l'activitat industrial, principalment en l'envasament i en els equipaments de generació de fred. Un altre aspecte és el soroll provocat pel trànsit de camions, tant en la recepció de llet com a la sortida del producte acabat, ja que el trànsit continu de camions pot provocar nivells alts de contaminació acústica.

El soroll suposa un aspecte significatiu en determinades instal·lacions làcties que estan properes a zones habitades. Com a mesura preventiva es realitza l'aïllament acústic i de vibracions dels equipaments causants del soroll. També constitueix una mesura de prevenció realitzar controls dels nivells de soroll que permetin reduir l'impacte abans que es produeixi.

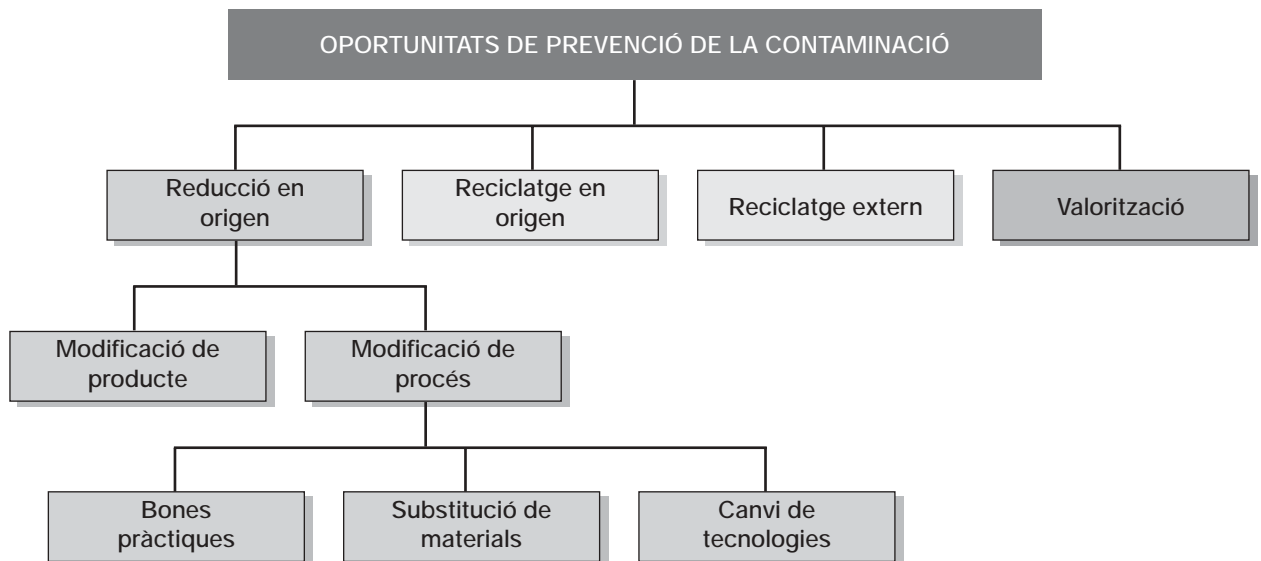
6

Oportunitats per prevenir i reduir en origen la contaminació

En general, els processos portats a terme a la indústria làctia suposen importants consums d'aigua i energia, així com grans volums d'aigües residuals amb una càrrega orgànica elevada.






Aquestes característiques depenen, d'una part, de la tecnologia utilitzada i, d'una altra, de l'operació i maneig de cada instal·lació. Per aquesta raó, es descriuen a continuació diferents oportunitats de prevenció de la contaminació amb l'objectiu de reduir els consums i l'abocament final sense que per això la producció es vegi afectada.

Les oportunitats de prevenció de la contaminació s'han classificat en funció dels punts següents:



- *Reducció en origen.* Es considerarà qualsevol modificació de procés, instal·lacions, procediments, composició del producte o substitució de matèries primeres que comporten la disminució de la generació de corrents residuals (en quantitat i/o perillositat potencial), tant al procés productiu com a les etapes posteriors a la seva producció, considerant-se com a tal, etapes com l'emmagatzematge o la distribució del producte.
- *Reciclatge.* Es considerarà aquella opció de valorització que implica tornar a utilitzar un corrent residual bé en el mateix procés o en un altre. Si es realitza al mateix centre productiu on s'ha generat, es considera reciclatge en origen.
- *Valorització.* Es consideraran aquells procediments que permetin aprofitar els recursos continguts als corrents residuals.

Cada oportunitat de prevenció de la contaminació es mostra en una fitxa on s'indiquen els punts que apareixen a continuació.

 OPC-N: Nom de l'oportunitat de prevenció de la contaminació	
Tipus d'oportunitat: Aquí es mostra com es classifica l'OPC: reducció, reciclatge o valorització	Les possibilitats de reducció es classifiquen també en funció de si l'OPC afecta els productes o processos
Procés: Procés productiu durant el qual es desenvolupa l'OPC *	Etapa / Operació: Operació sobre la qual actuarà l'OPC
Problemàtica mediambiental: Situació mediambiental que provoca la necessitat de millora.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Breu descripció de l'OPC.	
Implantació: S'indiquen en aquest apartat les accions o actuacions a realitzar per dur a terme la prevenció de la contaminació.	Balanç econòmic:  S'indica així quan el resultat de l'OPC suposa un benefici econòmic  S'indica així quan la implantació de l'OPC suposa un cost econòmic
	Balanç medioambiental:  S'indica amb aquest símbol que el resultat de l'OPC suposa un aspecte mediambiental positiu  S'indica amb aquest símbol que el resultat de l'OPC suposa un aspecte mediambiental negatiu

(*) El fet de relacionar una determinada oportunitat de prevenció amb un procés concret dintre dels descrits anteriorment al capítol de 4 "Descripció dels principals processos productius de la indústria làctia i aspectes mediambientals associats", no exclou la seva aplicació a altres processos del sector làctia no descrits en aquest capítol. La possibilitat d'aplicar-les dependrà de les operacions unitàries sobre les quals incideix cada una de les oportunitats que es proposen a continuació.

Taula 27. Llistat d'oportunitats de prevenció de la contaminació

	Oportunitat de prevenció de la contaminació
OPC-1	Control de matèries primeres
OPC-2	Reduir les pèrdues de llet
OPC-3	Segregació dels llots de clarificació
OPC-4	Aprofitament del xerigot o sèrum de manteguera
OPC-5	Recuperació i valorització del xerigot
OPC-6	Recuperació del producte retingut a les conduccions
OPC-7	Recuperació de salmorres
OPC-8	Reducció de les pèrdues de quallada i disminució de fins en l'emplenament de motlles
OPC-9	Optimització del percentatge de recuperació de calor en els tractaments tèrmics de pasteurització i esterilització UHT
OPC-10	Recuperació de l'aigua de condensació
OPC-11	Optimització de les operacions de neteja de les instal·lacions i superfície d'equipaments
OPC-12	Optimització del sistema de neteja CIP
OPC-13	Control periòdic de les emissions de la caldera
OPC-14	Utilització d'un sistema primari de generació d'aigua calenta
OPC-15	Substitució dels fluids frigorífics clorats (CFC i HCFC) per fluids frigorífics alternatius lliures de clor
OPC-16	Optimització del rendiment energètic mitjançant cogeneració
OPC-17	Aïllament adequat dels dipòsits de magatzem en refrigeració i escalfament
OPC-18	Disminució de la potència necessària als dipòsits d'emmagatzematge de llet crua
OPC-19	Substitució de combustible gasoil per gas natural
OPC-20	Disminució del consum d'energia a l'escalfament i refredament de fluids mitjançant l'ús de bombes de calor
OPC-21	Ús d'energies renovables: energia solar tèrmica (sistema de temperatura mitjana)
OPC-22	Minimització dels residus d'envasos
OPC-23	Bones Pràctiques per a la reducció del consum d'aigua
OPC-24	Bones Pràctiques per a la reducció del consum d'energia
OPC-25	Bones Pràctiques per reduir les emissions de gasos
OPC-26	Bones Pràctiques per facilitar la gestió dels residus
OPC-27	Conceptes mediambientals en el disseny de nous productes



OPC-01: Control de les matèries primeres

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de procés: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Recepció de matèries

Problemàtica mediambiental:

Les matèries primeres acceptades que resulten de baixa qualitat o que estan alterades microbiològicament poden convertir-se en residu en elles mateixes o posteriorment, en forma de productes no conformes.







Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Establir especificacions de qualitat per a les matèries primeres i realitzar un control quan es reben mitjançant anàlisis microbiològiques i fisicoquímiques



Implantació:

- Establiment d'especificacions d'acceptació de les matèries primeres.
- Laboratori i/o equips ràpids d'anàlisi
- Control de les condicions d'emmagatzematge de la matèria primera.
- Personal qualificat.
- Procediments d'operació.
- Implantació d'un sistema APPCC (anàlisi de perills i punts de control crític). Aquest sistema inclou l'homologació de proveïdors.
- Treballar en un sistema integrat des de la granja a la indústria.
- Homologació proveïdors.

Balanç econòmic:

-  Reducció del cost de les matèries primeres.
-  Estalvi en el cost d'eliminació dels residus i/o costos de depuració.
-  Adequació del preu a la qualitat de la llet.
-  Estalvi del cost de processament de productes finals no conformes.
-  Costos de personal.
-  Costos d'equips d'anàlisi.

Balanç mediambiental:

-  Reducció del volum de residus generats.
-  Menor consum de recursos (energia, aigua, etc.).

La implantació d'un sistema de control de la qualitat de la matèria primera i d'altres matèries secundàries (com els ferments, el sucre, les fruites, etc.) implica conèixer quines són les especificacions de producte que són acceptables per a l'empresa làctia.

Una vegada conegudes les especificacions de producte que són exigibles, es realitzen els controls i/o anàlisis oportunes per verificar que es compleixen aquestes especificacions. Aquesta tasca de control requereix de personal qualificat per realitzar les proves analítiques, així com un procediment d'operació que garanteixi la seva sistemàtica i correcta realització.

Dins el concepte de qualitat de la llet crua s'apleguen nombrosos aspectes, encara que en general es prenen en consideració els següents:

- Contingut en substàncies nutritives
- Contingut en matèria greixosa
- Contingut total en microorganismes
- Presència o absència de gèrmens patògens
- Presència o absència de determinades substàncies (per exemple, sòlids, antibiòtics, etc.)
- Característiques organolèptiques (aroma i sabor)



OPC-02: Reduir les pèrdues de llet

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Tot el procés

Problemàtica mediambiental:

Els vessaments i pèrdues de llet que són evacuats amb les aigües residuals de l'empresa augmenten el volum i la càrrega contaminant, especialment la càrrega orgànica del vessament (s'estima que el 90% prové de components de la llet).




Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Implantar els mecanismes de control per reduir les pèrdues de llet tant en la recepció com en els tancs, conduccions, bombes i equips.




Implantació:

- Establir procediments d'operació en aquelles operacions amb major risc de vessaments i pèrdues de llet.
- Realitzar un manteniment preventiu dels equipaments i les instal·lacions
- Segregar els vessaments de llet de la resta d'abocaments líquids.
- Implantar sistemes de control i alarma

Balanç econòmic:

-  Menys pèrdues de matèries primeres.
-  Reducció del cost de depuració de l'abocament final.
-  Cost dels dispositius de tancament i control.

Balanç mediambiental:

-  Reducció del volum final de l'abocament.
-  Reducció de la càrrega contaminant de l'abocament.
-  Disminució de la càrrega orgànica (disminució dels valors de DQO i DBO, i greixos).

Per dur a terme les mesures de reducció de l'abocament de la llet poden implantar-se les mesures següents:

Procediments d'operació	<ul style="list-style-type: none"> • Comprovar la correcta col·locació de mànegues abans d'obrir pas a la llet. • Evitar els vessaments de llet quan es desconnecten les mànegues i canonades. • En l'elaboració del formatge, evitar les pèrdues de llet quan s'emplenen els motlles de formatge.
Manteniment d'equipaments i instal·lacions	<ul style="list-style-type: none"> • Instal·lar aixetes amb tancaments hermètics i evitar les fuites tant de les aixetes com dels equipaments i conduccions. • Reparar els desperfectes que produeixen degoteigs i pèrdues de llet al més aviat possible. • Renovació adequada de les juntes de goma. • Realitzar un manteniment preventiu per evitar degoteigs i pèrdues.
Segregació de corrents	<ul style="list-style-type: none"> • Instal·lar safates per recollir els degoteigs i vessaments de llet. • Disposar d'un sistema de recollida de la llet abocada que sigui independent del de les aigües residuals.
Control de pèrdues	<ul style="list-style-type: none"> • Instal·lar als tancs i dipòsits dispositius d'alarma de desconnexió automàtica per evitar vessaments. • Establir indicadors (per exemple, quantitat de llet rebuda / quantitat de llet processada).

Exemple d'aplicació

Per a una empresa amb els valors diaris següents:

Producció	50 t
Volum d'abocament	175 m ³
Pèrdues de llet (4%)	2 t
DOO de l'abocament (deguda a les pèrdues de llet)	2.400 mg/l
Cost econòmic de la llet perduda (*)	600 €

(*) Suposant un preu mitjà de la llet de 0,30 €/kg

En funció de les mesures implantades es poden aconseguir diferents percentatges de reducció de les pèrdues de llet. A continuació es mostra una estimació de la variació de la DQO de l'abocament en funció del percentatge de llet que es perd amb les aigües residuals i el cost de la llet perduda.

Pèrdua de llet	4%	3,5%	3%	2,5%	2%	1,5%	1%
DQO (mg/l) *	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600
Cost de les pèrdues de llet** (€/dia)	600	525	450	375	300	225	150

(*) DQO procedent únicament de la llet, aproximadament el 90% de la càrrega orgànica de l'abocament

(**) Suposant un preu mitjà de la llet de 0,30 €/kg



OPC-03: Segregació dels llots de clarificació

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de processos: Bones Pràctiques
Procés: Elaboració de la llet tractada tèrmicament	Etapa / Operació: Clarificació
Problemàtica mediambiental: Els llots de clarificació són residus semipastosos que contenen partícules de brutícia, components sanguinis, gèrmens i altres substàncies d'origen proteic, raó per la qual, quan són abocats amb les aigües residuals, produeixen l'increment de la càrrega orgànica de l'abocament final.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Segregar els llots de clarificació de la resta de corrents residuals de l'empresa, recollint-los abans que es barregin amb altres abocaments.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Emmagatzematge segregat dels llots de clarificació.- Condicionament i/o tractament dels llots per al seu aprofitament.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Reducció del cost de depuració de les aigües residuals. Reducció dels costos de gestió d'un residu (en cas del seu aprofitament). Beneficis obtinguts de l'aprofitament dels llots. Cost dels tancs d'emmagatzematge de llots. Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Reducció de la càrrega contaminant de l'abocament, especialment matèria orgànica (DQO i DBO₅) i sòlids en suspensió de l'abocament. Reducció del volum final de l'abocament. Aprofitament d'un residu.

La utilització de centrífugues per clarificar la llet facilita la segregació dels llots i el seu posterior aprofitament. En les centrífugues autonetejables, aquests llots són separats automàticament. En canvi, en les centrífugues de neteja manual, cal separar-los durant les operacions de neteja.

En les centrífugues de neteja manual, els llots se separen en forma d'una massa relativament espessa, la qual cosa facilita la seva gestió posterior. En canvi, en les centrífugues autonetejables, els llots s'obtenen en forma líquida.

En ocasions, els llots poden emprar-se com a aliment per al bestiar, degut al seu elevat contingut en substàncies nutritives. En aquests casos, s'ha d'assegurar l'eliminació dels gèrmens patògens per evitar la possibilitat de provocar una infecció. Quan es recullen els llots per a un aprofitament posterior, s'haurà de considerar el cost del tractament dels llots.

Exemples d'aplicació

En el cas d'una empresa que processa diàriament 50 t de llet, en la clarificació de la llet es generaria un corrent residual d'uns 17 m³/dia amb una DQO de 1.176 mg/l i 117,6 mg/l de greixos. Segregant aquest llot podem evitar afegir a les aigües residuals la següent contaminació:

	Abocament	DQO	Greixos
Planta de llet	0,30 - 0,34 l/l llet	100 - 400 mgO ₂ /l llet	10 - 40 mg/l llet

(Font: Danish EPA, 1991)



OPC-04: Aprofitament del xerigot o sèrum de mantega

Tipus d'oportunitat: Reciclatge	Reciclatge en origen o extern
Procés: Mantega	Etapa / Operació: Batuda - Amassament
Problemàtica mediambiental: El xerigot o sèrum de mantega té una composició similar a la llet desnatada amb un major contingut en fosfolípids. El seu abocament amb les aigües residuals suposa un increment de la seva càrrega contaminant, especialment de la càrrega orgànica.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Utilització del xerigot per elaborar altres productes per al consum humà o alimentació animal.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Segregació del xerigot.- Conservació del xerigot per a la seva posterior utilització- Elaboració d'altres productes amb la utilització del xerigot, (aprofitament a l'empresa mateixa o extern).	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Reducció de costos de depuració. Benefici econòmic de l'aprofitament del xerigot. Costos de condicionament del xerigot per al seu aprofitament. Costos d'elaboració d'un nou producte.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Disminució de la càrrega contaminant de l'abocament final. Reducció de la càrrega orgànica (DBO, DQO, olis i greixos). Aprofitament del xerigot.

L'aprofitament del xerigot per a usos posteriors exigeix que es mantinguin unes condicions de recollida i emmagatzematge refrigerat que siguin adequades per inhibir el desenvolupament de microorganismes. És important impedir que es barregi aire en els processos de bombeig i emmagatzematge, ja que aquest provoca alteracions de sabor i de l'aspecte. Posteriorment, el xerigot s'envasa i emmagatzema de forma refrigerada d'igual manera que els altres productes fermentats.

El xerigot pot utilitzar-se com llet fermentada per a l'alimentació humana o pot tenir altres aprofitaments:

- Aliment per a bestiar.
- Obtenció de xerigot en pols mitjançant processos de deshidratació. El xerigot en pols s'utilitza en la indústria alimentària per a pastisseria, fabricació de pa, preparació de postres i gelats, etc., principalment degut a les seves propietats emulsionats.
- Utilització en l'elaboració de determinats formatges o afegit a la llet destinada a la fabricació de formatges.



OPC-05: Recuperació i valorització del xerigot

Tipus d'oportunitat: Reciclatge en origen

Redisseny de procés: ---

Procés: Formatge

Etapa / Operació: Separació del xerigot

Problemàtica mediambiental:

El xerigot generat durant l'elaboració del formatge suposa, aproximadament, nou vegades el volum de formatge, amb una DQO de 60.000 mg/l. Aquestes característiques converteixen el xerigot en un efluent molt problemàtic si s'aboca al medi ambient.





Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Recuperar el xerigot generat a l'operació de separació del xerigot per a la seva posterior valorització, ja sigui en origen o externament.




Implantació:

- Estudi de viabilitat de les diferents opcions de valorització (figura 57 i 58)
- Aplicació de Bones Pràctiques de recollida del xerigot (OPC 08, reducció de les pèrdues de quallada i disminució de fins durant l'emmotllament)
- Selecció dels equipaments de recuperació (dipòsits i canalitzacions de recollida en equipaments d'emmotllament i premsatge, manuals o automàtics)

Balanç econòmic:

-  Reducció dels costos de depuració de l'abocament final.
-  Benefici de venda dels subproductes
-  Cost dels equipaments de recuperació
-  Cost de formació de personal.

Balanç mediambiental:

-  Reducció del volum d'abocament.
-  Reducció de la càrrega contaminant de l'efluent, especialment de la càrrega orgànica (disminució dels valors de DQO i DBO) i de la conductivitat.
-  Valorització d'un corrent residual

A les figures següents es mostren les alternatives més adients per a l'abocament del xerigot. En la primera, es descriu una opció de tractament del xerigot indicada per a formatgeries petites, on el volum de producció de xerigot fos inferior als 60.000-70.000 litres per setmana.

D'altra banda, en la segona figura, les alternatives que es plantegen van adreçades a empreses on el volum de xerigot generat sigui mitjanament o altament considerable, ja que la inversió que suposa la compra dels equipaments necessaris no es rendibilitzarien amb una producció baixa de xerigot.

Figura 57. Tractament de xerigot en petit volum

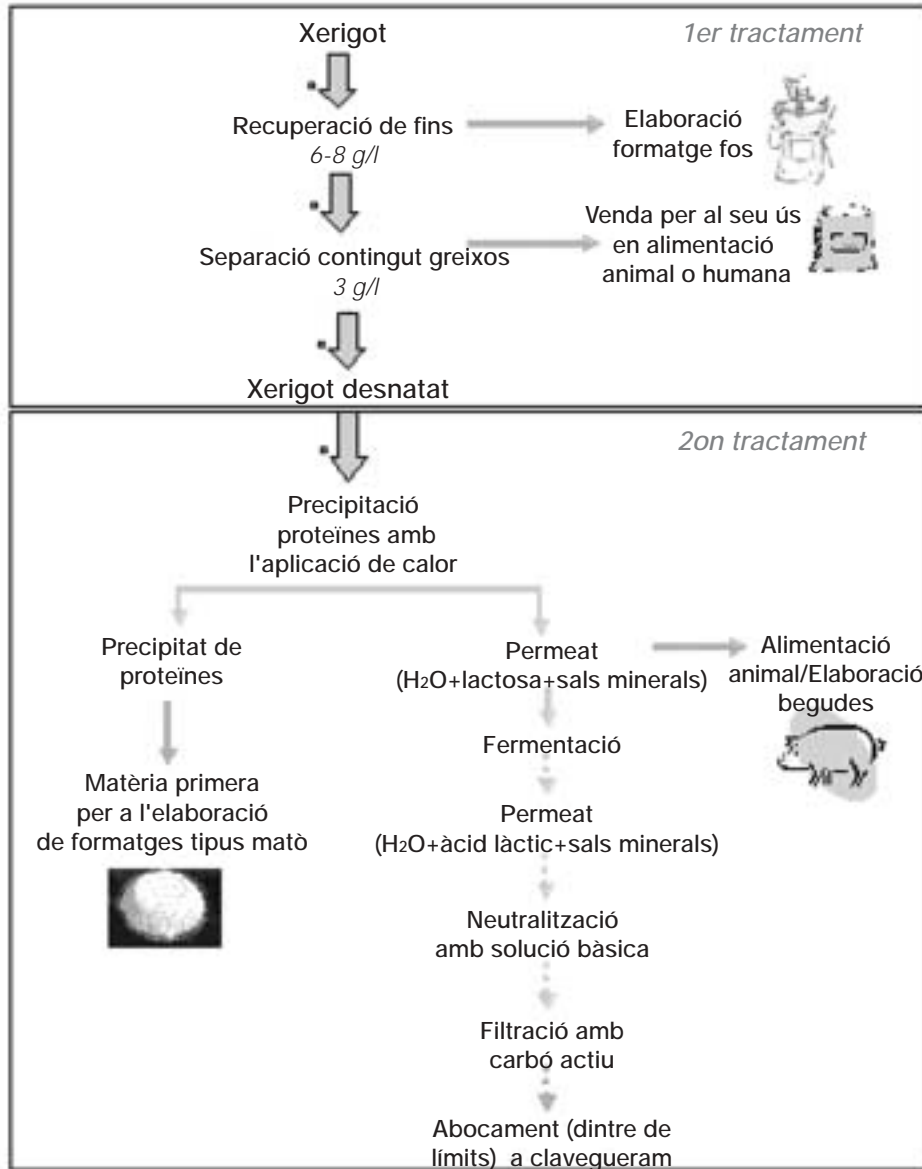
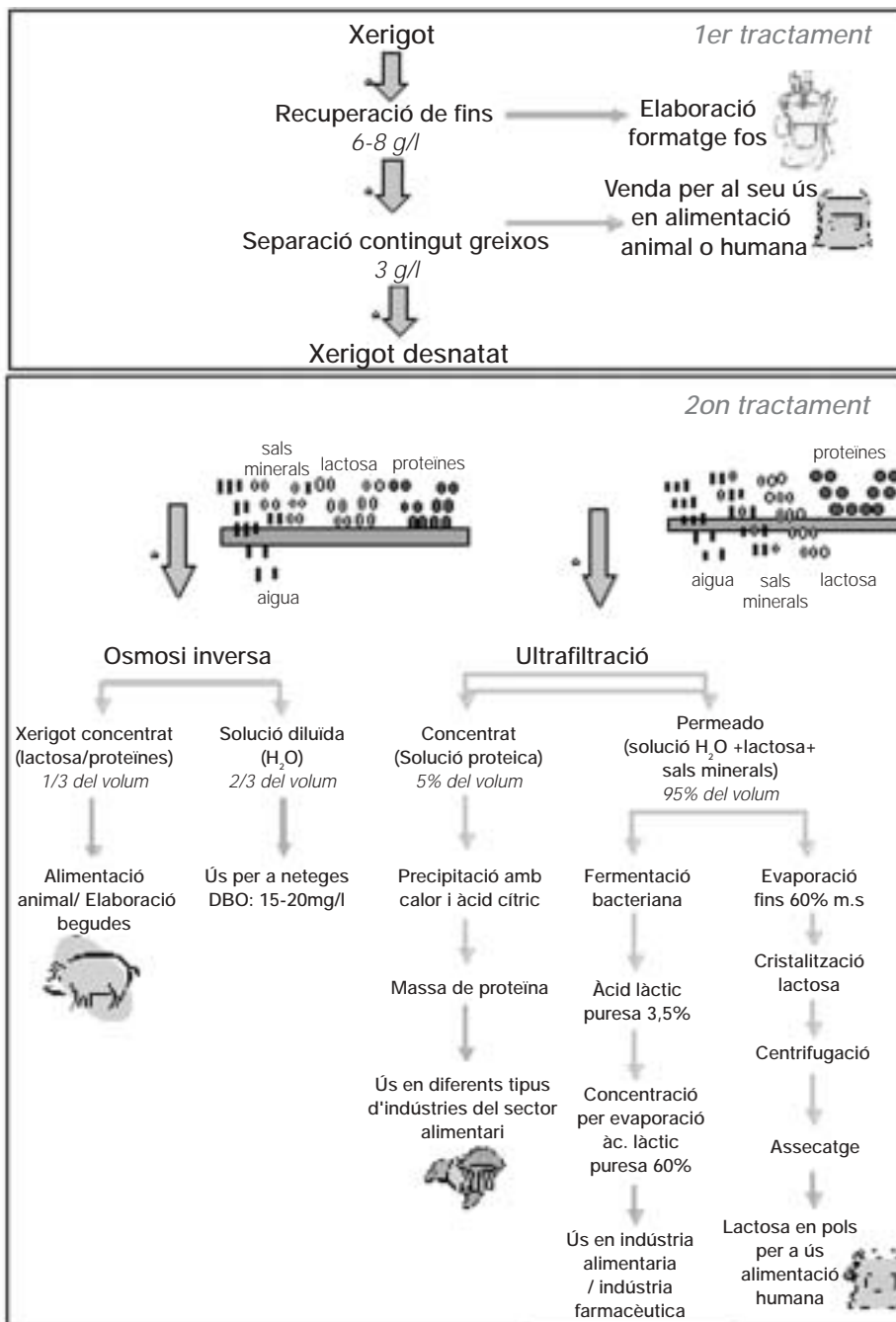


Figura 58. Tractament de xerigot en gran volum



Descripció de les alternatives

Per a totes dues situacions, petits i grans volums de xerigot produït, existeix un primer tractament comú, necessari per al segon tractament en el cas de grans volums de xerigot i opcional per a petits volums.

1er tractament:

El xerigot obtingut a partir del tall de la quallada i de la separació del xerigot, passa per un separador de fins (partícules molt petites de quallada que han passat al xerigot). Aquesta màquina funciona com un filtre que separa els fins de la resta de xerigot.

Els fins es troben al voltant de 6-7 grams per litre, en funció de com s'hagi tallat la quallada. Un cop separats, es poden reutilitzar per fabricar formatge fos, utilitzant restes de producte acabat que s'hagi trencat o deformat durant el procés productiu.

Un cop separats els fins, es treu el greix per evitar fer malbé les membranes dels processos de filtració posteriors. A més, el greix separat té un alt valor com a matèria primera per fabricar una altra nata. Una altra sortida és l'alimentació animal. La separació del greix es realitza en una desnatadora centrífuga.

2ºn tractament en el cas de petits volums de xerigot

L'aprofitament posterior del xerigot desnatat consisteix a poder separar les proteïnes de la resta de la solució. Aquesta separació es porta a terme a partir de l'aplicació de calor, tractament que pot ser acompanyat amb l'addició d'algun àcid. Amb aquesta operació té lloc la precipitació de les proteïnes, de forma que les podem utilitzar per fabricar algun tipus de formatge com el mató.

La solució restant, en la qual trobem lactosa, aigua i sals minerals, es pot aprofitar per a consum animal o per elaborar begudes làcties, encara que, en ser una solució líquida, és molt fàcil que la seva qualitat microbiològica es vegi alterada ràpidament i no es pugui reutilitzar. Si no es troba sortida com a subproducte, la solució ha de ser tractada per realitzar el seu abocament. Aquest tractament pot consistir a una primera fermentació de la solució, durant la qual la lactosa, principal component orgànic de la solució, passa a àcid làctic. Posteriorment, la solució s'ha de neutralitzar amb alguna substància alcalina i, finalment, filtrar amb carbó actiu per extreure el color característic d'aquest corrent (blanquinós). Un cop tractat el corrent residual, i havent realitzat una caracterització analítica que assegurí que es compleixen els requeriments legals, aquest pot ser abocat al medi receptor.

2ºn tractament en el cas de grans volums de xerigot

Un cop es té el xerigot sense fins i sense greix, hi ha dues opcions de tractament. Una és l'osmosi inversa i, l'altra, la ultrafiltració. Amb la primera opció, l'osmosi inversa, es fa una concentració dels components nutritius que conté el xerigot (lactosa, proteïnes i sals minerals).

Aquests representen 1/3 del volum total, mentre que la resta, els 2/3 restants, està compostat principalment d'aigua.

El concentrat obtingut té diverses sortides com ara la incorporació com a matèria primera per a alimentació animal, o bé utilitzar-lo en l'elaboració de begudes làctiques o en l'obtenció d'energia. El fet d'haver-ho concentrat, optimitza l'etapa de transport del subproducte a les empreses que ho valoritzin.

El principal inconvenient de la utilització del xerigot en l'elaboració de begudes és l'elevat contingut en lactosa, que genera problemes de digestibilitat i confereix un sabor característic que és poc acceptat pels consumidors. Per evitar aquests problemes, s'elaboren begudes de xerigot amb baix contingut en lactosa i, mitjançant l'addició d'aromes de fruites, es millora el seu sabor. Aquests productes han d'esterilitzar-se per garantir una conservació adequada.

L'aigua separada pot ser utilitzada per realitzar les neteges de terres o superfícies que no entrin en contacte directe amb el producte. La qualitat higiènica d'aquesta aigua és elevada, presentant una DBO d'uns 15-20 mg/litre, ja que el diàmetre de malla de l'equipament d'osmosi inversa reté els microorganismes. Tot i això, s'aconsella no utilitzar aquesta solució aquosa fora del dia de la seva filtració.

Els equipaments d'osmosi inversa treballen amb factors de concentració d'1-3, 5. Tenen capacitats de treball de 1.000 a 25.000 l/h i el seu preu oscil·la entre els 70.000 i 200.000 € en funció del cabal de treball.

Aquesta opció està orientada a mitjanes empreses, on la producció de xerigot no sigui continuada i els volums generats no siguin molt elevats.

En el cas d'empreses a les quals es treballa amb processos en continu i amb grans volums de producció de formatge, es generen quantitats de xerigot molt elevades, i això fa que sigui viable la instal·lació de sistemes de separació de les diferents fraccions del xerigot per a la seva valorització en origen.

L'operació que es realitza per separar les diferents fraccions (lactosa, proteïna i sals minerals) és la ultrafiltració.

Un cop filtrat el xerigot, obtenim dues fraccions: una, que és concentrada i que està composta per proteïnes i, una altra, més diluïda que

Figura 59: Equipament d'osmosi inversa
(cortesia de Perinox, S.A (95))



conté la lactosa, sals minerals i aigua. La primera representa el 5% del volum i la segona el 95% restant.

La solució proteica obtinguda té una riquesa del 80% i es coneix com a WPC (Whey Protein Concentrate). Les principals fraccions proteiques són la β -lactoglobulina i la α -lactalbúmina; d'altra banda, la seroalbumina bovina (BSA) i les immunoglobulines (Igs). Les proteïnes del xerigot tenen un alt valor nutricional, degut especialment a la presència d'aminoàcids sulfurosos i de lisina.

Per aconseguir un producte semisòlid es provoca una precipitació de les proteïnes mitjançant l'aplicació de calor i l'addició d'àcid làctic. La massa proteica obtinguda té un elevat valor comercial, ja que s'utilitza en la fabricació de molts productes alimentaris. En la taula 28, es mostren els diferents usos d'aquest producte:

Taula 28: Aplicació de les fraccions proteiques procedents del xerigot

PRODUCTES	FUNCIONS
Pa - Galetes	Aportació proteica, gelificant, retenció d'aigua
Pastes alimentàries	Emulsionant, escumant, gelificant, retenció d'aigua
Confiteria - xocolata	Emulsionant, aroma, textura, dispersant
Sopes - salses	Espessidor, emulsionant
Plats cuinats	Espessidor, emulsionant, retenció d'aigua
Farines lactades	Aportació proteica, solubilitat
Begudes lactades o de fruites	Soluble en calent, espessidor
Aliments dietètics i infantils	Aportació proteica, solubilitat espessidor
Formatges naturals i fosos	Emulsionant, espessidor, gelificant
Pastes per untar, cremes gelades	Emulsionant, espessidor
Cremes, postres, flams	Emulsionant, espessidor, gelificant
Productes carnis	Emulsionant, lligant, espessant, gelificant, retenció d'aigua i greix

Per altre part, el permeat obtingut en la ultrafiltració (solució d'aigua amb lactosa i sals minerals) té diferents utilitats. Dues de les més importants són la fermentació bacteriana i la cristallització de la lactosa.

Amb la primera opció, la lactosa continguda a la solució passa a ser fermentada per bacteris làctics produint-se àcid làctic. Per aconseguir un grau de puresa elevat d'àcid làctic en el producte fermentat, s'evapora per arribar a graus de puresa del 60%. El producte final té dife-

rents usos, com la utilització en la fabricació de mantega, com additiu alimentari i, en funció del grau de puresa, pot utilitzar-se en la indústria farmacèutica i en la fabricació de polímers.

En la segona opció, la solució s'evapora fins a un 60-62% de matèria seca. Un cop treta la majoria de l'aigua continguda en la solució inicial, es fa cristal·litzar la lactosa. Finalment, per obtenir un producte en pols, se centrifuga i s'asseca. La lactosa en pols té també molta sortida dins la indústria làctia.

Els equips d'ultrafiltració poden utilitzar-se, a més, per fabricar algun tipus de formatge i per estandarditzar la llet. Aquests equips treballen amb factors de concentració que van des d'1-1,25 fins a 1-20. Es construeixen per a capacitats de 1.000 a 15.000 l/h. Un preu orientatiu és de 180.000 € els de cabal de 5.000 litres/hora.

Figura 60: Equip d'ultrafiltració (cortesia de Perinox, S,A (95))





OPC-06: Recuperació de producte retingut a les conduccions

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de procés: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració formatge i mantega

Etapa / Operació: Neteja de conduccions

Problemàtica mediambiental:

Els processos de treball en règim discontinu, així com l'ús d'una mateixa línia de producció per elaborar diversos productes, comporten la pèrdua del producte que s'adhereix a les conduccions i que, sovint, és eliminat posteriorment amb les aigües residuals en els processos de neteja.






Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Implantar un sistema de recuperació del producte retingut a les conduccions per a la seva valorització com a producte elaborat.





Implantació:

- Estudi de la viabilitat del sistema (diàmetre de conduccions i curvatura de colzes)
- Instal·lació del sistema de generació d'aire comprimit

Balanç econòmic:

-  Benefici de venda del producte
-  Benefici de no gestió com a residu
-  Disminució costos gestió aigua residual
-  Compra equip aire comprimit
-  Cost d'inversió en canvi d'instal·lació

Balanç mediambiental:

-  Reducció volum de residu generat
-  Reducció càrrega contaminant aigua residual
-  Disminució consum d'aigua a la neteja
-  Valorització d'un corrent residual

A les indústries alimentàries que treballen amb productes viscosos és freqüent l'ús d'un sistema de conduccions per al transport del producte al llarg del procés. Aquest és el cas de la indústria de fabricació de iogurt o formatge cremós, com el formatge *quark*.

Quan el sistema de producció és en discontinu, o quan s'utilitza una mateixa línia de producció per a diferents productes, el producte que resta adherit a les conduccions en acabar una operació es converteix en una important pèrdua de producte que serà evacuada juntament amb les aigües residuals. Això provoca, a més de la consegüent pèrdua econòmica per producte no venut, que les aigües residuals presentin una elevada càrrega orgànica a ser tractada a les depuradores.

En el mercat, existeixen sistemes de recollida que eviten el malbaratament d'aquest producte. Aquests sistemes consisteixen a fer circular per les conduccions de la instal·lació una bola de silicó impulsada per aire comprimit que arrossega el producte retingut fins a la sortida (figura 61).

El producte haurà de tenir una determinada viscositat per poder ser arrossegat. Els iogurts batuts i els formatges tipus *quark* presenten característiques òptimes per a la seva recuperació mitjançant aquest sistema.

El producte recuperat s'introdueix a la cadena de producció amb la resta de producte fabricat. D'aquesta forma, la quantitat de producte retingut a la conducció es redueix considerablement, disminuint els temps necessaris per a la neteja posterior i, en conseqüència, les quantitats de fluids de neteja.

Amb aquest sistema, per tant, s'aconsegueix:

- Reduir les pèrdues de producte
- Reduir el consum d'aigua en el procés de neteja
- Reduir la càrrega contaminant de l'aigua residual.

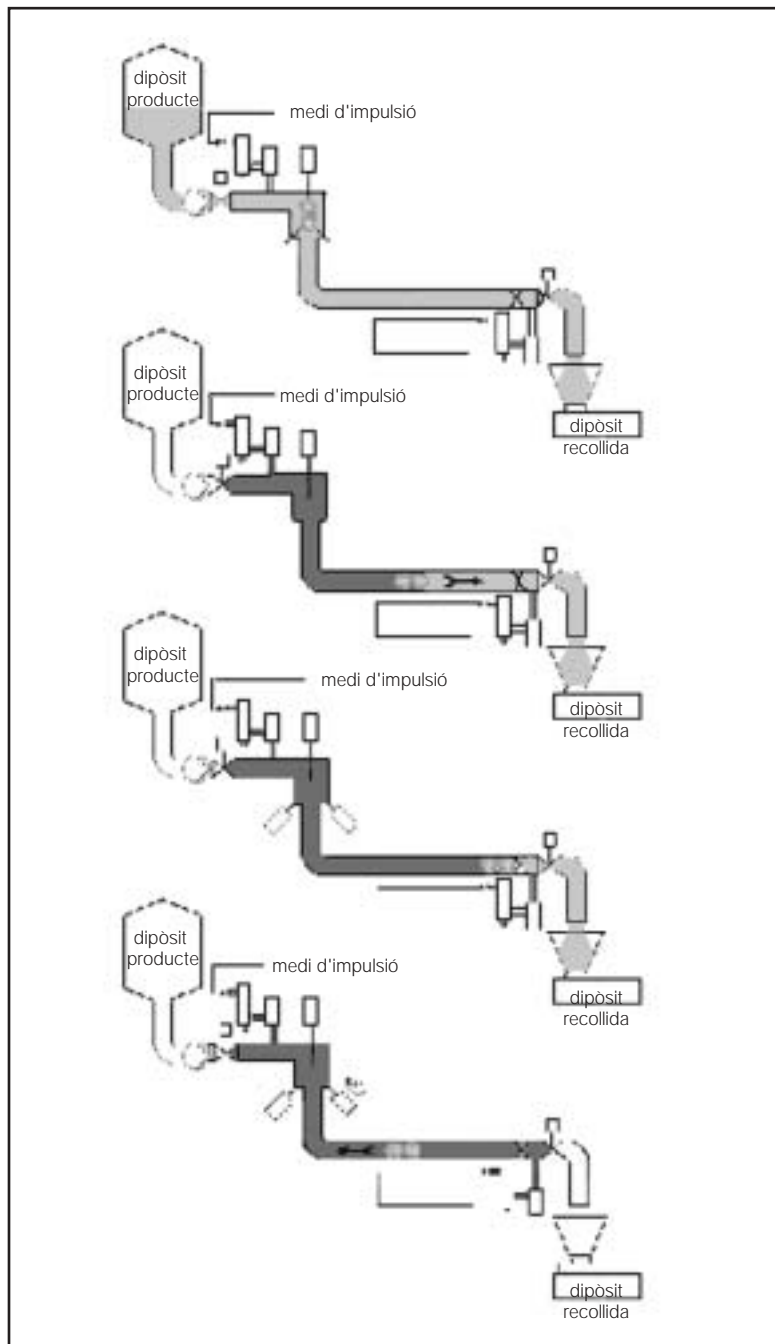
Les línies de producció (conduccions i colzes) han d'adequar-se als diàmetres de bola disponibles per part dels fabricants, fet que fa que aquesta aplicació no sigui sempre tècnicament viable. Tot i això, aquesta aplicació és una opció a tenir molt present en el moment de dissenyar noves línies de producció o de reformar les existents.

La figura 61 mostra esquemàticament les fases de funcionament, on destaquen els següents elements nous dins la instal·lació, comparant-la amb una de tradicional:

Bola: de material inert i flexible, resistent a temperatura elevada.

Medi de conducció de la bola: pot ser aire, aigua, CO₂ o N₂. L'elecció dependrà del destí final que es vulgui donar al producte recuperat.

Figura 61: Esquema de funcionament del sistema de recuperació de producte (Cortesia de Tuchenhagen S.A.(96))"





OPC-07: Recuperació de salmorres de la saladura del formatge

Tipus d'oportunitat: Reciclatge en origen

Redisseny de processos: -----

Procés: Formatge

Etapa / Operació: Saladura

Problemàtica mediambiental:

Per elaborar salmorra, s'utilitzen quantitats elevades de sal i aigua. El seu abocament al medi causa importants impactes mediambientals.

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Utilització de tècniques que permetin reutilitzar constantment les salmorres mitjançant un tractament que asseguri que es mantenen les condicions adequades (estat microbiològic i concentració de sal) per a la seva reutilització.

Implantació:

- Elecció del sistema de tractament de la salmorra.
- Procediment d'operació.
- Control de la qualitat de la salmorra (concentració de sal a partir de la densitat, pH i qualitat microbiològica)

Balanç econòmic:

- Reducció del consum d'aigua.
- Reducció del consum de sal.
- Reducció dels costos de depuració
- Reducció de les possibles pèrdues per alteració microbiana del producte
- o Costos de personal (en funció del volum de salmorra amb la que es treballa: si grans volums i si petits volums)
- Cost dels equips de tractament.
- Cost energètic del funcionament dels equips.
- Costos de manteniment dels equips.

Balanç mediambiental:

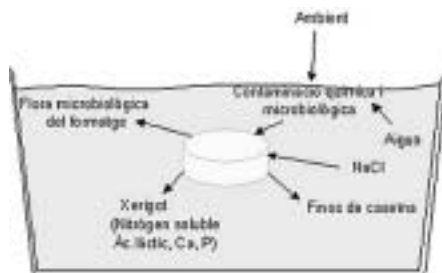
- Reducció del consum d'aigua
- Reducció del volum final de l'abocament.
- Bon funcionament de la depuradora.
- Consum d'energia.

La immersió en salmorra és un dels mètodes més utilitzats en la saladura del formatge. Els seus avantatges respecte a la saladura a mà són:

- estalvi de mà d'obra
- homogeneïtat de saladura
- pèrdues mínimes de sal
- fàcil integració en sistemes de fabricació molt mecanitzats.

La salmorra està composta per aigua i clorur sòdic, però, durant la saladura, es produeixen intercanvis entre la salmorra i el formatge. A conseqüència d'aquest intercanvi, la salmorra s'enriqueix en substàncies solubles procedents del formatge (nitrogen soluble, sals minerals com el calci i el fòsfor, i àcid làctic). També pot produir-se una contaminació microbiològica de la salmorra.

Figura 62. Intercanvis entre salmorra i formatge a la saladura



Els microorganismes poden provenir de la flora natural del formatge (en aquest cas no presenten problemes) o bé d'altres fonts (personal, materials, aigua, etc.), la qual cosa causa alteracions al formatge durant la maduració que impedeixen que el formatge assolixi les característiques desitjades.

Per evitar que el formatge es faci malbé pel desenvolupament de la microflora alterant, interessa que la salmorra mantingui unes característiques fisicoquímiques i microbiològiques concretes (pH, concentració de sal, presència de determinats llevats que eviten el desenvolupament de la microflora alterant).

Si la salmorra es canvia cada període de temps concret, s'han de tornar a assolir aquestes condicions, que suposen un temps durant el qual el formatge queda exposat a una possible microflora alterant. D'altra banda, l'abocament d'aquest volum genera una problemàtica mediambiental, principalment degut al seu contingut en nitrogen orgànic i per la presència de partícules en suspensió, microorganismes, sals de calci, fòsfor, i àcid làctic. Això es tradueix en un augment dels valors de càrrega orgànica i de la conductivitat de l'abocament final.

Una solució al problema generat és la reutilització de la salmorra després de l'aplicació d'un tractament que elimini la flora microbiològica que pot causar l'alteració. Els tractaments que existeixen són:

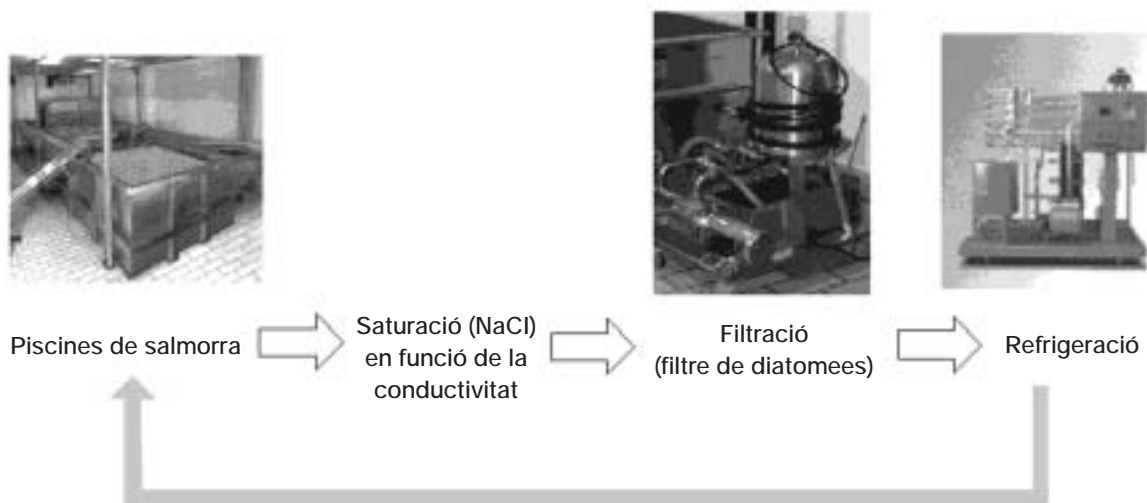
- **Irradiació ultraviolada.** En l'aplicació d'aquesta opció s'ha de tenir cura que les partícules que es troben a la salmorra no dificultin el tractament de la totalitat del volum de salmorra tractat. És recomanable aplicar primer un tractament de filtració grollera, que retingui les partícules més grosses que podrien suposar un problema posterior en el tractament amb la llum ultraviolada.
- **Pasteurització.** En pasteuritzadors especials per al tractament de salmorres (preparats per a la formació d'incrustacions i corrosió)
- **Filtració amb membrana o amb terres de diatomees.**

Un cop tractades per alguna d'aquestes tècniques, es compensen les pèrdues de sals que es donen durant el tractament i es refreden per tornar a incorporar-les als tancs de salmorra. La incorporació de sal es farà posteriorment al control de salinitat de la salmorra a partir de la

mesura de la conductivitat. L'addició de sal es pot fer manualment, afegint la quantitat justa de sal (en el cas que el tractament de la salmorra no sigui en continu, sinó que sigui una operació puntual) o bé de forma automàtica mitjançant equips que mesuren la conductivitat i afegeixen la sal necessària segons paràmetres preestablerts (saturadors).

Una possible combinació seria la següent:

Figura 63. Esquema línia de tractament de la salmorra per a la seva recuperació





OPC-08: Reducció de les pèrdues de quallada i disminució de fins durant l'emmotllament

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de processos: canvi de tecnologia
Procés: Elaboració de formatge	Etapa / Operació: Emmotllament
Problemàtica mediambiental: La generació de partícules de formatge i fins, juntament amb el xerigot, durant l'emmotllament que posteriorment són evacuats amb les aigües residuals.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Automatitzar l'operació d'emmotllament de forma que es redueixi la formació de partícules de formatge i fins, i que permeti la recollida de forma higiènica del xerigot drenat durant l'emmotllament i premsatge.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Càlcul de les capacitats de la màquina d'emmotllament en funció de les necessitats de l'empresa- Instal·lació de la màquina	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Increment de la producció Augment del rendiment per disminució de fins i partícules de formatge Instal·lació en espai reduït Disminució de riscos per contaminació del producte Qualitat uniforme del producte Inversió a la compra de la màquina Consum d'energia de la màquina
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Disminució de la càrrega orgànica de les aigües residuals Disminució dels residus generats per producte contaminat Consum d'energia

L'automatització de l'operació d'emmotllament a la fabricació de formatge aporta una sèrie d'avantatges mediambientals, ja sigui de forma directa o indirecta.

Els equipaments que es comercialitzen amb aquest objectiu permeten un emmotllament continu, al qual la quallada és bombejada des dels dipòsits de quallar o des dels dipòsits intermedis fins la tremuja de recepció de l'equip d'emmotllar.

Ja a l'equip, es realitza el drenatge de la quallada tant a la tremuja de recepció com a les columnes d'alimentació als premotlles. El xerigot que s'obté del drenatge es recull en un dipòsit instal·lat a la part inferior de la màquina.

Figura 64: Equip d'emmotllament automàtic
(cortesia de Perinox, S.A (95))



Per una altra part, la menor manipulació per part dels operaris redueix les possibles contaminacions de la quallada, que donarien lloc a producte en mal estat, que hauria de ser rebutjat.

Aquestes màquines permeten, a més, acoblar-les al sistema de neteja CIP, amb la consegüent optimització de l'operació de neteja.





El tractament que rep la quallada afavoreix que la formació de fins i partícules de formatge sigui inferior a la corresponent a un emmotllament manual, amb la qual cosa es redueixen les pèrdues de matèria orgànica que s'evacuarien amb les aigües residuals.

Figura 65: Equip d'emmotllament automàtic
(cortesia de Perinox, S.A (95))



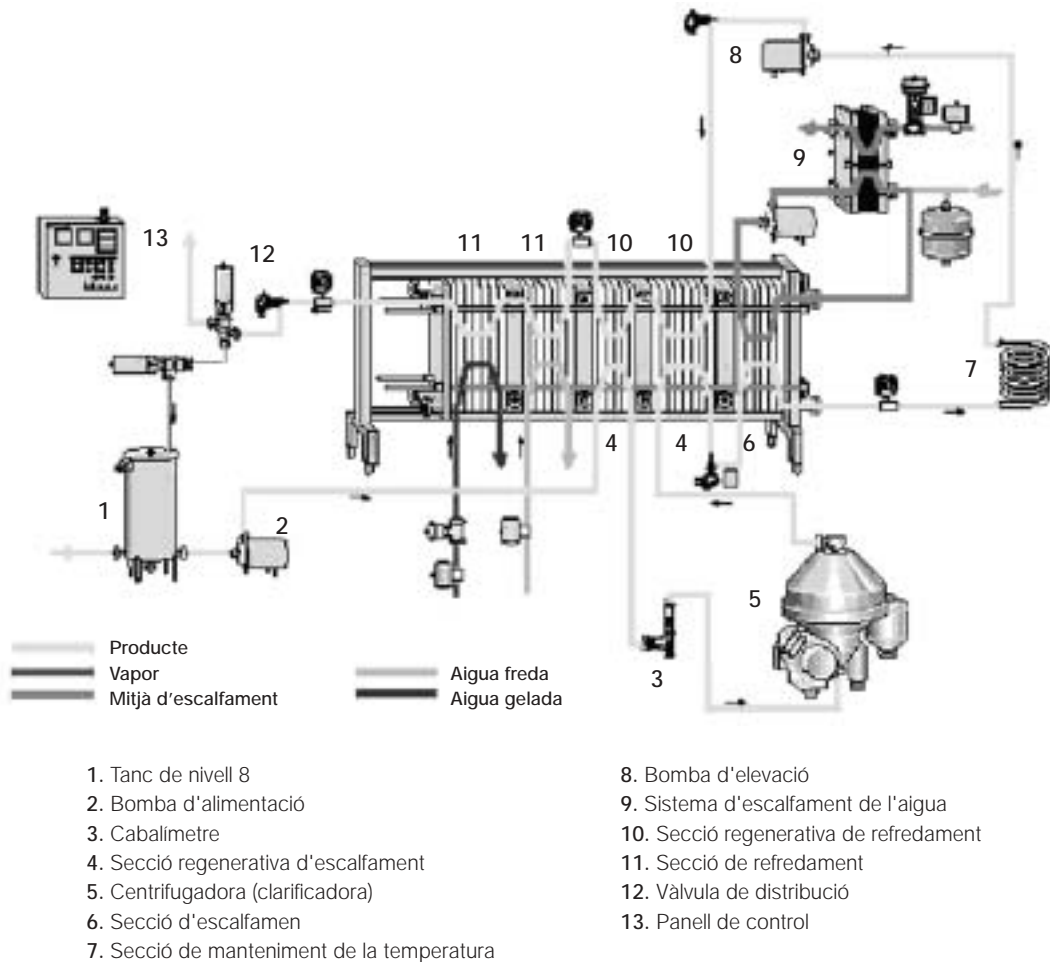


OPC-09: Optimització del percentatge de recuperació de calor en els tractaments tèrmics de pasteurització i esterilització UHT

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de procés: Canvi de tecnologia
Procés: Elaboració de productes lactis	Etapa / Operació: Tractament tèrmic
Problemàtica mediambiental: El consum energètic que representen les operacions de tractament tèrmic és molt elevat, amb la consegüent contaminació tant a nivell d'emissions atmosfèriques dins la indústria mateixa (calderes per a la producció de vapor) com en origen (centrals de producció d'energia).	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Minimitzar el consum necessari d'energia en les operacions de pasteurització i esterilització UHT mitjançant l'optimització del percentatge de recuperació d'energia de l'equip de pasteurització i esterilització.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Calcular el percentatge òptim de recuperació a partir dels paràmetres: salt tèrmic del tractament, hores de treball de l'equip, preu unitari de l'energia.- Ampliar o substituir l'equip actual de tractament tèrmic.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Menys costos energètics. Cost de l'ampliació de l'equip o de la seva substitució.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Menys consum d'energia. Menys emissions a l'atmosfera.

En el cas de bescanviadors de calor que es fan servir per escalfar un líquid fred fins a una determinada temperatura i posteriorment refredar-lo (cas dels esterilitzadors i esterilitzadors UHT), existeix la possibilitat de recuperar una gran part de la calor necessària per realitzar l'operació. Això s'aconsegueix utilitzant el mateix líquid a escalfar com a fluid refrigerant i el líquid calent a refredar com a fluid calefactor. Aquesta tècnica es coneix com escalfament tèrmic regeneratiu i suposa un estalvi important d'energia.

Figura 66. Pasteuritzador amb sistema d'escalfament i refredament regeneratiu



Aquesta possibilitat de recuperació energètica sempre ha estat interessant, però en l'actualitat adquireix un interès accentuat pel constant encariment de l'energia. Teòricament, en un bescanviador de plaques es poden aconseguir percentatges de recuperació d'energia de l'ordre del 99%, però a la pràctica no són viables degut al seu elevat cost impossible d'amortitzar. Actualment s'estan aplicant % de recuperació de l'ordre del 80 al 92% en funció dels paràmetres de treball.

A l'hora de realitzar una inversió per ampliar o substituir un d'aquests equips, és recomanable calcular el percentatge òptim de recuperació des d'un punt de vista econòmic de manera individualitzada per a aquell equip en concret.

Aquest càlcul s'ha de realitzar tenint en compte les següents variables:

- Salts tèrmics que tenen lloc durant el tractament
- Hores de funcionament de l'equip pasteuritzador o esterilitzador

- Cabal de tractament
- Cost del litre de combustible
- Cost del kWh.

Exemple d'aplicació

Pasteuritzador amb 85% de recuperació davant de pasteuritzador amb 92% de recuperació:

Dades:

Salt tèrmic: la llet entra a 4° C, s'escalfa fins a 74° C i es refreda fins a 4° C

Hores de funcionament: 3 hores diàries, 222 dies a l'any

Cost litre de combustible: 0.36 €

Cabal: 10.000 l/h

Cost kWh: 0.1021 €

Consum d'energia en l'escalfament:

DADES	EQUIP AMB 85% DE RECUPERACIÓ	EQUIP AMB 92% DE RECUPERACIÓ
<i>Increment temperatura en l'escalfament</i>	74° C - 4° C = +70° C	74° C - 4° C = +70° C
<i>Calor aportada pel fluid que es refreda</i>	70° C x 85% = +59,5° C	70° C x 92% = +64,4° C
<i>Calor a aportar pel sistema d'escalfament</i>	70° C - 59,5° C = +10,5° C	70° C - 64,4° C = +5,6° C
<i>Consum de combustible (fueloil)</i>	$\frac{1 \text{ Kcal} / \text{Kg} \cdot \text{C} \cdot 10,5 \text{ C} \cdot 10.000 \text{ l} / \text{h}}{6000 \text{ Kcal} / \text{l}} = 17,5 \text{ litres} / \text{h}^*$	$\frac{1 \text{ Kcal} / \text{Kg} \cdot \text{C} \cdot 5,6 \text{ C} \cdot 10.000 \text{ l} / \text{h}}{6000 \text{ Kcal} / \text{l}} = 9,3 \text{ litres} / \text{h}^*$

(*) S'aproxima el valor de la densitat de la llet a 1 kg/litre

Consum d'energia en el refredament:

DADES	EQUIP AMB 85% DE RECUPERACIÓ	EQUIP AMB 92% DE RECUPERACIÓ
<i>Disminució temperatura en el refredament</i>	4° C - 74° C = -70° C	4° C - 74° C = -70° C
<i>Calor absorbida pel fluid que s'escalfa (% de regeneració)</i>	-70° C x 85% = -59,5° C	-70° C x 92% = -64,4° C
<i>Calor absorbida pel sistema de refredament</i>	59,5° C - 70° C = -10,5° C	64,4° C - 4° C - 74° C = -5,6° C
<i>Consum d'electricitat (kWh/h)</i>	$\frac{1 \text{ frig} / \text{Kg} \cdot \text{C} \cdot 10,5 \text{ C} \cdot 10.000 \text{ l} / \text{h}}{2500 \text{ frig} / \text{Kwh}} = 42 \text{Kwh} / \text{h}^*$	$\frac{1 \text{ frig} / \text{Kg} \cdot \text{C} \cdot 5,6 \text{ C} \cdot 10.000 \text{ l} / \text{h}}{2500 \text{ frig} / \text{Kwh}} = 22,4 \text{Kwh} / \text{h}^*$

(*) S'aproxima el valor de la densitat de la llet a 1 kg/litre

Cost dels equips:

DADES	EQUIP AMB 85% DE RECUPERACIÓ	EQUIP AMB 92% DE RECUPERACIÓ
<i>Cost aproximat dels equips</i>	36.000 €	42.000 €

Si el número d'hores de treball diari és de 3 i el número de dies de treball a l'any són 222, els costos i retorn d'inversió serà:

DADES	EQUIP AMB 85% DE RECUPERACIÓ	EQUIP AMB 92% DE RECUPERACIÓ
<i>Cost anual d'escalfament</i>	3 h x 222 dies x 17,5 litres/h x 0.36 €/l = 4.196 €	3 h x 222 dies x 9,3 litres/h x 0.36 €/l = 2.230 €
<i>Cost anual de refredament</i>	3 h x 222 dies x 42 kWh/h x 0.10 €/kWh = 2.797 €	3 h x 222 dies x 22,4 kWh/h x 0.10 €/kWh = 1.492 €
<i>Total costos anuals</i>	6.993 €	3.722 €

La diferència de costos anuals d'operació és de 3.271 € a l'any. Sent la diferència de preu de compra dels equips de 6.010 €, el retorn de la inversió extra a realitzar en el cas de l'opció del bescanviador amb el 92 % de recuperació és d'1,8 anys. Per a un número d'hores de treball d'1 hora diària, el retorn de la inversió seria de 5,5 anys.

És, doncs, important plantejar abans de la compra de l'equip, les diferents hipòtesis possibles de treball, combinant les diferents opcions viables dels paràmetres especificats.



OPC-10: Recuperació de l'aigua de condensació

Tipus d'oportunitat: Reciclatge en origen

Procés: Elaboració de productes lactis

Eta / Operació: Operacions auxiliars

Problemàtica mediambiental:

L'elevat consum d'aigua (entre 1,3 - 3,2 l d'aigua/kg de llet processada) que es produeix en les empreses làcties.



Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Recuperar les aigües de condensació generades durant els tractaments tèrmics i les refrigeracions. Aquesta aigua es pot utilitzar per a l'alimentació de les calderes si la seva qualitat és l'adequada.



Implantació:

- Establir la qualitat d'aigua requerida per a cada operació.
- Instal·lació de sistemes de recuperació dels condensats.
- Recirculació de les aigües de condensació.
- Utilització dels condensats per a l'alimentació de calderes.
- Pot ser necessari l'ús d'additius (fungicides, anticalcaris, antincrustants, algicides, desinfectants, etc.).

Balanç econòmic:

-  Reducció del consum d'aigua.
-  Adequació dels equips i instal·lació de sistemes de recollida i recirculació de condensats.

Balanç mediambiental:

-  Reducció del volum final de l'abocament.
-  Reducció del consum d'aigua.



OPC-11: Optimitzar les operacions de neteja de les instal·lacions i superfícies d'equips

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Neteja d'instal·lacions i superfícies d'equips

Problemàtica mediambiental:

Les operacions de neteja suposen un gran consum d'aigua i l'abocament d'un elevat volum d'aigües residuals. A més, a la neteja de les instal·lacions i superfícies, s'utilitzen productes químics que comporten la presència de nitrogen i fòsfor a les aigües residuals, augmentant la càrrega contaminant de l'abocament.





Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Utilitzar un sistema de neteja adequat per a cada situació que automatitzi aquelles operacions que comportin un possible excés en el consum d'aigua i productes químics de neteja, innecessari.




Implantació:

- Avaluació del sistema òptim a aplicar.
- Instal·lació dels equips i elements necessaris.
- Formació del personal.
- Establir un procediment d'operació per realitzar les neteges.

Balanç econòmic:

-  Reducció del cost d'aigua.
-  Reducció dels costos de productes de neteja
-  Reducció dels costos de depuració de l'abocament final.
-  Costos de personal.

Balanç mediambiental:

-  Reducció del consum d'aigua.
-  Reducció del volum final de l'abocament.
-  Reducció de la càrrega contaminant de l'abocament, especialment del N i P procedent dels productes químics de neteja.

L'efectivitat i rendibilitat de les operacions de neteja està lligada, no només a la naturalesa dels productes utilitzats per realitzar-la, sinó també a la forma amb la que aquests són aplicats. Per optimitzar les operacions de neteja, els mecanismes adequats varien en funció del tipus de superfície que volem netejar i d'on estigui localitzada aquesta superfície. Existeixen dues opcions de neteja: la neteja amb baixa pressió i la neteja amb alta pressió.

Sistema de baixa pressió

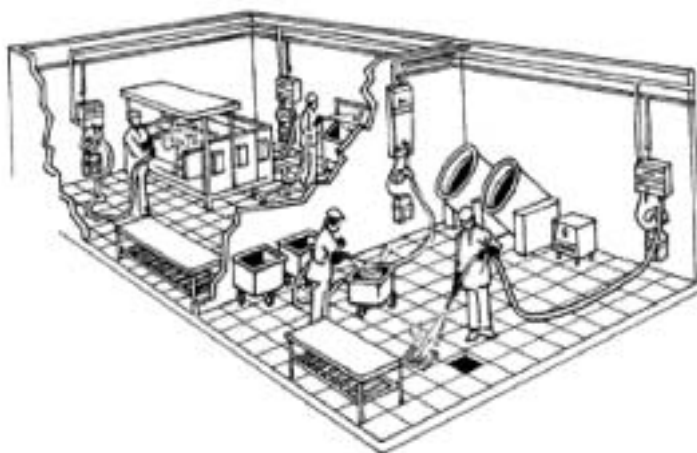
Aquest sistema consisteix a aplicar sobre la superfície a netejar una solució d'aigua barrejada amb el producte de neteja adequat amb un equip. L'aplicació es realitza amb baixa pressió (al voltant dels 6,8 kg/cm²), de forma que sobre la superfície queda una capa d'escuma. Aquesta es deixa actuar durant un temps i després s'esbandeix.

Aquest sistema és l'òptim per netejar les superfícies dels equips i les superfícies de les sales de producció, ja que si es deixa actuar l'escuma durant un temps, s'aconsegueix una millor desinfecció. L'aplicació de sistemes d'alta pressió per netejar aquestes superfícies no és convenient, ja que l'elevada força que porta l'aigua fa que les partícules de brutícia es polvoritzin i es tornin a dipositar a la superfície netejada.

Equips de baixa pressió

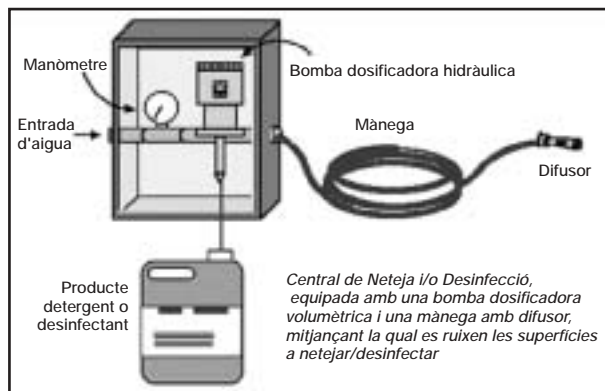
El sistema consisteix en una estació principal de bombeig, que genera la pressió necessària, i en una sèrie d'estacions satèl·lits, des de les quals es realitzen les operacions de neteja per tota la zona de producció.

Figura 67: Sistema de neteja de baixa pressió. Unitat central de bombeig que subministra tres unitats satèl·lits. (cortesia de Proquimia, SA (100))



La dosificació del producte de neteja es realitza a la unitat central de bombeig, on es garanteix la correcta dilució. S'aconsegueix una emulsió adequada amb l'aire per donar a l'escuma la consistència necessària per obtenir els resultats higiènics òptims.

Figura 68: equip de dosificació (cortesia de Betelgeux, SA (101))



- ☺ L'equip que dona aire a l'escuma fa la correcta dilució dels productes químics utilitzats, i garanteix la seva perfecta emulsió amb la consistència necessària.
- ☺ Sistema sense consum elèctric; funciona amb el cabal de l'aigua.
- ☺ Més ràpid i eficaç que el procés manual.
- ☺ Pot instal·lar-se fix o mòbil, de manera que pugui desplaçar-se i ser utilitzat en diverses àrees de la instal·lació.
- ☺ Dosificació exacta dels productes detergents i/o desinfectants. Minimitza el consum de productes químics, ja que a les aplicacions manuals és usual l'ús excessiu dels mateixos.

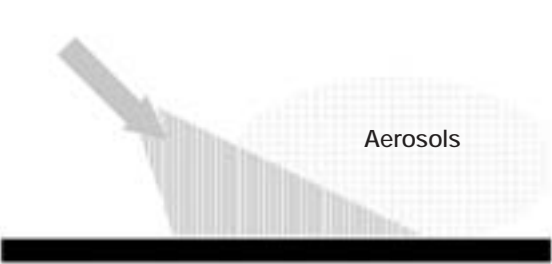
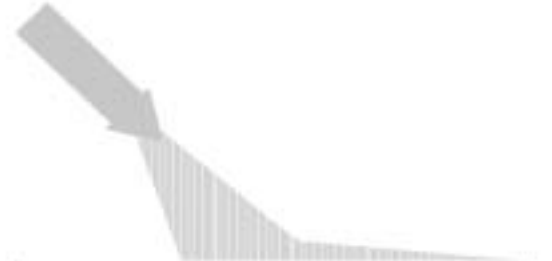
El consum d'aigua per a les neteges també disminueix de forma considerable, ja que els accessoris d'aplicació tenen un disseny òptim. En minimitzar el consum d'aigua, també es disminueix la quantitat d'energia necessària per escalfar-la i per bombejar-la, aconseguint així un estalvi substancial en costos de neteja.

Sistema d'alta pressió

Aquest sistema consisteix a aplicar aigua o una solució amb detergent a una pressió de fins a 68 kg/cm², sobre la superfície a netejar.

Aquest sistema és òptim per netejar parets i altres superfícies situades a l'exterior de les instal·lacions, a les quals el material que les conforma sol resistir esforços mecànics elevats.

A la taula següent es detallen els avantatges i desavantatges d'ambdós sistemes:

AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Adequada per eliminar brutícia fortament adherida, sempre que s'apliqui a curta distància. - Adequada per eliminar la brutícia incrustada a escletxes. - Elevada energia aplicada però solament si s'aplica a molt curta distància, permetent actuar amb força sobre la brutícia. 	 <p style="text-align: center;">ALTA PRESSIÓ</p>
DESavantATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Molt agressiva amb les instal·lacions elèctriques i amb les màquines i estructures en general (parets, terres, etc.) facilitant el seu deteriorament. - Dispersió molt elevada de restes de brutícia per les sales. Esquitxades. - Dificil de manejar pel personal. - Crea aerosols altament perjudicials perquè: <ul style="list-style-type: none"> a) dissemina els gèrmens b) afavoreix la corrosió per dispersió de la humitat - L'escuma formada amb productes autoescumants és de baixa qualitat: líquida i poc consistent. - Solament es disposa d'elevada energia si s'aplica a molt curta distància. - Elevada pèrdua de temperatura en funció de la distància. 	
AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacitat per arrossegar i eliminar la brutícia. - Adequada per eliminar brutícia en sales petites o amb risc d'esquitxar instal·lacions elèctriques o equips preparats per a neteges humides. - Bona qualitat d'escuma: densa i consistent amb bona adhesió sobre les superfícies. - Instal·lacions fixes o mòbils més senzilles i menys costoses que en el cas de les d'alta pressió. No es produeixen aerosols ni esquitxades. - Menor disminució de la temperatura segons la distància. - Quasi idèntica energia que l'anterior per a les distàncies d'aplicació habituals 	 <p style="text-align: center;">BAIXA PRESSIÓ</p>
DESavantATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Major consum d'aigua que en el sistema d'alta pressió, però inferior als sistemes manuals 	



OPC-12 Optimització del sistema de neteja CIP

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Canvi de Tecnologia

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: neteja d'equips

Problemàtica mediambiental:

Les operacions de neteja consumeixen entre un 25-40% de l'aigua consumida a l'empresa làctia.




Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Optimitzar el sistema de neteja CIP amb les tècniques sorgides els darrers anys amb la finalitat de disminuir els consums i reduir els abocaments que es generen a les operacions de neteja.




Implantació:

- Estudi de la viabilitat de les diferents tècniques que milloren el sistema de neteja CIP.
- Instal·lació de les millores.
- Formació del personal encarregat.

Balanç econòmic:

-  Reducció del consum d'aigua.
-  Reducció del consum de productes de neteja.
-  Reducció del consum d'energia.

Balanç mediambiental:

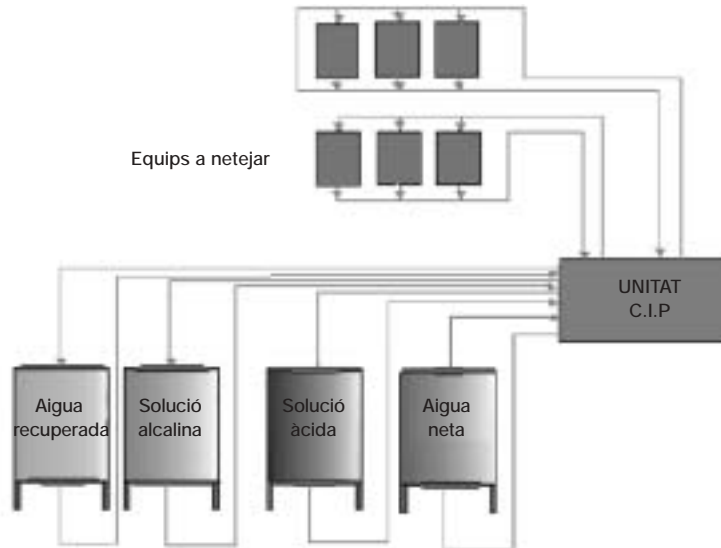
-  Reducció del consum d'aigua.
-  Reducció del volum d'abocament d'aigües residuals.
-  Reducció de les emissions atmosfèriques per consum d'energia.

El sistema de neteja CIP (Clean in Place) és àmpliament utilitzat dins el sector lacti per realitzar les operacions de neteja de les instal·lacions.

De forma esquemàtica, aquest sistema està compost dels elements següents:

1. Un dipòsit amb la solució alcalina (elimina les restes orgàniques: proteïnes, greixos i lactosa).
2. Un dipòsit amb la solució àcida (elimina les restes inorgàniques: sals, incrustacions).
3. Un dipòsit amb aigua recuperada procedent del prerentatge.
4. Un dipòsit amb aigua neta per realitzar la continuació del prerentatge i per a l'esbandida de la fase alcalina i de l'àcida.

Figura 69. Esquema d'un sistema de neteja CIP



Tant la solució alcalina com l'àcida han de ser aplicades en calent, a una temperatura d'uns 70-80° C perquè siguin eficaces.

Al mercat existeixen tècniques que optimitzen els sistemes de neteja CIP i indirectament redueixen el volum dels abocaments que es generen. Aquestes tècniques serien:

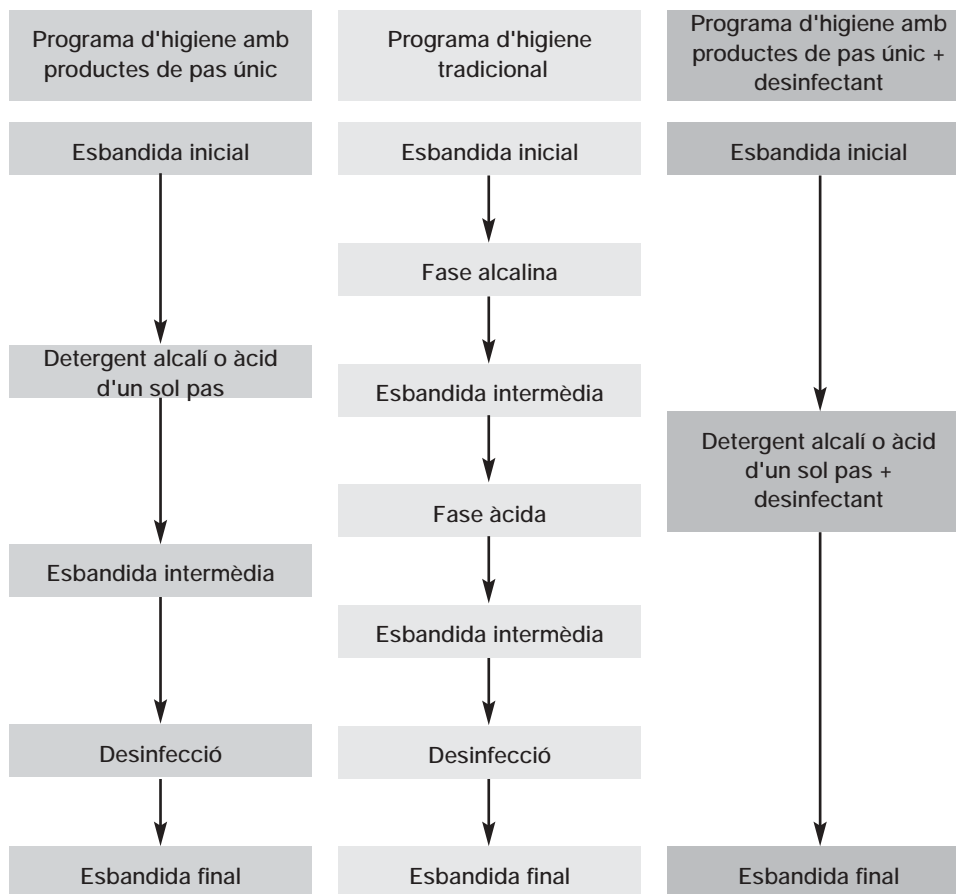
1. Automatització mitjançant sistemes de PLC dels temps i temperatura d'aplicació de cada una de les fases. D'aquesta forma s'eviten excessos de temps a la circulació dels fluids a través de les conduccions o s'assegura el temps mínim necessari per a la higienització de les instal·lacions.

Figura 70. Equip CIP (cortesia de Perinox, SA (95))



2. Aplicació de neteges d'un sol pas mitjançant l'ús de detergents capaços d'aconseguir amb un sol tractament els mateixos resultats que amb el doble tractament amb àlcali i àcid.

Figura 71: Exemples d'aplicació de neteja CIP



Els detergents d'un sol pas són capaços d'eliminar amb un sol producte tant les proteïnes, els greixos i la lactosa com les sals minerals. Per adaptar-se als requeriments de neteja de la indústria, s'han desenvolupat dos tipus de producte d'un sol pas: els formulats en base àcida i els formulats en base alcalina.

- Els *productes de caràcter àcid* es formulen amb un àcid i una alta quantitat de tensioactius per actuar contra els residus de greix i proteïna. D'aquesta forma en un sol pas s'elimina la brutícia de caràcter orgànic i inorgànic.
- Els *productes de caràcter alcalí* es formulen amb una base i una alta concentració d'hu-

mectants i emulsions (que faciliten la disgregació de residus de greix i proteïna) i d'agents segrestants (que impedeixen la deposició de sals alcalines presents en la solució de neteja i n'eliminen les incrustacions produïdes pel procés productiu mateix).

L'aplicació d'aquests productes ha de restringir-se a les zones de llet freda, ja que la seva formulació els impedeix aportar bons resultats a les zones a les quals s'ha produït un procés d'intercanvi de calor (vegeu taula 29).

Taula 29. Exemples d'aplicació de neteja CIP d'un sol pas

ÀREA	NETEJA
Zona de llet freda. Cisternes de recollida, canonades, instal·lacions d'emplenament	Neteja en una fase alcalina.
Coagulació de formatge, motlles de formatge	Neteja en una fase àcida
Zona de llet freda: tancs i emplenadores per a mató, iogurt, etc.	Neteja en una fase alcalina
Pasteuritzadors	Neteja en una fase alcalina amb additius
Equips UHT, evaporadors	No és adequada la neteja en una fase

Un altre avantatge d'aquest sistema és el menor contingut en fòsfor i nitrogen, que és una de les principals aportacions dels productes de neteja a la contaminació de les aigües. Mentre que els detergents tradicionals contenen entre un 10%-20% de fòsfor, els detergents àcids d'una sola fase contenen entre 0,1-0,2 %, i els alcalins entre un 0,2-0,3 % de fòsfor.

3. Recuperació de les solucions de l'aigua de prenetatge, de l'alcalina i de l'àcida per a la seva òptima reutilització. Per això, existeixen al mercat equips que incorporen termòmetres, sondes per mesurar la concentració i cabalímetres. El sistema mateix incorpora àcid o sosa als dipòsits corresponents quan la concentració no és l'adequada. A més, existeixen equips que registren les dades del procés de manera que es poden obtenir de forma gràfica durant el procés de neteja.

La regeneració de les solucions netejadores àcides es basa fonamentalment en sistemes de decantació dels components orgànics, ja que aquests no es dissolen a les solucions àcides i queden en suspensió. A les solucions netejadores alcalines, la recuperació requereix tractaments més complexos ja que els components orgànics de la brutícia estan majoritàriament dissolts en la solució.

4. Utilització de la calor residual de les aigües d'una altra part del procés productiu (per exemple, durant la refrigeració dels motlles de la fabricació de formatge) per a l'escalfament,

mitjançant bescanviador de calor, de les solucions alcalina i àcida. Una de les possibilitats és utilitzar aigua calenta que es genera a les instal·lacions de cogeneració per escalfar, a un bescanviador tubular o de plaques, les solucions àcida i alcalina.

5. Correcte aïllament dels dipòsits de solució àcida i alcalina per evitar pèrdues de calor.






Per a les empreses a les quals la mida de les instal·lacions no requereix de grans volums de solucions de neteja, o bé tinguin problemes d'espai, existeixen al mercat unitats de neteja CIP amb un o dos dipòsits (figura 72). Aquestes unitats poder ser mòbils, la qual cosa permet utilitzar-les per a més d'una línia de procés. Com que es disposa d'un o dos dipòsits per estalviar espai, no permeten la recuperació de l'aigua de prenentatge.

Figura 72. Unitat CIP mòbil , amb 1 únic dipòsit





OPC-13: Control periòdic de les emissions de les calderes

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de procés: Bones Pràctiques
Procés: Elaboració de productes lactis	Etape / Operació: Generació d'aigua calenta o vapor.
Problemàtica mediambiental: Emissions de gasos de combustió a l'atmosfera.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Establir un programa de manteniment periòdic de les calderes i de vigilància i control de les emissions de gasos de combustió. D'aquesta forma, s'assegura l'adequat funcionament del sistema i l'optimització de la combustió.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Manteniment preventiu de les calderes.- Realització de mesures periòdiques de les emissions de gasos.- Procediment d'operació.- Control visual de la sortida de fums.- Personal qualificat.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Reducció del consum de combustible. Cost de les mesures i anàlisi de les emissions. Costos de personal.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Reducció de l'emissió de gasos contaminants. Reducció del consum de combustibles

El control de les emissions de les calderes o dels generadors de vapor industrials està regulat a Catalunya, essent obligatori realitzar els controls de les emissions en els casos següents:

a) En generadors de calor i de vapor en els quals s'utilitzi un combustible sòlid o líquid convencional (carbó, fueloil, gasoil) sempre que la seva capacitat calorífica sigui superior a 0,5 MW. Si hi ha diversos generadors es considerarà, per al compliment d'aquest criteri d'execució, la suma de la potència nominal dels equips o de les instal·lacions aïllats.

b) En generadors de calor i vapor en els quals s'utilitzi un combustible (gas natural, GLP o similar) sempre i quan la seva capacitat calorífica sigui superior a 1 MW. Si hi ha diversos generadors es considerarà, per al compliment d'aquest criteri, la suma de la potència nominal dels equips o instal·lacions aïllats.

Les instal·lacions de capacitat inferior a les esmentades al primer punt no són objecte de mesures reglamentàries, atenent la seva petita incidència ambiental, però és recomanable la realització dels controls per tal de millorar l'eficiència de funcionament de la caldera, el consum

de combustible i la qualitat de les emissions generades.

Exemple d'aplicació

Per a una caldera de producció de vapor d'una potència tèrmica de 528.000 kcal/h i 800 kg/h de producció màxima, que utilitza propà com a combustible, es van realitzar les mesures següents abans i després de la posada a punt de la caldera:

	Abans	Després
% O ₂	1,81	5,79
%CO ₂	12,52	9,93
ppm CO	8.919,38	1,63
ppm NO _x	70,75	72,00
ppm SO ₂	0,00	0,00
% Rendiment	83,82	90,56

La posada a punt de la caldera va tenir com a conseqüència una millora en l'excés d'oxigen necessari durant la combustió, la qual cosa es va traduir en un millor rendiment de la caldera i en disminucions molt significatives de les emissions de monòxid de carboni i CO₂



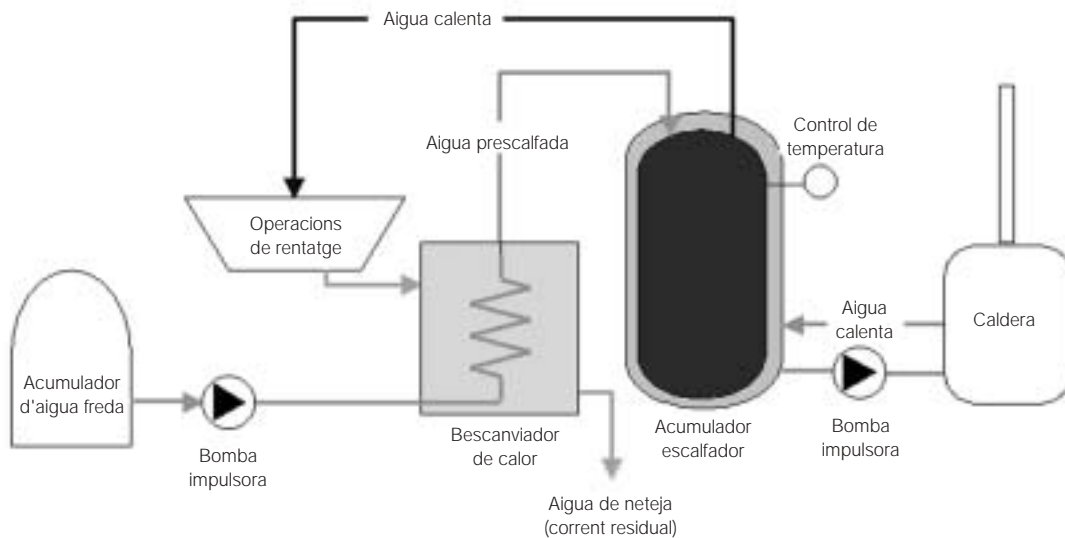
OPC-14: Utilització d'un sistema primari de generació d'aigua calenta amb recuperació de la calor sobrant

Tipus d'oportunitat: Reciclatge en origen	Redisseny de procés: ---
Procés: Producció d'aigua calenta	Etapa / Operació: Tot el procés
Problemàtica mediambiental: Les operacions de neteja portades a terme a la indústria làctia requereixen l'aportació d'aigua calenta per a una correcta higienització. Les emissions atmosfèriques procedents de les calderes de combustió suposen una de les principals fonts de contaminació atmosfèrica de la indústria làctia.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: La instal·lació d'un sistema primari per obtenir aigua escalfada, així com la recuperació de la calor sobrant de les aigües de neteja, suposaria una disminució considerable de les necessitats energètiques a aportar mitjançant combustibles o electricitat, requerides per a l'escalfament d'aigua.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Càlcul de les dimensions i capacitats de les instal·lacions i dels dipòsits.- Instal·lació dels equips necessaris.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Disminució del consum energètic. Inversió necessària per a la instal·lació. Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Disminució de les emissions atmosfèriques. Disminució del consum de combustible.

L'ús d'aigua calenta a les indústries làcties i derivades és significatiu, sent necessàries temperatures de 70-80° C que garanteixen una adequada higienització dels equips i de les instal·lacions.

L'obtenció d'aigua calenta a partir de calderes comporta el consum de combustibles i la consegüent generació d'emissions a l'atmosfera. La instal·lació d'un sistema primari amb recuperació de la calor sobrant de l'aigua utilitzada a les operacions de neteja es detalla a l'esquema següent:

Figura 73. Esquema d'una instal·lació d'un sistema primari amb recuperació de la calor sobrant de l'aigua de neteja



Els equips que precisen una instal·lació d'aquest tipus són:

Acumulador d'aigua freda i bomba impulsora. S'inclouen perquè la pressió de neteja no depengui de la xarxa general, així s'assegura un efectiu rentatge a pressió i un consum d'aigua predeterminat evitant consums excessius.

Bescanviador de calor. El bescanviador de calor recupera la calor de l'aigua de neteja ja utilitzada i després l'evacua amb l'aigua residual. Depenent de la duració dels cicles de rentatge i dels temps morts entre cada operació, pot arribar-se a una recuperació energètica del 50%.

Acumulador - escalfador. De doble paret integral. Pel seu interior, d'acer inoxidable, circula l'aigua de rentatge. Pel seu exterior, circula l'aigua de la caldera, la qual cosa permet escalfar l'aigua a utilitzar fins a una temperatura d'uns 60-80° C en funció del disseny de la instal·lació.

Caldera d'aigua calenta: Equip de producció d'aigua calenta a 80° C.



OPC-15: Substitució dels fluids frigorífics clorats (CFC i HCFC) per fluids frigorífics alternatius lliures de clor

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de procés: Substitució de materials
Procés: Elaboració de productes lactis	Etapa / Operació: Equips de fred / Producció de fred industrial
Problemàtica mediambiental: Les emissions a l'atmosfera de compostos que contenen en la seva molècula àtoms de clor (com ara els CFC i els HCFC) produeixen la destrucció de la capa d'ozó i contribueixen a l'efecte hivernacle.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Eliminació dels fluids frigorífics que continguin CFC (clorofluorocarbons) i/o HCFC (hidroclorofluorocarbons), ja sigui per substitució dels fluids frigorífics, si la instal·lació ho permet, o bé per canvi dels equips de fred.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Utilització de fluids frigorífics autoritzats.- Substitució dels equips.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Compliment de la normativa. Adaptació dels equips de fred existents. Inversió en la compra de nous equips.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Eliminació de les emissions de CFC a l'atmosfera

Com a conseqüència de les limitacions i prohibicions en l'ús i fabricació de refrigerants clorats, degut als seus efectes perjudicials sobre el medi ambient, en els últims anys s'han desenvolupat nous fluids frigorífics lliures de clor. Aquests fluids es coneixen com a **fluids frigorífics alternatius**, essent la majoria d'ells derivats dels HFC (Hidrofluorocarburs).

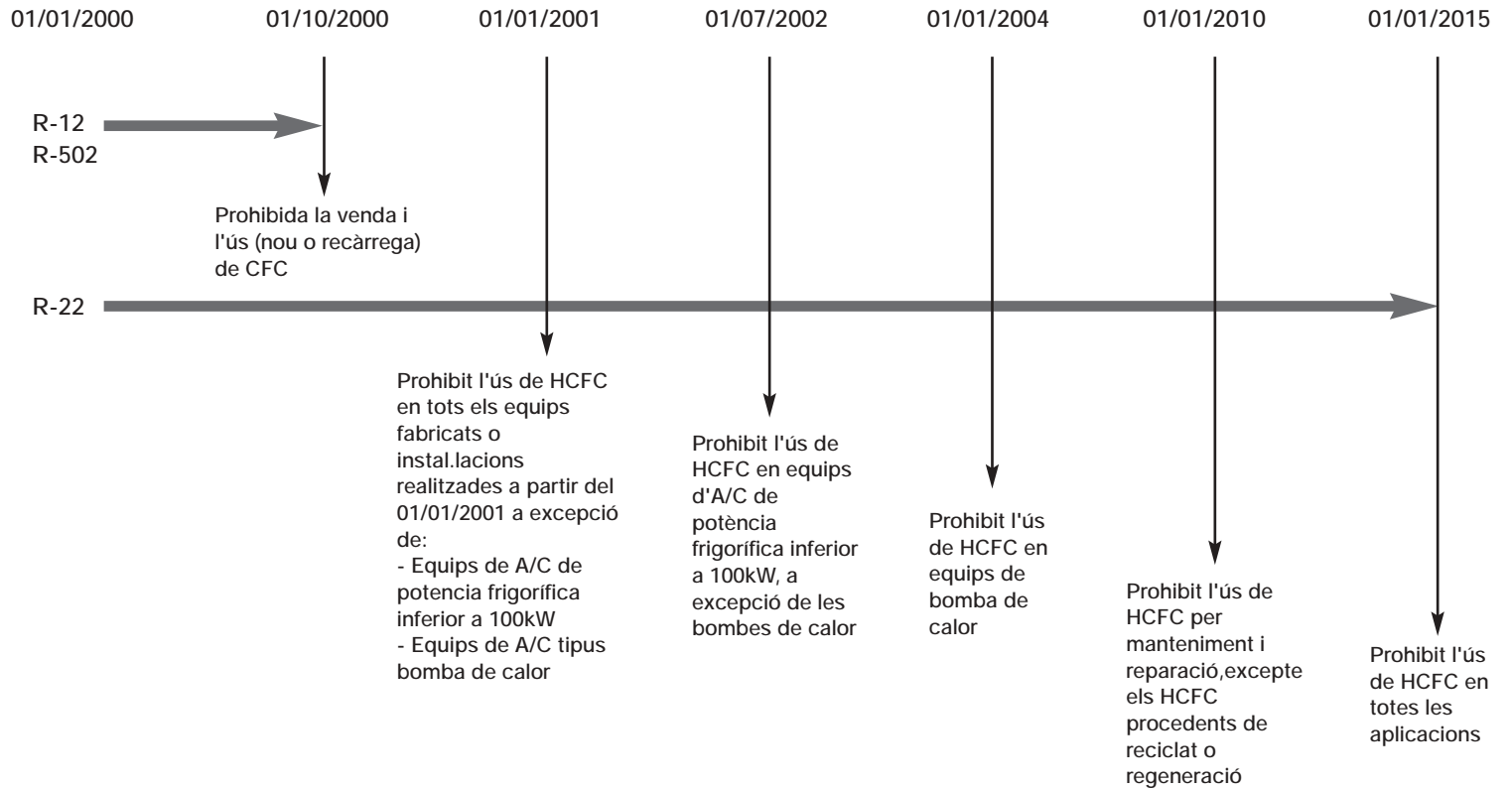
Els HFC tenen propietats termodinàmiques i termofísiques molt similars a les dels CFC. Això facilita enormement la seva aplicació, ja que, en la majoria dels casos, no és necessària una reenginyeria dels processos de fred. No obstant això, aquests fluids no es poden aplicar directament en els equips existents, degut a la seva immiscibilitat, en cap condició de temperatura i pressió, amb l'oli mineral romanent en les instal·lacions operatives fins al moment.

Per reconvertir els equips que utilitzaven CFC, és necessari, però, fer un estudi detallat del circuit frigorífic, a fi de determinar les modificacions necessàries en cada cas (vàlvules d'expansió, filtre, etc.), i rentar la instal·lació fins que el contingut en oli mineral residual sigui inferior al 5% del total i substituir-lo per un oli tipus èster. En el mercat es poden trobar sistemes de neteja automàtics capaços d'aconseguir el desgreixatge necessari, sense emissió de cap residu a l'atmosfera.

En el cas de considerar-se molt complicada la substitució del refrigerant o que no surti rentable, ja sigui perquè l'equip és massa vell o els canvis siguin massa cars, l'opció mediambientalment correcta serà la substitució de l'equip per un que funcioni amb HFC.

La normativa aplicable a l'ús de substàncies que destrueixen la capa d'ozó, el Reglament (CE) núm. 2037/2000, de 29 de juny de 2000, estableix un calendari de supressió i limitació en l'ús i fabricació d'aquestes substàncies (figura 74).

Figura 74. Calendari del Reglament.





OPC-16: Optimització del rendiment energètic mitjançant cogeneració

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de procés: Canvi de tecnologia

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Generació d'energia

Problemàtica mediambiental:

L'elevada demanda energètica (tèrmica i elèctrica) que tenen les empreses làcties.

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

A plantes industrials de gran mida o a plantes amb elevada demanda d'energia tèrmica (com, per exemple, les que disposen d'operacions de concentració de xerigot), pot arribar a ser viable econòmicament la producció d'energia elèctrica amb reaprofitament de la calor residual per a la producció d'energia. La viabilitat d'aquesta opció depèn, a cada moment, dels preus dels combustibles fòssils, de l'energia elèctrica i de la legislació aplicable a la venda de l'energia excendent.

Implantació:

Desenvolupament del projecte de cogeneració:

- Estudi de viabilitat.
- Projecte bàsic.
- Optimització del disseny.
- Construcció i posada en marxa.
- Relacions amb la companyia elèctrica subministradora i la subministradora de combustible.
- Manteniment i explotació

Balanç econòmic:

- Disminució del cost energètic.
- Independència energètica.
- Costos de desenvolupament.
- Costos d'inversió.
- Costos de manteniment i explotació.

Balanç mediambiental:

- Estalvi d'energia primària.
- Reducció d'emissions a l'atmosfera (es necessita cremar menys combustible per generar la mateixa energia).
- Utilització de combustibles menys contaminants (gas natural) o ús de combustibles residuals (biogàs, biomassa, residus industrials, etc.).

El sector lacti resulta ser un mercat especialment indicat per implantar la cogeneració, donat el seu fort consum energètic i l'elevat nombre d'hores de funcionament.

Les necessitats energètiques bàsiques del procés productiu correspondrien a:

a) demanda de vapor a alta temperatura pels processos de:

- pasteurització i esterilització
- producció de concentrats

b) demanda d'aire calent d'assecatge a torres d'atomització pel procés de producció de llet en pols

- c) demanda d'aigua calenta per rentar envasos i dipòsits
- d) demanda de fred en refrigeració de tancs d'emmagatzematge
- e) demanda elèctrica:
 - procés de centrifugació per producció de nata i mantega
 - il·luminació i força

Els requeriments més importants que haurà de satisfer el cicle de cogeneració que s'implanti són:

- una demanda de calor a alta temperatura per a la producció de vapor, i una a baixa temperatura per a l'escalfament de l'aigua.
- una relació calor/electricitat igual a 4. Hi ha altres elements que permeten adaptar la relació calor/electricitat del cicle de cogeneració a les necessitats de l'empresa, com són la possibilitat de mantenir els grups actuals de generació de calor que serveixin de suport al sistema de cogeneració (en el cas de falta d'energia tèrmica), o la possibilitat de venda de l'excedent elèctric a la xarxa (en el cas d'excés d'energia elèctrica).

Les configuracions dels sistemes de cogeneració més convenients a la demanda energètica típica del sector són els basats en turbines de gas (figura 75) i motors alternatius (figura 76).

El vapor produït a la caldera de recuperació en el sistema de turbina de gas es pot destinar als usos següents:

- consum directe als processos de pasteurització i esterilització
- consum directe al procés de concentració als evaporadors
- escalfament d'aigua per a rentatge d'equips i climatització de locals.
- alimentació del frigorífic d'absorció.

En el cas dels motors alternatius, la producció d'energia es realitza des de dos focus a diferent nivell tèrmic:

- recuperació de la calor continguda als gasos de fuga mitjançant una caldera de recuperació. Constitueix el 55% de l'energia tèrmica recuperable.
- Recuperació de la calor cedida al circuit tancat d'aigua de refrigeració del motor i de l'oli de lubricació per mitjà d'un bescanviador. Constitueix el 45% restant.

La calor recuperada del circuit de refrigeració està disponible a una temperatura al voltant dels 90° C, per la qual cosa pot utilitzar-se en la producció de l'aigua calenta per rentar els equips. En cas que la producció tèrmica sigui superior a la demanda d'aigua calenta, pot emprar-se la resta per preescalfar l'aigua d'alimentació a la caldera de recuperació. L'aprofitament d'aquesta font de calor és necessària per poder rendibilitzar la instal·lació i per aconseguir l'estalvi d'energia primària estipulat per la legislació vigent.

Un altre avantatge afegit del motor és la seva capacitat de funcionament com a grup d'e-

mergència en situacions d'interrupció del subministrament elèctric, degut a la seva facilitat per modular la càrrega de funcionament sense gairebé pèrdua de rendiment. En qualsevol cas, s'ha d'assegurar la correcta refrigeració del motor mitjançant una torre durant els períodes en els que la demanda tèrmica no sigui suficient.

Podem dir que els motors ofereixen més avantatges per a petites potències instal·lades, sent la seva aplicació preferible per a les menors de 3 MW, mentre que les turbines gaudeixen de preferència a partir dels 6 MW.

Figura 75: Sistema de cogeneració de configuració basada en turbina de gas

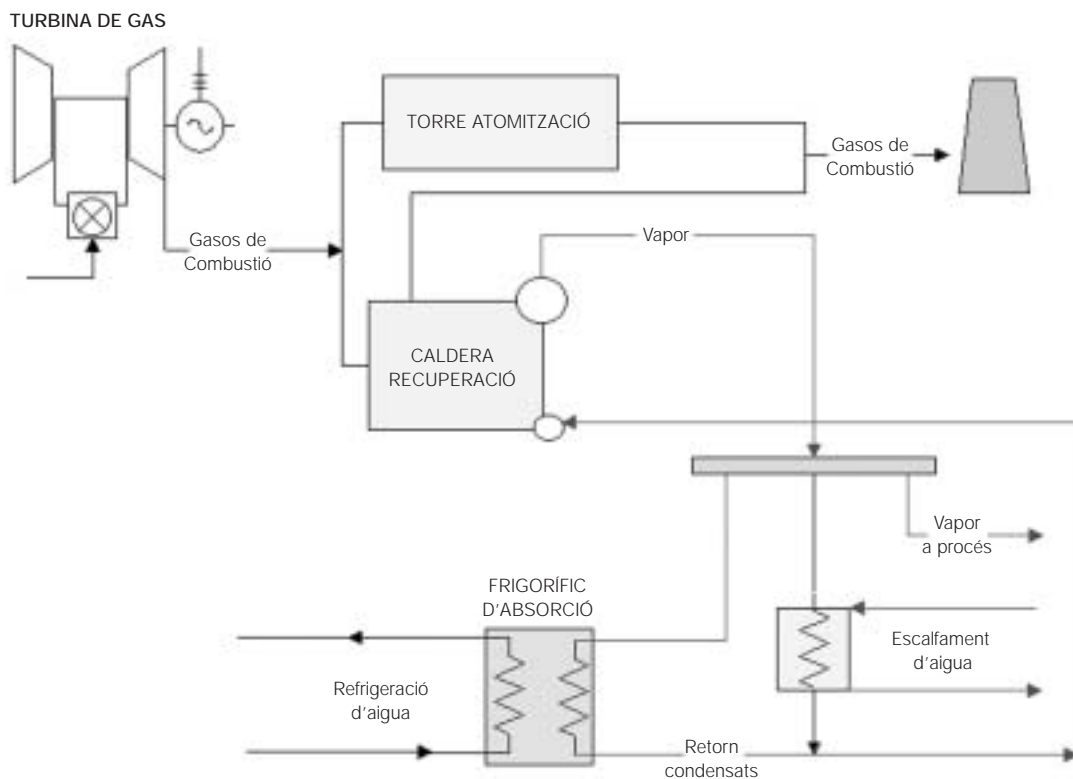
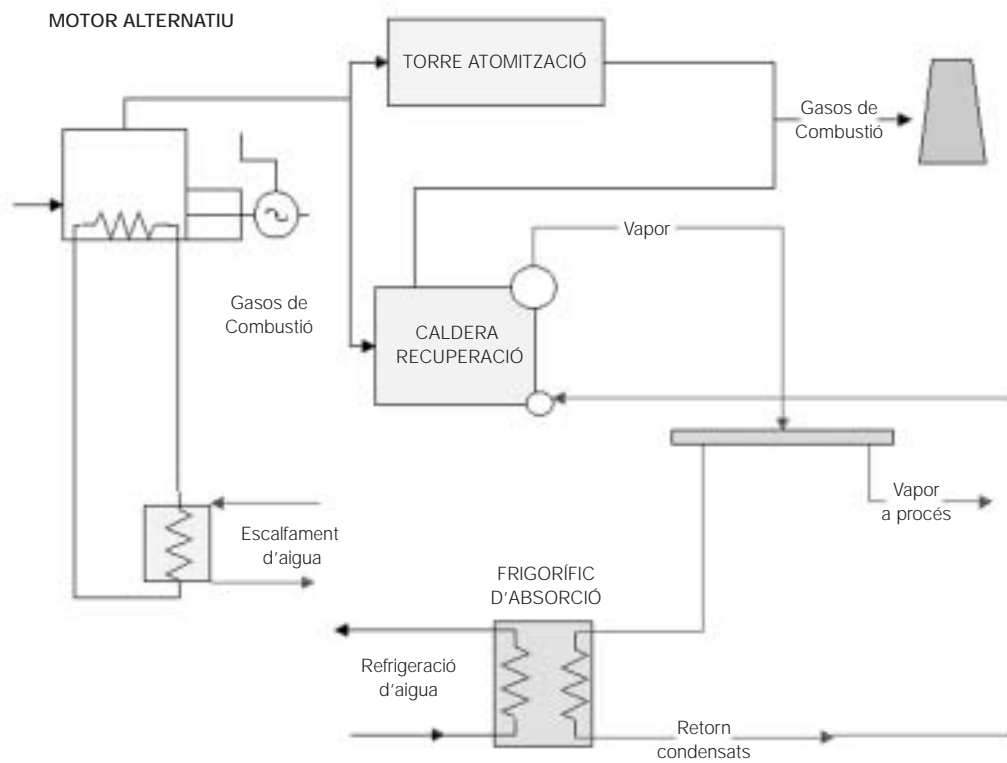


Figura 76: Sistema de cogeneració de configuració basada en motor alternatiu





OPC-17: Aïllament adequat dels dipòsits de magatzem en refrigeració i escalfament

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny del procés: Bones Pràctiques ambientals

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Emmagatzematge de matèries primeres, producte intermedi i auxiliar

Problemàtica mediambiental:

La necessitat de mantenir determinats productes a una temperatura específica durant el seu emmagatzematge com porta importants consums d'energia per al seu refredament o escalfament. Un incorrecte aïllament d'aquests dipòsits o tancs on es troba el producte emmagatzemat suposa pèrdues d'energia.




Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Estudiar l'aïllament necessari per a cada tipus de dipòsit en funció de la temperatura del producte contingut i de la temperatura ambient.


Implantació:

- Calcular les necessitats d'aïllament per a cada tipus de dipòsit o tanc.
- Realitzar les modificacions necessàries als dipòsits i al tanc.

Balanç econòmic:

-  Reducció del consum d'energia.
-  Evitar riscos laborals (dipòsits amb productes molt calents).
-  Costos d'aïllament dels dipòsits i tancs.

Balanç mediambiental:

-  Disminució de les pèrdues energètiques durant l'emmagatzematge.

A la indústria làctia, en diferents moments al llarg del procés productiu, és freqüent emmagatzemar matèries primeres o productes dins de dipòsits o tancs. En la majoria de casos, aquest emmagatzematge s'ha de fer a temperatura controlada, per tal que el producte emmagatzemat conservi les seves propietats.

Els diferents tipus de dipòsits que trobem són:

- Els dipòsits de recepció de llet crua solen estar a l'exterior quan la seva mida és molt gran. La superfície de contacte és d'acer inoxidable. La llet ha de romandre a una temperatura no superior als 6° C.
- Els dipòsits intermedis de magatzem, on s'emmagatzemen productes durant períodes curts de temps abans que el producte segueixi el seu camí per la línia de procés. També s'utilitzen dipòsits intermedis com a dipòsits






d'alimentació a les línies en continu, per anivellar variacions en el cabal. La temperatura en aquest tipus de dipòsits està en funció de la seva utilització. Si es tracta de llet crua, haurà de mantenir els 6° C com a màxim.

- Els dipòsits de barreja, utilitzats per barrejar diferents productes.
- Els tancs de procés, on el producte rep tractaments com la maduració, la fermentació o la cristallització. Aquests tractaments requereixen unes temperatures determinades per dur-se a terme.
- Tancs auxiliars, com els del sistema de neteja CIP (la sosa sol mantenir-se a uns 80° C i l'àcid a uns 70° C).

El consum energètic que requereix escalfar o refredar els productes que contenen al seu interior és elevat. Un adequat aïllament afavoreix la bona conservació del producte o el seu tractament correcte, així com un estalvi en les necessitats energètiques. D'una altra banda, presenta els avantatges de disminuir els riscos laborals, sobre tot en casos de dipòsits no aïllats i que contenen producte molt calent, i d'evitar que es formin condensacions a la superfície del dipòsit, en el cas d'aquells que continguin producte molt fred.



OPC-18: Disminució de la potència necessària als dipòsits de magatzematge de llet

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny del procés: canvi de tecnologia
Procés: Elaboració de productes lactis	Etapa / Operació: Emmagatzematge de llet crua
Problemàtica mediambiental: Elevat consum energètic que representa l'agitació constant amb agitadors dels tancs de recepció de la llet crua.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: Reducció del consum energètic canviant els agitadors utilitzats en els dipòsits de llet crua per uns amb potència necessària inferior.	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Estudi de les necessitats d'agitació en funció de la mida del tanc (nombre d'agitadors i posició).- Compra dels agitadors i instal·lació.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Disminució dels costos energètics. Inversió de compra e instal·lació.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Disminució del consum d'energia elèctrica.

Els grans dipòsits d'emmagatzematge de la llet han de disposar d'algun sistema d'agitació per evitar la separació de la nata per gravetat. L'agitació ha de ser molt suau. L'agitació violenta dona lloc a l'aireig de la llet i a la desintegració dels glòbuls de greix. Això exposa el greix a atacs d'enzims lipàsics de la llet. Per tant, l'agitació suau és una de les mesures bàsiques en el tractament de la llet. Un agitador adequat amb bons resultats en aquest tipus de dipòsits és l'agitador d'hèlix. En dipòsits de gran alçada pot ser necessària la utilització de dos agitadors col·locats a diferents nivells, amb objecte d'aconseguir l'efecte desitjat.

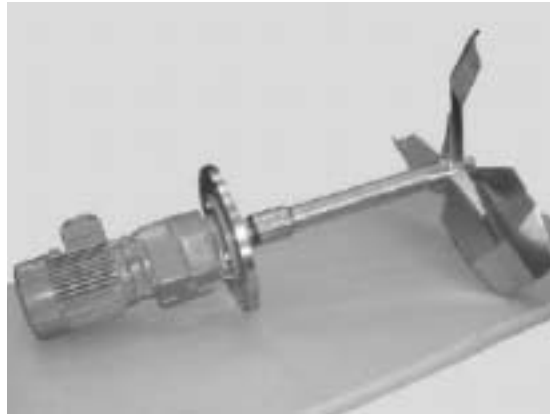
El funcionament continuat dels agitadors durant les 24 hores del dia arriba a suposar un consum d'energia considerable. Existeixen en el mercat agitadors que pel disseny de les seves pales requereixen d'una potència instal·lada molt més reduïda que un de convencional.

Exemple d'aplicació

En un dipòsit d'homogeneïtzació de llet crua amb una capacitat de 200.000 litres, s'ha substituït l'agitador que funciona durant les 24 hores amb una potència instal·lada necessària de 7,5 kW, per un del tipus en virolla o en fons amb una potència instal·lada d'1,1 kW.

Tenint en compte que la mitjana de dies a l'any que està en funcionament l'agitador és de 300 dies, que el preu aproximat del kWh és de 0,06 €, i que la inversió necessària ha estat d'uns 3.450 €, el període de retorn de la inversió és inferior a l'any i mig.

Figura 77. Agitador per a muntatge en virolla o en fons (cortesia de Pierre Guerin Ibérica, SA (98))





OPC-19: Substitució del combustible gasoil per gas natural

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny del procés: Substitució de materials

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Generació d'energia

Problemàtica mediambiental:

L'ús de gasoil com a combustible per generar vapor i aigua calenta genera unes emissions de gasos a l'atmosfera molt contaminants (CO₂, NO_x, SO₂), responsables de l'efecte hivernacle, la pluja àcida i el boirum fotoquímic.





Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Substitució de l'ús de gasoil per gas natural, combustible fòssil menys contaminant, que permet l'aplicació de tecnologies amb rendiment energètic més alt.



Implantació:

- Avaluació de la possibilitat del seu subministrament a les instal·lacions de producció.
- Avaluació de les necessitats de combustible en funció del rendiment tèrmic.
- Valoració de la implantació de tecnologies més eficients (cogeneració, generació d'electricitat amb tecnologies de cycle combinat, generació de fred per compressió i absorció).

Balanç econòmic:

-  Reducció dels costos de transport i emmagatzematge.
-  Reducció dels costos manteniment de les instal·lacions de combustible.
-  Reducció consum de combustibles (si s'apliquen les tècniques més eficients).
-  Combustible més car.

Balanç mediambiental:

-  Reducció de les emissions de CO₂, NO_x i SO₂ per unitat de producte.
-  Aplicació de tecnologies eficients: rendiment energètic elevat, menys contaminants.

Comentaris

El gas natural ha tingut una gran acceptació a les indústries com a nova font d'energia més neta, alternativa al consum d'altres combustibles fòssils, bàsicament gasoil. Els avantatges que presenta aquest tipus de combustible respecte a altres combustibles se centren en dos aspectes:

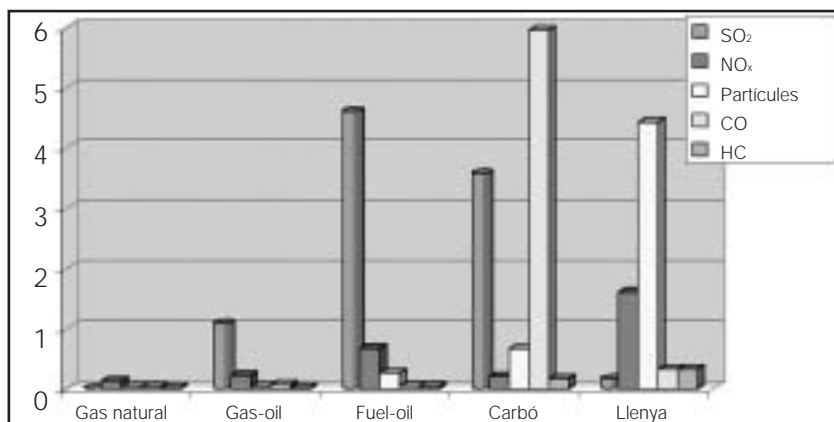
1. Aspectes mediambientals

La minimització de l'impacte ambiental es deuria principalment a les característiques que presenta aquest combustible respecte als altres combustibles fòssils:

- Conté menys carboni i més hidrogen en la seva molècula que qualsevol altre combustible fòssil (relació C/H més baixa), amb la conseqüent disminució de les emissions de CO₂ (produeix unes emissions inferiors en un 40-50% a les del carbó i en un 25-30% a les del fueloil).

- Un contingut en sofre inferior a les 10 ppm, fet que fa que les emissions de SO₂ siguin inapreciables respecte als altres combustibles fòssils.
- Una òptima relació i grau de mescla combustible/aire, suposant una disminució de les emissions de NO_x, representant dues vegades menys que el fueloil i 2,5 vegades menys que el carbó. D'altra banda, l'estat físic mateix del gas natural permet una barreja íntima amb l'aire de combustió, circumstància que contribueix a aconseguir combustions completes i eficients, amb menor excés d'aire.
- El gas natural té un contingut de sofre inferior a les 10 ppm, en forma d'odorant, per la qual cosa l'emissió de SO₂ en la combustió és 150 vegades inferior a la del gasoil, entre 70 i 500 vegades menor que la del carbó i 2.500 vegades inferior a la que emet el fueloil industrial.

Figura 78. Relació de contaminants per kWh consumits (font, Energia gener-febrer 1995 (9))



2. Aspectes energètics i econòmics

- El seu ús possibilita l'aplicació de tecnologies eficients, és a dir, tecnologies que proporcionen un rendiment energètic més alt i, per tant, en una menor emissió de contaminants per unitat de producte. Dins d'aquestes tecnologies estan la generació d'electricitat amb cycle combinat, l'aplicació de la cogeneració i la generació de fred per compressió i absorció.
- La inferior quantitat en la seva composició de sofre i metalls pesants (principalment Pb) minimitza els costos de manteniment de les instal·lacions.
- Poder calorífic de 14.395 kcal/kg (el gas LP té un poder calorífic d'11.807 kcal/kg).
- No exigeix instal·lacions d'emmagatzematge.

La principal dificultat per utilitzar-lo és la manca de distribució per tot el territori. Moltes indústries no tenen la possibilitat d'usar-lo perquè estan localitzades a llocs on no hi ha distribució de gas natural.



OPC-20: Disminució del consum d'energia a l'escalfament i refredament de fluids mitjançant l'ús de bombes de calor

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: canvi de tecnologia

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Escalfament i refredament de fluids

Problemàtica mediambiental:

L'elevat consum energètic a les operacions d'escalfament de fluids i refredament d'altres.





Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Utilitzar la calor dels corrents freds que han estat utilitzats per refredar i que, per tant, han elevat la seva temperatura, per escalfar corrents calents que han estat utilitzats per cedir calor i s'han refredat. D'aquesta forma, el corrent fred torna a la seva temperatura inicial, d'igual manera que el calent, podent-se tornar a utilitzar als processos requerits. El sistema que permet el flux de calor de fonts fredes a calentes, flux contrari al normal, és la bomba de calor.



Implantació:

- Estudi de viabilitat.
- Projecte bàsic.
- Optimització del disseny.

Balanç econòmic:

-  Disminució del cost energètic.
-  Costos de desenvolupament del projecte.
-  Inversió en el sistema.
-  Cost de manteniment i explotació.

Balanç mediambiental:

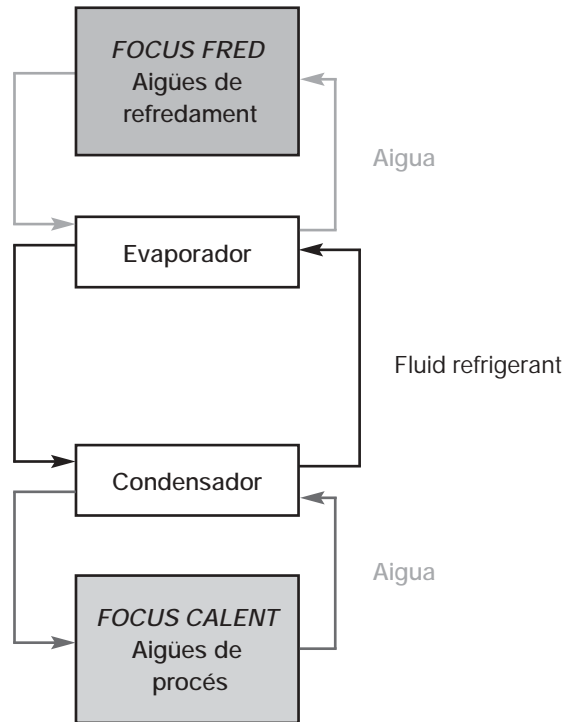
-  Estalvi d'energia primària.
-  Reducció d'emissions a l'atmosfera.

Dins la indústria làctia hi ha processos que requereixen l'aportació de calor (focus calents) mentre que altres són excedentaris (focus freds). El que és habitual, en aquests casos, és que la calor sobrant sigui evacuada a l'atmosfera mitjançant torres de refrigeració, amb la conseqüent pèrdua d'energia, mentre que per un altre costat segueixen existint necessitats de calor que són cobertes, per exemple, amb la utilització de calderes.

En aquestes situacions, les bombes de calor proporcionen una gran oportunitat per estalviar energia, i són una alternativa interessant degut al seu doble efecte: de refredament a l'evaporador i d'escalfament al condensador.

L'esquema de funcionament de la bomba de calor es detalla en el diagrama següent:

Figura 79. Esquema funcionament de la bomba de calor



Per aplicar la bomba de calor a la indústria s'han d'analitzar els processos, amb la finalitat de caracteritzar els fluxos de calor i identificar les oportunitats de recuperació, avaluant la seva viabilitat tant des del punt de vista energètic com econòmic.

Exemples de necessitats de fluxos d'aigua freda i calenta a una temperatura compresa entre 40° C i 90° C:

- aigua per a neteges
- aigua per a producció de vapor
- aigua per a calefacció
- aigua per a escalfament de fluids a bescanviadors, etc.

El problema que presenten aquests fluxos és que el seu cabal fluctua. Per aquesta raó, i per aprofitar aquesta calor residual, són necessaris acumuladors de gran capacitat per aconseguir una operació estable de la bomba de calor.

Exemple d'aplicació: bomba de calor a una central lletera

Es tracta d'aplicar la bomba de calor aigua-aigua a una planta esterilitzadora, produint simultàniament fred i calor.

El sistema consisteix en un refredador-esterilitzador de tipus horitzontal mitjançant vapor saturat produït per una caldera. La llet preescalfada i homogeneïtzada s'introdueix contínuament a ampolles de plàstic, les quals s'escalfen entre 120 i 130° C i immediatament són refredades per sota dels 35° C en el mateix equip. Per produir aquest efecte, s'introdueix, també contínuament, aigua a 26° C que surt a 53° C i que es recull en un tanc d'emmagatzematge (vegeu figura 80).

Aquesta aigua i la calor que conté es fa passar a través de dues bombes de calor aigua-aigua, obtenint-se un doble benefici (aigua i calor recuperat). Les dues bombes de calor funcionen en sèrie a contracorrent. Els evaporadors estan alimentats amb l'aigua calenta a 53° C, amb un cabal de 20 m³/h, refredant-se en el primer evaporador fins als 40° C i en el segon fins a 26° C per ser retornada a la unitat esterilitzadora, on les ampolles de llet tractades són refredades i extretes.

Al costat del condensador de les bombes de calor, un altre circuit d'aigua s'escalfa des de 50° fins a 61° C al primer condensador i fins a 70° C al segon. El cabal en el costat del condensador és de 35 m³/h, emmagatzemant-se aquesta aigua a 70° C en un tanc des d'on s'alimenten diferents circuits.

Part d'aquesta aigua calenta s'utilitza per preescalfar la llet en un bescanviador de calor de plaques. S'obté un increment de temperatura de la llet de 7° C fins a 50° C; llavors està en condicions per a la següent operació d'homogeneïtzació i emplenament d'ampolles.

L'altra part de l'aigua calenta s'utilitza per alimentar el generador de vapor i per netejar els elements de procés, com canonades, cisternes i contenidors de recollida, i per a l'esbandida de les ampolles. Si encara hi hagués excedent d'aigua calenta, es podria utilitzar a l'hivern per escalfar locals de l'empresa.

La potència elèctrica absorbida per les dues bombes de calor, tenint en compte el volum d'aigua calenta que s'escalfa i l'aigua freda que es refreda especificats anteriorment, és de 186 kW a plena càrrega; la calor lliurada és de 806 kW de potència tèrmica (695.000 kcal/h), resultant un coeficient de prestació del sistema (COP: relació entre l'energia tèrmica cedida pel sistema i l'energia de tipus convencional absorbida) de 4,33, proporcionant un important estalvi de fuel (combustible en aquest cas utilitzat per l'empresa).

En resum, s'obté:

1. Aigua calenta (70° C) per:
 - calefacció de locals

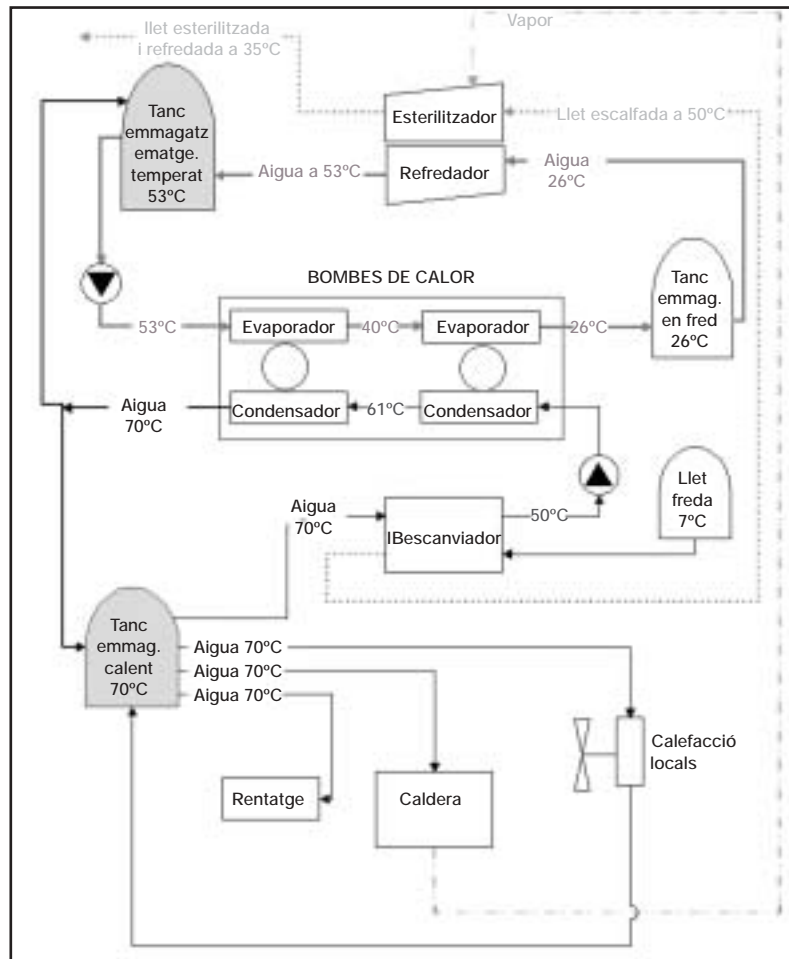
- producció d'aigua temperada (53° C)
- rentatge d'elements de procés
- preescalfament de caldera
- preescalfament de llet des de 7° C fins a 50° C per entrar l'esterilitzador.

2. Aigua freda (26° C) per al refredador.

Amb el funcionament de les bombes de calor s'obtenen els següents estalvis:

1. menor consum de vapor necessari per escalfar la llet, ja que proporciona llet a 50° C.
2. disponibilitat de potència tèrmica addicional per al seu ús en processos

Figura 80: Esquema de la bomba de calor aigua-aigua a una planta esterilitzadora, produint simultàniament fred i calor





OPC-21: Ús d'energies renovables: energia solar tèrmica (sistema de temperatura mitjana)

Tipus d'oportunitat: reducció en origen

Redisseny de processos: canvi de tecnologia

Procés: elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: generació d'energia

Problemàtica mediambiental:

Les necessitats d'energia tèrmica a temperatura mitjana (90-150° C) a les indústries del sector lacti és elevada, la qual cosa suposa un elevat consum de combustibles que generen emissions atmosfèriques durant la seva combustió a les calderes.







Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Aprofitament de la radiació solar per produir calor mitjançant col·lectors tèrmics, disminuint les necessitats de combustibles per a la seva generació.




Implantació:

- Càlcul de la disponibilitat neta d'energia solar.
- Càlculs per al dimensionament dels col·lectors: solars tèrmics.
- Càlcul per al dimensionament dels equips auxiliars necessaris (dipòsits, sistemes primari i secundari).

Balanç econòmic:

-  Consum energètic gairebé nul.
-  Necessitats de poc manteniment (equips sense parts mòbils).
-  Possibilitat d'utilitzar-se com a font d'energia complementària a les energies convencionals.
-  Necessitats de radiació de llum solar continua i elevada.
-  Elevada inversió inicial en els equips.
-  Baixa eficiència.

Balanç mediambiental:

-  Energia neta: reducció de les emissions de CO₂, Pb, CO o SO₂
-  Eliminació de sorolls (equips sense parts mòbils).
-  Reducció del risc d'incendi.

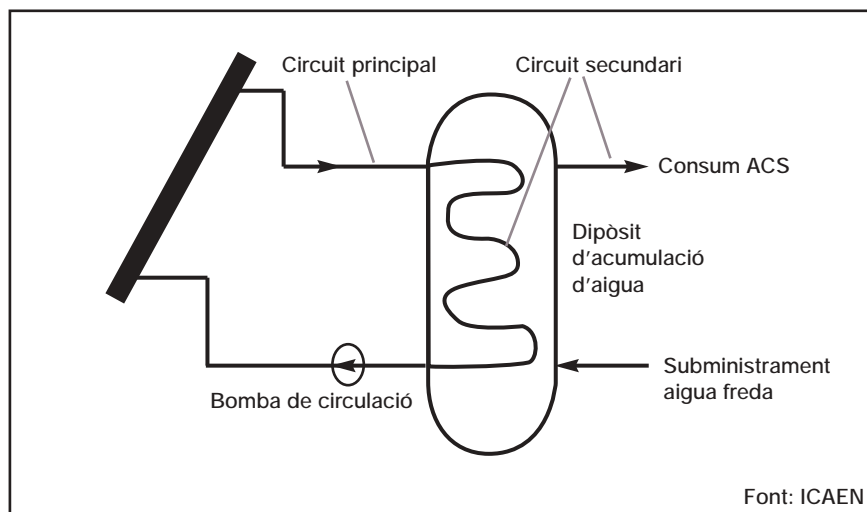
La fracció de demanda de calor a temperatures mitjanes (90-150° C) és elevada a les indústries del sector lacti. Les operacions unitàries que utilitzen calor a aquestes temperatures són l'esterilització, la pasteurització, l'evaporació i l'assecatge, principalment.

El fonament de l'energia solar tèrmica consisteix a transformar la radiació solar en energia calorífica. L'aprofitament tèrmic del sol s'obté a partir dels col·lectors tèrmics.

Els elements que conformen el sistema d'escalfament de l'aigua a partir del col·lector tèrmic són els següents:

- Captador de la radiació electromagnètica: placa d'absorció.
- Circuit primari: sistema de canonades de coure en contacte amb el col·lector per on circula el fluid portador. El fluid portador pot ser un gas (aire) o un líquid (aigua).
- Acumulador/bescanviador de calor: ja que els moments de major demanda d'energia tèrmica no tenen per què coincidir amb els períodes de major captació solar, és imprescindible emmagatzemar l'energia a mesura que és captada per poder-ne disposar en un altre moment. L'acumulador, moltes vegades, porta incorporat el bescanviador de calor, que transmet la calor procedent dels col·lectors a l'aigua. Per al dimensionament de l'acumulador, és recomanable una alçada mínima del dipòsit que sigui el doble del seu diàmetre, donada la tendència de l'aigua a estratificar-se per temperatures.
- Circuit secundari: sistema de canonades per on circula el fluid a escalfar (normalment aigua de la xarxa).

Figura 81. Esquema bàsic del funcionament d'un col·lector tèrmic de placa plana de circuit tancat (Font ICAEN)



Malgrat tots els avantatges que suposa l'aprofitament de l'energia solar tèrmica, és evident que el seu ús només serà aplicable en aquelles zones geogràfiques que tinguin un elevat nivell de radiació solar.

Cal fer un estudi detallat per a cada cas, tenint en compte la radiació solar del punt en concret i l'ús que se'n voldrà fer de l'energia captada. A títol orientatiu, la figura 82 mostra la mitjana anual de radiació solar disponible a cadascuna de les províncies catalanes, essent la mitjana global a Catalunya de 1.462 kwh/m².

Figura 82. Mapa de radiació solar anual a Catalunya.



Exemple d'aplicació: disseny d'una petita instal·lació de producció d'aigua calenta sanitària (ACS) en una formatgeria

Aprofitament de l'energia solar en una formatgeria per produir aigua calenta sanitària que s'utilitza per escalfar la llet de cabra en el procés de coagulació, així com per a la resta de serveis auxiliars dels quals disposa la indústria.

Es van calcular les necessitats energètiques de la instal·lació a partir de les dades següents:

- Consum mensual d'aigua calenta sanitària (m³)
- Temperatura de l'aigua de xarxa
- Salt tèrmic entre l'aigua de la xarxa i la de sortida dels col·lectors solars. Aquesta última

dada, es va calcular a partir de la temperatura a la que ha d'arribar la llet als tancs de quallar, així com de la temperatura que ha de tenir l'aigua per al seu ús als serveis WC.

Tenint en compte la diferència entre l'energia solar neta disponible, (calculada a partir dels mapes de radiació de la província, aplicant una sèrie de correccions segons la ubicació de la instal·lació) i les necessitats energètiques de l'empresa, es va calcular l'energia que s'hauria d'aportar al procés per a sistemes auxiliars (calderes principalment).

Els metres quadrats de col·lectors solars necessaris es van calcular a partir de l'energia total necessària dividida per l'energia neta disponible per m² de col·lector (valor que depèn del rendiment teòric del col·lector i que el proporciona el fabricant).

El període de retorn de la inversió necessària va ser de 10 anys, amb un estalvi global d'energia al voltant del 74%.



OPC-22: Minimització dels residus d'envasos

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen	Redisseny de producte (envasos)
Procés: Elaboració de productes lactis	Etapa / Operació: Envasament
Problemàtica mediambiental: La indústria làctia posa en el mercat gran quantitat d'envasos i embalatges. A més, per errades en la línia d'envasament o defectes en el producte final, solen generar-se molts envasos usats que es converteixen en residu per a l'empresa.	
Oportunitat de prevenció de la contaminació: La implantació d'un pla de minimització de residus d'envàs a partir de la realització del corresponent estudi, permet reduir en gran mesura la quantitat de material d'envàs posat en el mercat sense reduccions substancials en les seves prestacions (resistència mecànica, conservació del producte, ...).	
Implantació: <ul style="list-style-type: none">- Estudi de possibilitats de minimització i estudi de mercat.- Modificacions en els equips de fabricació d'envasos (si es realitza en la planta mateixa).- Possible canvi en el subministrador d'envasos.- Redisseny dels envasos de productes lactis.	Balanç econòmic: <ul style="list-style-type: none"> Menor consum de material d'envàs. Menors costos de gestió dels residus d'envàs propis de l'empresa. Cost de l'estudi de minimització. Modificacions en la línia d'envasament i emmagatzematge.
	Balanç mediambiental: <ul style="list-style-type: none"> Disminució del volum de residus d'envasos posats en el mercat.

Les indústries làcties es caracteritzen per elaborar productes molt peribles que s'han de protegir amb envasos per poder posar-los en el mercat. L'optimització de la ràtio pes d'envasos/pes de producte permet reduir consums innecessaris de recursos i/o energia per a la seva fabricació i reduir la quantitat de residus d'envasos que resten en el mercat una vegada consumit el producte per part del consumidor.

Per implantar un pla de minimització d'envasos en una empresa làctia se solen seguir els passos següents:

- Es realitza un inventari de tots els envasos que utilitza l'empresa quant a formats, tipus de material, volum, especificacions, etc.
- Es fa un estudi de possibilitats de minimització d'envasos (canvi de material, característiques del material, disseny envàs, volum envàs, transport, emmagatzematge) tenint en compte, entre altres coses, les necessitats del producte i els condicionants del sistema de transport i emmagatzematge utilitzat.

- S'apliquen les mesures.
- Es quantifiquen els resultats.

Exemples d'aplicació

Cas 1

Una empresa que utilitza 2.000 palets d'un sòl ús a l'any per al transport dels seus productes es va plantejar la possibilitat d'utilitzar palets reciclables de més qualitat amb una vida útil mitjana de 12 reutilitzacions. A continuació es mostren les millores obtingudes.

	Abans de l'optimització	Després de l'optimització
Nombre de palets	2.000	50
Pes unitari (kg/palet)	17	23,5
Nombre d'utilitzacions	1	40
Residu de palet (t/any)	34	0,78

Cas 2

Una empresa que produeix 50.000 l de llet UTH utilitza caixes de cartró de 124 gr/m² per agrupar els envasos tipus bric en grups de 6 unitats. Es plantegen dues opcions per a la minimització del cartró: a) utilitzar cartró de gramatge inferior (110 gr/cm²), o b) canviar el disseny per utilitzar menys superfície de cartró, la qual cosa suposa reduir la superfície de cartró de 4.140 cm² a 3.515 cm². En la taula següent es mostren els resultats obtinguts:

	Actual	Opció A	Opció B
Nombre d'envasos	8.333	8.333	8.333
Pes unitari caixa (g/m ²)	124	119	124
Superfície (cm ²)	4.140	4.140	3.515
Pes total de cartró (t/any)	427,8	410,5	363,2



OPC-23: Bones Pràctiques per reduir el consum d'aigua

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Totes

Problemàtica mediambiental:

L'elevat consum d'aigua de les empreses làcties, que arriba a assolir valors d'entre 1,3 - 3,2 l d'aigua /l llet processada

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

La implantació de Bones Pràctiques per reduir el consum d'aigua a totes les àrees de l'empresa.

Implantació:

1. Control periòdic dels consums d'aigua per detectar fuites, aixetes obertes, diferències entre torns, productes, processos, etc., mitjançant inspeccions periòdiques.
2. Ajustar el cabal d'aigua a les necessitats de consum de cada operació.
3. Instal·lar boqueres o pistoles de tancament automàtic a les mànegues d'aigua emprades en la neteja.
4. Instal·lar sistemes automàtics de tancament als punts d'aigua (aixetes, serveis, etc.).
5. Establiment de les condicions òptimes d'operació, reflectint-les per escrit i difonent-les entre els treballadors.
6. Instal·lar vàlvules que permeten la regulació del cabal.
7. Instal·lació de sistemes de tancament sectoritzat de la xarxa d'aigua que permeten tallar l'abastament d'una zona en cas de produir-se una fuga.
8. Utilitzar la qualitat d'aigua adequada a cada operació permet reutilitzar l'aigua a etapes menys crítiques i estalviar en els tractaments previs de l'aigua per a cada procés.
9. Utilització de circuits tancats de refrigeració.
10. Utilització de les aigües residuals després de ser depurades, sempre que assoleixin un nivell de qualitat acceptable, per a operacions com ara el risc de les zones amb jardins de l'empresa o la neteja de zones exteriors.
11. Bones Pràctiques de neteja: neteja en sec de superfícies, neteja amb alta o baixa pressió (OPC 11).

L'aigua arriba a les zones de neteja mitjançant mànegues, la qual cosa permet abastar un major nombre de superfícies a netejar. D'aquesta forma, l'obertura i tancament de la mànega d'aigua depèn directament dels operaris.

Durant el canvi d'operació o en traslladar-se d'una zona a una altra, les mànegues poden quedar obertes, amb la conseqüent pèrdua d'aigua. Aquesta situació pot evitar-se mitjançant la instal·lació de dispositius de tancament instantani al final de les mànegues, que eviten la sortida d'aigua quan l'operari no està pressionant el dispositiu d'obertura.

El menor consum d'aigua es veu reflectit també en una menor generació d'aigües residuals. Amb aquests sistemes s'estima que es poden arribar a assolir reduccions de fins el 15% del volum d'aigua consumit a les operacions de neteja.

Exemples d'aplicació

Empresa 1

Una empresa que produeix 45 t/dia de llet esterilitzada i té un consum mitjà mensual de 3.895 m³ d'aigua va instal·lar comptadors d'aigua a diferents àrees de l'empresa (abastament general, tractament d'aigua, zona exterior i recepció, producció, laboratoris i producció de vapor). Va portar a terme un seguiment diari de les lectures dels mateixos. El simple control diari dels consums va permetre detectar fuites a la xarxa de subministrament interna i el consum innecessari d'aigua a diferents zones com als laboratoris, equips de buit o zona de refrigeració. Un control dels consums al llarg del dia va permetre detectar diferències de consum entre els diferents torns de treball, especialment durant les neteges. Al final del procés es van aconseguir reduccions del consum d'aigua del 15%.

Empresa 2

A una empresa làctia on es processen 7.025 t/any de llet per fabricar iogurt i altres productes lactis, amb un consum anual aproximat de 15.000 m³ d'aigua, s'estimava que el consum d'aigua de neteges era pròxim al 60% del consum total de la instal·lació. Per això, es van implantar accions de reducció del consum d'aigua a partir de la implantació de Bones Pràctiques relacionades amb les operacions de neteja i es van aconseguir els resultats següents (dades estimades durant un any).

Accions	Reducció	Reducció del consum d'aigua (m ³)
Neteja en sec de terra i altres superfícies prèvia a la neteja amb aigua	4%	360
Instal·lació de sistemes de tancament automàtic d'aigua a les mànegues.	11%	990
Utilització d'aigua amb pressió per a la neteja de zones exteriors (OPC11).	8%	720
Total	23%	2.070



OPC-24: Bones Pràctiques per reduir el consum d'energia

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Totes

Problemàtica mediambiental:

A la majoria de les empreses làcties es produeix un elevat consum d'energia (elèctrica i tèrmica), amb valors en molts casos superiors a 0,14 kWh/l llet processada.

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Implantació de Bones Pràctiques per reduir el consum d'energia a les instal·lacions de l'empresa làctia.

Implantació:

- Instal·lar sistemes automàtics de control per apagar els llums i els equips quan no s'estan utilitzant.
- Establiment de les condicions òptimes d'operació, reflectint-les per escrit i difonent-les entre els treballadors.
- Evitar que les portes de les cambres estiguin molt temps obertes.
- Evitar les fuites de vapor.
- Evitar les pèrdues de calor a les canonades i instal·lacions mitjançant el seu aïllament tèrmic.
- Realitzar un manteniment adequat dels elements d'aïllament i segellament tèrmic.
- Enclavar els elements de marxa i control, per evitar el funcionament d'equips al buit.
- Instal·lar un sistema informàtic de control de temperatures de les cambres de refrigeració i dispositiu d' alarma.



OPC-25: Bones Pràctiques per reduir les emissions de gasos

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Generació de calor i fred

Problemàtica mediambiental:

L'emissió de gasos de combustió (CO, SO₂ o NO_x, i partícules) a les calderes de producció de vapor o aigua calenta i fluids frigorífics dels equips de fred.

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

La realització de Bones Pràctiques com a forma senzilla per reduir les emissions de gasos.

Implantació:

- Realitzar un control visual de la sortida de fums.
- Realitzar mesures periòdiques de les emissions de gasos.
- Comprovar el funcionament correcte de les calderes.
- Realitzar un manteniment periòdic de les calderes i cremadors.
- Revisar periòdicament les instal·lacions frigorífiques per detectar possibles fuites.
- Utilització de combustibles més nets com el gas natural.



OPC-26: Bones Pràctiques per facilitar la gestió dels residus

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Totes

Problemàtica mediambiental:

La generació de residus produïts a les activitats de la indústria làctia (procés, manteniment, neteges, treball d'oficina, laboratori).

Oportunitat de prevenció de la contaminació:

L'aplicació de mesures per disminuir la quantitat de residus generats o per facilitar-ne el transport i la gestió.

Implantació:

1. Realitzar un control adequat dels productes disponibles al magatzem.
2. Utilització de dipòsits reutilitzables per als productes utilitzats en grans quantitats.
3. Utilització d'envasos de major format per als productes de major consum, per disminuir així la quantitat de residus d'envasos.
4. Evitar l'abocament dels residus de laboratori al sistema general d'evacuació d'aigües residuals, fent-ne una recollida selectiva i una posterior gestió amb gestor autoritzat.
5. Retirar en sec els residus sòlids per facilitar-ne el transport i la gestió posterior.
6. Recollir, de forma segregada, els residus que vagin a ser reciclats, disposant de contenidors identificats per a cada tipus de residu en una zona pròxima al lloc de generació del residu.
7. Disposar de zones d'emmagatzematge identificades per als diferents tipus de residus generats, amb les oportunes mesures de seguretat (impermeabilització, tancament, etc.).
8. Disposar de sistemes de recollida independents del de les aigües residuals, per a vessaments de productes perillosos: olis lubricants, combustibles, alcohols, etc.
9. Compactar els residus d'envasos per estalviar espai d'emmagatzematge i despeses de transport.
10. Senyalitzar i etiquetar adequadament els productes o residus perillosos.
11. Esgotar els envasos amb productes de neteja, additius, productes químics, etc.
12. Establir un sistema d'actuació en cas d'accident (tant per al medi ambient com per als treballadors).
13. Formació i sensibilització del personal



OPC-27: Aplicació de conceptes mediambientals en el disseny de nous productes

Tipus d'oportunitat: Reducció en origen

Redisseny de processos: Bones Pràctiques

Procés: Elaboració de productes lactis

Etapa / Operació: Disseny de nous productes

Problemàtica mediambiental:

Contemplar els aspectes mediambientals de la producció d'un nou producte a les etapes de disseny, abans del seu llançament al mercat, permet reduir o prevenir els seus efectes sobre el medi ambient.






Oportunitat de prevenció de la contaminació:

Realitzar una anàlisi ambiental durant el procés de disseny d'un nou producte per aportar la informació necessària per reduir els aspectes mediambientals generats posteriorment durant el cicle de vida del producte.



Implantació:

- Elecció de mètode d'anàlisi ambiental.
- Realització de l'anàlisi .

Balanç econòmic:

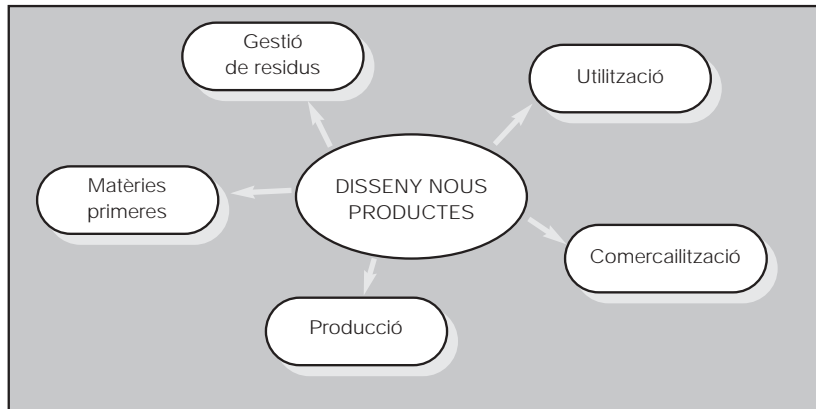
-  Disminució dels costos de consum de matèria primera, energia i aigua.
-  Disminució del consum de material d'envàs.
-  Disminució dels costos de tractament dels residus.
-  Beneficis de recuperació de subproductes.
-  Imatge mediambiental de l'empresa respecte a la societat. D'Inversió inicial en la realització de l'anàlisi.

Balanç mediambiental:

-  Disminució de les corrents residuals.
-  Reducció dels consums de matèries primeres, energia i aigua.

El cicle de vida d'un producte comprèn totes les etapes de la seva vida, des de l'extracció i processament de les seves matèries primeres, la seva producció, comercialització, transport i utilització, fins a la gestió dels seus residus. El moment clau en el que poden tenir-se en compte accions per reduir els impactes ambientals associats a totes aquestes etapes és la fase de disseny del producte (figura 83).

Figura 83. Cicle de vida d'un producte



L'ecodisseny es pot definir com el conjunt d'accions orientades a la millora ambiental del producte i contemplades en l'etapa inicial de disseny, mitjançant la millora de la seva funció, la selecció de materials de menor impacte, l'aplicació de processos alternatius, la millora en el transport i en l'ús i la minimització dels impactes en l'etapa final de tractament (vegeu bibliografia, 17). Existeixen diferents eines per realitzar una anàlisi ambiental que permeten dissenyar productes més respectuosos amb el medi ambient i més rentables econòmicament. Aquestes eines es diferencien en el seu grau de complexitat, i, per tant, cada empresa haurà de triar la més adient. De manera general, l'anàlisi pot cobrir quatre funcions diferenciades:

1. **Descripció:** anàlisi prèvia del producte de referència, a partir de la qual es pretenen introduir millores ambientals quantificables.
2. **Prospecció:** determinació, de forma orientativa, dels efectes ambientals que un determinat canvi en el disseny del producte té sobre el seu impacte ambiental global.
3. **Avaluació:** una vegada desenvolupat el disseny del producte, i amb les dades detallades sobre la seva composició i ús, es pot realitzar una anàlisi ambiental més detallada, que permeti determinar els beneficis ambientals de les millores introduïdes.
4. **Comunicació:** els resultats de l'anàlisi ambiental s'utilitzen com a instrument d'informació al consumidor, de manera que poden decantar la seva elecció cap a l'ecoproducte.

A continuació s'enumeren algunes de les eines d'anàlisi ambiental disponibles i, per a cada una d'elles, es fa referència a les funcions de l'anàlisi que tenen cobertes.

Eina	Descripció	Prospecció	Avaluació	Comunicació
Llistes de comprovació	Sí			
Valoració de l'estratègia ambiental	Sí			Sí
Avaluació del canvi de disseny	Sí	Sí		
Matrius d'anàlisi	Sí	Sí		
Anàlisi del cicle de vida	Sí	Sí	Sí	Sí

Llistes de comprovació: tècnica basada en qüestionar el producte analitzat des de l'òptica ambiental. La llista de comprovació posa al descobert les debilitats ambientals associades al producte i apareixen possibilitats de millora ambiental.

Valoració de l'estratègia ambiental: eina que utilitza un diagrama tipus teranyina on els eixos fan referència a diferents estratègies per a l'ecodisseny del producte. El producte rep una puntuació sobre cadascuna d'aquestes estratègies per determinar el grau en el que està introduint millores ambientals.

Avaluació del canvi de disseny: consisteix a analitzar la generació de residus associats a les diferents etapes del cicle de vida d'un producte.










Matrius d'anàlisi: eina semiquantitativa de valoració on es mostra en forma de matriu els aspectes ambientals associats a cadascuna de les fases del cicle de vida del producte. Permet localitzar i quantificar les etapes del producte on s'observen més impactes i, per tant, on a priori serà necessari concentrar els esforços i els estudis de millora.

Anàlisi del cicle de vida: procés objectiu d'avaluació de les càrregues ambientals associades al cicle de vida d'un producte, procés o activitat, amb l'objectiu de proposar estratègies de millora ambiental.

7

Balanç mediambiental de les OPC descrites anteriorment














Simbologia de recursos i aspectes ambientals:

-  Disminució consum de matèries primeres
-  Disminució consum d'energia (kWh o litre combustible)
-  Disminució consum d'aigua
-  Disminució consum productes auxiliars (productes neteja , material d'envàs)
-  Reducció corrent residual gasós
-  Reducció corrent residual líquid
-  Reducció corrent residual sòlid
-  Reducció càrrega contaminant del corrent residual
-  Valorització subproducte

C que representen una disminució del consum d'aigua, lligat a una disminució del volum d'aigües residuals que es generen a les indústries del sector lacti:

**DISMINUCIÓ
CONSUM RECURSOS**













**DISMINUCIÓ
ASPECTE AMBIENTAL**

		7 Recuperació de salmorres	
		10 Recuperació de l'aigua de condensació.	
		11 Optimització de les operacions de neteja de les instal.lacions i superfície d'equips	
		12 Optimització del sistema de neteja CIP	
		23 Bones Pràctiques per a la reducció del consum d'aigua	

7.2. OPC que plantegen la valorització d'un residu amb la conseqüent disminució del volum i la càrrega contaminant del corrent residual al qual són abocats:

**DISMINUCIÓ
CONSUM RECURSOS**
























**DISMINUCIÓ
ASPECTE AMBIENTAL**

3	Segregació llots de clarificació			
4	Aprofitament del xerigot o sèrum de mantega			
5	Recuperació i valorització del xerigot			
6	Recuperació del producte retingut a les conduccions			

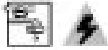







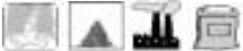
7.3. OPC que representen una disminució del consum d'energia i/o una disminució de les emissions atmosfèriques:

DISMINUCIÓ CONSUM RECURSOS

DISMINUCIÓ ASPECTE AMBIENTAL

	9	Optimització del percentatge de recuperació de calor en els tractaments tèrmics de pasteurització i esterilització UHT.	
	10	Recuperació de l'aigua de condensació.	
	13	Control periòdic de les emissions de les calderes	
	14	Utilització d'un sistema primari de generació d'aigua calenta	
	15	Substitució dels fluids frigorífics clorats (CFC i HCFC) per fluids frigorífics alternatius lliures de clor	
	16	Optimització del rendiment energètic mitjançant cogeneració	
	17	Aïllament adequat dels dipòsits de magatzem en refrigeració i escalfament	
	18	Disminució de la potència necessària als dipòsits d'emmagatzematge de llet crua	
	19	Substitució de combustible gasoil per gas natural	
	20	Disminució del consum d'energia a l'escalfament i refredament de fluids mitjançant l'ús de bombes de calor	
	21	Ús d'energies renovables: energia solar tèrmica (sistema de temperatura mitjana)	
	24	Bones Pràctiques per a la reducció del consum d'energia	
	25	Bones Pràctiques per reduir les emissions de gasos	

7.4. OPC que representen una disminució del consum de matèries primeres o reducció de la generació de residus sòlids:

DISMINUCIÓ CONSUM RECURSOS		DISMINUCIÓ ASPECTE AMBIENTAL	
	1 Control de matèries primeres		
	2 Reduir les pèrdues de llet		
	8 Reducció de les pèrdues de llet de quallada i disminució de fins en l'omplenat de motllos		
	22 Minimització dels residus d'envasos		
	26 Bones Pràctiques per facilitar la gestió de residus		
	27 Conceptes mediambientals en el disseny de nous productes		

8

Aplicació de les OPC descrites

Les OPC descrites anteriorment són aplicables a les operacions dels diferents processos productius segons la següent relació. (Les tres primeres columnes de les taules següents corresponen a les especificades a l'apartat d'aspectes mediambientals, punt 5).

Taula 30. OPC aplicables per reduir el consum d'aigua (dades de les tres primeres columnes de la taula 15)

Procés productiu	Nivell de consum	Operacions amb major consum d'aigua	OPC
Llet	Baix	Tractament tèrmic Envasament	1-23
Nata i mantega	Baix	Pasteurització de la nata Batuda - Amassament	1-23
logurt	Baix	-	1-23
Formatge	Mitjà	Saladura	1-7-23
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Generació de vapor Refrigeració	10-11-12-23

Taula 31. OPC aplicables per reduir el consum d'energia (dades de les tres primeres columnes de la taula 17)

Procés productiu	Nivell de consum	Operacions amb major consum d'energia	OPC
Llet	Alt	Filtració / Clarificació Desnatat / Normalització Tractament tèrmic Homogeneïtzació Envasament	1-9-17-18-20
Nata i mantega	Mitjà	Pasteurització Desodoració Maduració Batuda - Amassament Envasament	1-9-17-20
logurt	Baix	Incubació Envasament	1-17-20
Formatge	Mitjà	Coagulació Tall - Eliminació del xerigot Emmotllament - premsatge Assecatge Maduració	1-17-20
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Refrigeració	10-13-14-16-19-21-24

Taula 32. OPC aplicables per reduir el volum d'abocament d'aigües residuals (dades de les tres primeres columnes de la taula 22)

Procés productiu	Nivell d'abocament	Operacions amb major generació d'aigües residuals	OPC
Llet	Mitjà	Tractament tèrmic Envasament	1-2-3
Nata i mantega	Mitjà	Pasteurització Batuda - Amassament Envasament	1-2-3-4-6
logurt	Baix	–	1-2-3-6
Formatge	Alt	Tall - Eliminació xerigot Emmotllament - Premsatge Saladura	1-2-5-6 -7-8
Operacions auxiliars	Alt	Neteja i desinfecció Refrigeració	11-12-23

Taula 33. OPC aplicables per reduir el volum de residus (dades de les tres primeres columnes de la taula 25)

Procés productiu	Nivell de generació	Operacions més significatives	OPC
Llet	Alt	Filtració / Clarificació Desnatat / Normalització Envasament	22
Nata i mantega	Alt	Envasament	22
logurt	Alt	Envasament	22
Formatge	Baix	–	22
Operacions auxiliars	Mitjà	Neteja i desinfecció Manteniment d'instal·lacions Laboratori	22-26

9

Gestió dels corrents residuals generats

Una vegada implantades totes les accions que permetin prevenir i reduir en origen la generació de corrents residuals, inevitablement es produeix una fracció de rebuig que s'ha de gestionar de manera que no suposi cap risc per a la salut de les persones ni per al medi ambient, i que compleixi les normatives ambientals existents en relació a la gestió d'aquests corrents residuals industrials.

Les obligacions de les empreses productores de residus ubicades a Catalunya en la gestió dels residus produïts a les seves instal·lacions queden recollides al Decret 93/1999, sobre procediments de gestió de residus.

D'una manera general, el productor ha de:

1. Estar donat d'alta al Registre de productors de residus industrials.
2. Codificar els residus que genera segons el Catàleg europeu de residus.
3. Determinar la destinació més adequada segons el Catàleg de residus de Catalunya.
4. Buscar un gestor autoritzat, segons la destinació més adequada, i un transportista autoritzat segons tipus i quantitat de residu.
5. Tramitar la documentació necessària, fitxa d'acceptació i full de seguiment, en funció del tipus de residu i quantitat generada.

Els principals corrents residuals generats durant els processos de la indústria làctia així com la gestió correcta segons el Catàleg de residus de Catalunya es descriuen continuació:

- **Llet líquida fora d'especificacions:** aquest corrent ha de ser tractat preferentment mitjançant una valorització per gestors autoritzats per dur a terme el tractament codificat com a V33 *Recuperació de productes alimentaris* del Catàleg de residus. Aquesta recuperació consisteix a valoritzar el residual utilitzant-lo com a matèria primera per elaborar productes per a alimentació animal.

- **Residus d'envasos i embalatges, tant de productes alimentaris com de productes auxiliars (de neteja, manteniment, reactius del laboratori).** S'ha de diferenciar entre els envasos buits o restes d'envasos que hagin contingut productes considerats com especials, segons el Catàleg de residus europeu, i els que hagin contingut producte no especial.

En el cas dels que hagin contingut alguna substància perillosa hauran de gestionar-se mitjançant gestors autoritzats per realitzar el tractament codificat com a V51 *Recuperació, reutilització i regeneració d'envasos*.

A la resta de casos, tot i que el tractament preferent serà V51, atenent al material del qual estigui fabricat l'envàs, el seu tractament pot ser també:

- V11 Reciclatge de paper i cartró
- V12 Reciclatge de plàstic
- V14 Reciclatge de vidre
- V15 Reciclatge i reutilització de fustes.

- **Aigües residuals procedents de: neteges, procés productiu, sanitàries i refrigeració.** Les aigües residuals hauran de rebre un tractament, preferentment en la pròpia instal·lació del productor, que adequi el valor dels seus paràmetres fisicoquímics als permesos segons la reglamentació aplicable. El procediment més adequat per al tractament de l'aigua és el de tipus biològic, degut principalment a l'elevada càrrega contaminant de caràcter orgànic que presenten les aigües residuals a les indústries làcties.

En cas que no pugui aconseguir-se ajustar la càrrega contaminant, a la sortida del tractament, als paràmetres legalment establerts, caldria gestionar les aigües com un residu, buscant una destinació adient a l'elevat contingut en matèria orgànica del mateix.

- **Producte elaborat fora d'especificacions.** Dins d'aquest grup trobarem diferents productes en funció de l'activitat de l'empresa. El concepte "producte fora d'especificacions" engloba tant la matèria primera com el producte semielaborat o final fora d'especificacions, com les devolucions de producte generades com a conseqüència de la seva caducitat. La seva gestió correspondrà a la seva valorització per un gestor autoritzat pel tractament V33 *Recuperació de producte alimentari*.
- **Llots de clarificació.** Donada la seva composició, de caràcter orgànic, aquest residu haurà de ser valoritzat mitjançant la fabricació de compostatge (V83) per un gestor autoritzat.

Es pot consultar el Catàleg europeu de residus, el Catàleg de residus de Catalunya, així com les dades dels diferents transportistes i gestors autoritzats, a la pàgina web de la junta de residus: <http://www.junres.gencat.net>

Per a una correcta gestió dels corrents residuals (líquids o sòlids), l'empresa ha d'implantar Bones Pràctiques com les descrites a l'OPC 26.

En el cas de la possible utilització d'un residu com a matèria primera d'un altre procés productiu sense necessitat de sotmetre'l a operacions de tractament, aquest passaria a considerar-se un subproducte.

Per gestionar un residu com a subproducte, entre una empresa productora i una empresa receptora, cal que les empreses ho sol·licitin conjuntament a la Junta de Residus o a les delegacions territorials del Departament de Medi Ambient, aportant la documentació requerida pel Departament.

Existeixen serveis gratuïts per promoure la millora de l'intercanvi d'informació entre productors i receptors, aprofitant residus d'uns processos com a matèries primeres d'altres. Aquests serveis són la Borsa Activa del Centre Català del Reciclatge (<http://junres.gencat.net/CCR/subproductes/activa.stm>) i la Borsa de Subproductes de Catalunya (<http://www.subproductes.com>).

10

Casos pràctics

CAS PRÀCTIC 1/4	
Empresa	La Cooperativa CADÍ, fundada l'any 1915, és una cooperativa que disposa d'una planta especialitzada en l'elaboració de formatges i mantega a gran escala.
Sector industrial	Indústria alimentària. Fabricació de formatge i mantega
Consideracions mediambientals	<p>Durant el procés d'elaboració de formatge es genera el corrent residual corresponent al xerigot, que pot arribar a representar nou vegades el volum de formatge produït. Aquest corrent residual, si no es valora d'alguna forma, suposa una problemàtica mediambiental molt important, ja que presenta una elevada càrrega orgànica que dificulta el seu tractament.</p> <p>El tractament més adequat, tant des d'un punt de vista mediambiental com econòmic, està en funció del volum de xerigot a tractar, de la conjuntura de preus de combustibles i electricitat, i de l'eficiència de les tècniques a utilitzar.</p>
Antecedents	<p>L'empresa valoritzava el xerigot mitjançant l'obtenció de lactosa, sucre emprat per a la fabricació de productes farmacèutics i per a preparats per a l'alimentació humana, mitjançant la tècnica de cristallització i assecatge. Prèviament a la cristallització, el xerigot ha de ser concentrat i, amb aquesta fi, l'empresa estava aplicant la tècnica de l'osmosi inversa. El xerigot, amb una concentració inicial del 4,5% de matèria sòlida, s'introduïa dins l'equip d'osmosi inversa, on s'elevava la concentració fins al 14%. Tot seguit, el xerigot es feia circular per un evaporador de doble efecte, que concentrava el producte fins a un 19%; l'acabador arribava a assolir una concentració de producte del 45%.</p> <p>Els volums de producció de l'empresa l'any 1989 van ser de 5.100 t de formatge, 450 t de mantega i 1.250 t de lactosa.</p>
Resum de l'actuació:	<p>Com a conseqüència de l'estabilitat dels preus dels combustibles i de la puja del cost de l'electricitat, l'empresa es va plantejar la millora del sistema de concentració del xerigot. D'una banda, el sistema d'osmosi inversa presentava un elevat consum elèctric, amb uns costos de neteja i renovació de membranes importants. D'altra, la instal·lació d'evaporació existent presentava un consum de vapor molt superior al de les més modernes plantes projectades amb criteris d'optimització energètica.</p> <p>Es va substituir la planta existent per una d'evaporació clàssica amb termocompressors, alimentada amb vapor, que presentava grans avantatges energètics.</p>

CAS PRÀCTIC 1/2				
Balanç:	CAPACITAT TRACTAMENT: 15.000 litres/h de xerigot			
	CONCENTRACIÓ INICIAL DE LACTOSA: 4,5%			
	OSMOSI INVERSA AMB EVAPORADOR DE DOBLE EFECTE I ACABADOR DE SIMPLE EFECTE *		EVAPORADOR TRIPLE EFECTE MÉS ACABADOR SIMPLE EFECTE *	
	Cost d'energia elèctrica	75,6 €/dia	Cost d'energia elèctrica	39,15 €/dia
	Cost fuel	309 €/dia	Cost fuel	230,6 €/dia
	Cost manteniment (substitució membranes d'osmosi inversa)	98,8 €/dia	Cost neteja i manteniment	7,8 €/dia
Cost neteja osmosi inversa	86 €/dia	Recuperació de calor	-44,26 €/dia	
Cost neteja i manteniment de l'evaporador i acabador	20 €/dia			
COST TOTAL	588,59	COST TOTAL	233,28 €/dia	
* Dades basades en preus de 1989, data a la qual es va realitzar l'actuació				
Conclusions	<p>Des del punt de vista econòmic, l'opció més favorable és la configuració amb un evaporador de triple efecte més un acabador de simple efecte, ambdós equipats amb termocompressor. A l'evaporador de tres etapes, s'hi obté un xerigot amb una concentració del 32% d'extracte sec. L'acabador de simple efecte eleva la concentració final de producte fins al 60%. La planta té un rendiment de producte més elevat que l'equipada amb preconcentrador d'osmosi inversa, que només pot assolir una concentració de producte del 46%.</p> <p>A més, la instal·lació d'evaporació permet recuperar uns 60.000 litres diaris d'aigua calenta a 70° C disponibles per preescalfar l'aigua d'alimentació de les calderes.</p> <p>La important reducció de costos de neteja es deu al fet que la nova planta incorpora un sistema de neteja automàtic amb circuit tancat, que permet la circulació dels productes detergents per dins de la instal·lació, evitant així el desmuntatge dels equips.</p> <p>La nova instal·lació va suposar una inversió de 450.780 €. Segons la reducció de costos d'exploració que es va preveure, la inversió es va amortitzar en un termini inferior als quatre anys.</p>			

CAS PRÀCTIC 2/4																					
Empresa	DANONE, SA, líder dins el mercat de productes lactis frescos de l'Estat espanyol, dedica la seva activitat, principalment, a l'elaboració de iogurt, formatge, llet fermentada i postres lactis.																				
Sector industrial	Indústria alimentaria. Fabricació de productes lactis.																				
Consideracions mediambientals	Els residus d'envasos i embalatges suposen una problemàtica cada vegada major per a tots els nivells de la cadena de comercialització, donat l'important volum generat. El consum de recursos i materials, així com la gestió eficaç dels residus, una vegada generats, plantegen la necessitat d'implantar mesures per minimitzar el seu impacte ambiental.																				
Antecedents	Abans de l'actuació, l'empresa utilitzava per al transport del seu format majoritari (agrupació 2x2 en envàs tipus FFS de 63x63x65 mm) una safata de plàstic i un palet DAN (específics de Danone). L'origen de l'acció fou conseqüència de la unificació amb el sistema de distribució més estès, que es realitzava mitjançant safata i plataforma DIN.																				
Resum de l'actuació	Aprofitant l'oportunitat del projecte per reduir l'impacte sobre el medi ambient, l'empresa va realitzar un estudi dels seus embalatges amb la finalitat d'optimitzar els recursos utilitzats i minimitzar els residus generats.																				
	<p>1. Canvi de la safata de transport de PEHD per una nova safata de PP-PE de major resistència, disminuint la superfície i la quantitat de plàstic de la safata.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Abans actuació Safata (DAN)</th> <th>Després actuació Safata (DIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimensions exteriors (mm)</td> <td>453x307x165</td> <td>400x300x165</td> </tr> <tr> <td>Dimensions interiors (mm)</td> <td>421x275</td> <td>378x268</td> </tr> <tr> <td>Espessor lateral (mm)</td> <td>12x12</td> <td>7x12</td> </tr> <tr> <td>Superfície externa (m²)</td> <td>0,139</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>Pes safata (kg)</td> <td>0,858</td> <td>0,750</td> </tr> <tr> <td>Envasos/safata</td> <td>48</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table>		Abans actuació Safata (DAN)	Després actuació Safata (DIN)	Dimensions exteriors (mm)	453x307x165	400x300x165	Dimensions interiors (mm)	421x275	378x268	Espessor lateral (mm)	12x12	7x12	Superfície externa (m ²)	0,139	0,12	Pes safata (kg)	0,858	0,750	Envasos/safata	48
	Abans actuació Safata (DAN)	Després actuació Safata (DIN)																			
Dimensions exteriors (mm)	453x307x165	400x300x165																			
Dimensions interiors (mm)	421x275	378x268																			
Espessor lateral (mm)	12x12	7x12																			
Superfície externa (m ²)	0,139	0,12																			
Pes safata (kg)	0,858	0,750																			
Envasos/safata	48	48																			

CAS PRÀCTIC 2/3

2. Canvi del palet de transport. Augmentant la superfície i disminuint el pes del palet.

	Abans actuació Palet (DAN)	Després actuació Palet (DIN)
Dimensions (mm)	920x760	1200x800
Superfície (m ²)	0,6992	0,96
Pes palet (kg.)	17,5	20
Safates/nivell	5	8
Nivells/Safates	11	11
Producte (kg./m ²)	272,61	352

Balanç

Balanç de la modificació:

CONCEPTE	ABANS	DESPRÉS	%
Safata de plàstic (*)	143	125	-12,6
Palet de fusta (*)	53,03	37,88	-28,6
TOTAL envasos	196,03	162,88	-16,9
Producte (kg)/m ²	272,61	352	+29,1

(*) Unitats en kg d'envàs / t de producte contingut

Conclusions

El disseny de la nova safata va permetre a l'empresa reduir el consum de plàstic, mantenint el nombre de rotacions. L'adaptació del sistema universal DIN com a nou palet de transport va reduir el consum anual de fusta. El perfecte aprofitament de la superfície del palet per la nova safata minimitza el risc de pèrdues de producte per trencaments. A més, del balanç global de l'actuació es va obtenir una reducció del nombre de camions necessaris, en augmentar la quantitat de producte transportat per camió en un 17,3% i, en conseqüència, una minimització de l'impacte ambiental. En definitiva, es va aprofitar l'oportunitat d'un nou projecte per, des del seu inici, realitzar accions per millorar l'impacte ambiental derivat de la utilització d'embalatges.

CAS PRÀCTIC 3/4	
Empresa	<p>LA FAGEDA societat cooperativa limitada és una empresa dedicada a la fabricació de iogurts i postres lactis.</p> <p>Un fet molt important i que cal destacar de la indústria és que la llet que es processa prové íntegrament de les vaques de la seva granja, fabricant aproximadament 2 milions d'unitats al mes.</p>
Sector industrial	Indústria agroalimentària dedicada a la fabricació de iogurts i postres lactis.
Consideracions mediambientals	<p>LA FAGEDA manté una política mediambiental que permet conèixer amb harmonia amb el medi en el que es troba, el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.</p> <p>Per avaluar l'empresa, es va procedir a una revisió de tots els processos i maquinària per elaborar un estudi per disminuir el consum d'aigua de la planta, reduint també les despeses generades a la descalcificació i cloració d'aquesta aigua.</p>
Antecedents	<p>El primer plantejament de LA FAGEDA correspon a una fabricació i distribució dels productes en un àmbit local, ja que la idea inicial sorgeix a partir de la necessitat d'aprofitament de la llet que es produïa en les granges pròpies, d'aquesta manera es construeix la fàbrica d'elaboració de iogurts.</p> <p>És quan hi ha un augment de vendes i de la zona de distribució que es realitzen estudis per optimitzar i millorar tots els processos productius i de neteja.</p>
Resum de l'actuació	<p>Es realitza un estudi de la maquinària per conèixer els consums reals d'aigua i detectar les possibles oportunitats de minimització. A continuació es detallen els equips i accions aplicades:</p> <p>Equip 1: Homogeneitzador de 2 fases</p> <p><i>Hores de funcionament: 12 hores diàries, durant 3 dies a la setmana.</i></p> <p><i>Consum abans actuació: 1.500 l/h Mesura aplicada: Adequació del cabal d'aigua d'entrada a l'homogeneitzador, ja que el cabal inicial estava magníficat.</i></p> <p><i>Consum després actuació: 300 l/h</i></p>

CAS PRÀCTIC 3/3

Resum de l'actuació

Equip 2: Pasteuritzador de 1.000 litres de la línia de postres amb una capacitat de tractament de 1.000 l/h.

Hores de funcionament: 8 hores diàries i un cop a la setmana (només un únic dia de fabricació de postres lactis).

Consum abans actuació: 2.500 l/h, aigua de xarxa.

Mesura aplicada: aprofitant l'actuació d'ampliar les plaques del pasteuritzador, es va realitzar una modificació del circuit de refredament del pasteuritzador que funcionava amb aigua de la xarxa en circuit obert. Es va aplicar un sistema de regeneració, on el refredament del producte de sortida tenia lloc mitjançant bescanvi de calor amb el producte d'entrada, que a la vegada es preescalfa.

Consum després de l'actuació: 0 l/h

Equip 3: Pasteuritzador de 4.000 litres

Hores de funcionament: 10 hores diàries durant 3 dies a la setmana

Consum abans actuació: al voltant de 6.000 l/h

Mesura aplicada: es va eliminar de l'equip el desgasador, accessori que elimina les males olors de la llet, després de provar de verificar l'eficàcia de l'operació per a la qual estava destinat.

Consum després de l'actuació: 3.000 l/h

Equip 4: Línia de fabricació iogurt líquid (tanc de 2.500 litres de capacitat on es refreda producte mitjançant una camisa exterior amb aigua de la xarxa en circuit obert)

Hores de funcionament: 4 hores diàries

Consum abans actuació: 3.000 l/h

Mesura aplicada: instal·lació de plaques de refredament que funcionen amb aigua gelada procedent de la bassa de gel, amb circuit totalment tancat.

Consum després de l'actuació: 0 l/h.

CAS PRÀCTIC 3/3

RESUM ESTALVI D'AIGUA

	Consum abans modificació (l/h)	Hores i dies de funcionament	Consum anual INICI (m ³ /any)	Consum després actuació(l/h)	Consum anual POSTERIOR (m ³ /any)	ESTALVI (m ³ /any)
Homogeneitzador	1.500	12 h/dia 3 dies/setm.	2.808	300	562	2.246
Pasteuritzador 1.000 l	2.500	8 h/dia 1 dies/setm.	1.040	0*	0*	1.040
Pasteuritzador 4.000 l	6.000	10 h/dia 3 dies/setm.	9.360	3.000	4.680	4.680
Línia iogurt líquid	3.000	4 h/dia 3 dies/setm.	1.872	0*	0*	1.872

*El consum corresponent a necessitats de reposar possibles pèrdues del circuit es considera inapreciable

L'estalvi total va correspondre a uns **9.838 m³**

COSTOS ASSOCIATS A LES MODIFICACIONS

MODIFICACIÓ	COST
Homogeneitzador	Cost del disseny i cost de material: menyspreable
Pasteuritzador 1.000 l	Disseny, bomba i plaques: 6.000 €
Pasteuritzador 4.000 l	Només cost de mà d'obra
Línia iogurt líquid	Disseny, plaques, filtre i bomba pistó: 9.015 €

Conclusions:

La inversió realitzada per dur a terme les modificacions necessàries té un període de retorn inferior als 2 anys, tenint en compte que la procedència de l'aigua de consum industrial procedeix de pous propis.

La reducció dels consums d'aigua ha permès definir una política de respecte i millor aprofitament dels nostres recursos.

Mitjançant totes aquestes modificacions, i realitzant reunions informatives als treballadors per evitar manipulacions inadequades, s'ha aconseguit una reducció d'un 38,5% dels consums de l'aigua i un estalvi energètic relacionat amb tasques de descalcificació, cloració i depuració; tot això associat a un baix cost de les modificacions realitzades.

CAS PRÀCTIC 4/4	
Empresa	Grup Kalise Menorquina, SA és una empresa productora de gelats.
Sector industrial	Indústria alimentària. Fabricació de gelats i postres gelats.
Consideracions	Dins del procés productiu, les neteges dels equips de producció, procés auxiliar de vital importància per a la qualitat higiènica del producte, comporten un important consum d'aigua i la necessitat de tractar les aigües residuals que es generen. La reducció d'ambdós factors és una de les claus de la millora de la gestió mediambiental. Per això, és molt important implantar millores que comportin una reducció del consum d'aigua del procés productiu.
Antecedents	Un dels principals objectius de la companyia és fer que l'impacte de l'activitat sobre el medi ambient sigui el menor possible. Aquest objectiu és la principal causa de la posada en marxa, l'any 2001 d'un Sistema de gestió mediambiental, per a la posterior certificació per la Norma ISO 14001:96, a la planta de producció de Palau-Solità i Plegamans. Un dels objectius fixats per a l'any 2002 va ser la reducció del 20% del consum d'aigua i, per tant, dels abocaments.
Resum de l'actuació	<p>Millora A: Neteja de pas únic en la planta de pasteurització</p> <p>La neteja diària de la planta de pasteurització es realitza mitjançant un procés CIP automàtic, específic per a aquesta instal·lació. Inicialment, es realitzava una neteja de dues fases: una càustica i una altra àcida. La millora va consistir a realitzar una neteja de pas únic de dilluns a dijous i el divendres realitzar la neteja en dues fases. La neteja de pas únic consisteix en una fase única de solució càustica amb uns additius segrestants (el principal component és l'EDTA) amb els quals s'aconsegueix una dissolució dels precipitats càlcics, de les proteïnes i dels greixos acumulats durant la producció.</p> <p>Millora B: Reducció del consum d'aigua a una màquina de dosificació de gelat en motlles.</p> <p>La neteja en continu dels motlles utilitzats suposa una aportació constant d'aigua de xarxa que s'aplica a pressió sobre la superfície a netejar mitjançant l'ús de boqueres col·locades específicament. A la màquina, els motlles tenen un temps de desplaçament de 0,5 segons i un temps d'aturada de 2 segons, durant els quals es dosifica el gelat i es dosifica el pal. La millora d'aquest procés va consistir a substituir el sistema en continu d'aportació d'aigua per un de discontinu, regulat per un sistema automàtic. Es va instal·lar una electrovàlvula a l'entrada de l'aigua que era controlada per l'autòmat de la màquina. D'aquesta forma es va aconseguir dosificar aigua de neteja als motlles solament durant una part del temps durant el qual el motlle està quiet, i deixar de dosificar aigua durant el temps que els motlles s'estan desplaçant.</p> <p>Millora C: Reducció del consum d'aigua al sistema CIP dels freezers.</p> <p>Inicialment, per a la neteja diària dels freezers (congeladors en continu que elaboren el gelat) es realitzava una primera esbandida amb aigua de xarxa a 40° C. A continuació tenia lloc la recirculació d'una solució càustica i, per últim, una esbandida final amb aigua de xarxa a temperatura ambient. La millora d'aquest procés va consistir a recuperar l'aigua de la darrera esbandida per utilitzar-la i realitzar la primera esbandida. L'aigua de la darrera esbandida és una aigua amb lleugers restes de solució càustica, però sense presència de matèria orgànica, perfectament reutilitzable per realitzar les esbandides inicials abans de procedir a la neteja final, en finalitzar la producció</p>

CAS PRÀCTIC 4/4

Balanços

Millora A: Neteja de pas únic a la planta de pasteurització.

Concepte	Abans	Després	%	Estalvi
Consum d'aigua en les esbandides diàries (m ³)	40	25	-37.5	2.100 (m ³ /any)
Temps de neteja diària (hores)	4	2.5	-37.5	210 (hores/any)
Capacitat de producció (hores)	19	20.5	+8	210 (hores/any)més de producció

El principal factor positiu és que s'aconsegueix un estalvi d'aigua de 2.100 m³, alhora que augmenta la capacitat de producció en un 8%. La reducció de la quantitat d'àcid consumit (en kg) es veu compensada per la mateixa quantitat d'additius consumits actualment, encara que aquest últim té un preu superior. El major cost que suposa el consum d'additius es veu compensat pels altres avantatges econòmics lligats a la millora. També s'ha donat una reducció del nivell de nitrats a l'aigua a depurar com a conseqüència de la reducció del consum d'àcid.

Millora B: Reducció del consum d'aigua a la màquina de dosificació de gelat en motlles.

Concepte	Abans	Després	%	Estalvi
Consum d'aigua en les esbandides diàries (m ³)	58	35	-40	2700 (m ³ /any)
Temps de neteja diària (hores)	2, 5	1, 5	-40	-

El cost de la compra i instal·lació de l'electrovàlvula va ser de 300 €.

Millora C: Reducció del consum d'aigua al sistema CIP dels freezers.

Concepte	Abans	Després	%	Estalvi
Consum d'aigua diari (m ³)	16	10	-37.5	1320 (m ³ /any)

El cost de la compra i instal·lació d'un dipòsit de fibra de 6.000 litres és de 3.000€

CAS PRÀCTIC 4/4

Conclusions

El resum de totes les accions realitzades és:

Concepte	%	Estalvi d'aigua (m ³ /any)
Neteja de pas únic en la planta de pasteurització	-37.5	2.100
Reducció del consum d'aigua a una màquina de dosificació del gelat en motlles	-40	2.700
Reducció del consum d'aigua al sistema CIP dels <i>freezers</i>	-37.5	1.320
Total estalvi d'aigua	-38	6.120

Amb l'aplicació d'aquestes mesures s'ha aconseguit reduir el consum d'aigua en uns 6.120 m³, fet que comporta a la seva vegada una reducció del volum d'aigua residual a depurar. De forma aproximada, el període de retorn de les inversions realitzades ha estat inferior a mig any. Totes les millores realitzades garanteixen el manteniment dels estàndards de qualitat higiènics de tots els productes elaborats. Una vegada realitzades aquestes millores als processos de neteja, l'empresa es planteja altres millores relacionades amb el consum d'aigua, millores que han sorgit de les idees dels Grups de treball que s'han organitzat dins el sistema de millora continua.

Bibliografia

Documentació consultada

Articles:

- (1) A. Berga, M. González. *Estratègies de minimització de vertidos en el sector agroalimentario*. Alimentación, equipos y tecnología, maig 2001 (nº4).
- (2) Berga, M. González. *Estratègies de minimització de vertidos en el sector agroalimentario (II)*. Alimentación, equipos y tecnología, juny 2001 (nº5).
- (3) Berga, M. González. *Estratègies de minimització de vertidos en el sector agroalimentario (III)*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 2001 (nº6).
- (4) A. Berga, M. González. *Estratègies de minimització de vertidos en el sector agroalimentario (IV)*. Alimentación, equipos y tecnología, setembre 2001 (nº7).
- (5) A. Berga, M. González. *Estratègies de minimització de vertidos en el sector agroalimentario (V)*. Alimentación, equipos y tecnología, octubre 2001 (nº8).
- (6) A. López, A. Hernández A. *Eficiencia energética de las industrias catalanas de procesado de leche líquida*. Alimentación. Equipos y Tecnología. Julio/agosto 1995: pàg.: 35-42.
- (7) A. Sánchez, A. Martínez. *Nuevas expectativas para la cogeneración*. Ingeniería Química, maig 2001, pàg. 123.
- (8) A.L. Miranda. *Refrigerantes industriales*. Montajes e instalaciones, octubre 2000, pàg. 99.
- (9) Ll. Ferrero i Andreu. *La energía y su impacto medioambiental*. Energía, gener-febrer 1995
- (10) Article tècnic, *Soluciones integrales para el tratamiento del agua*. Alimentación, equipos y tecnología, octubre 1999 (nº8).

- (11) Article tècnic. *Alternatives energètiques per minimitzar l'impacte ambiental*. Eficiència energètica, abril/juny 1996, pàg. 3.
- (12) Article tècnic. *Calor solar per a processos industrials*. Eficiència energètica, gener/març 1999.
- (13) Article tècnic. *El gas natural: una alternativa energètica*. Eficiència energètica, abril/juny 1997 (nº 141).
- (14) Article tècnic. *El proyecto DISS*. Energia, juliol/agost 2001, pàg. 59.
- (15) Article tècnic. *Els sistemes Cleaner in Place (CIP)*, Eficiència energètica, setembre 1995, pàg. 15.
- (16) Article tècnic. *Impacte ambiental de la producció de fred*. Eficiència energètica, novembre 2001, pàg.6.
- (17) Article tècnic. J. Rieradevall. *Ecodisseny vers el desenvolupament sostenible*. Empresa i Medi ambient, any 2, nº 3, abril 2001, pàg. 22.
- (18) Article tècnic. *La gestió de l'energia al sector agroalimentari*. Conservació i gestió de l'energia, novembre 1991 (nº90).
- (19) Article tècnic. *Reducció d'un 50% en el consum d'aigua*. Eficiència energètica, setembre 1995, pàg. 4.
- (20) Article tècnic. *Refrigerants alternatius*. Eficiència energètica, octubre 2000, pàg.
- (21) Article tècnic. *Ús eficient de l'aigua en el sector agroalimentari*. Eficiència energètica, setembre 1995, pàg. 2.
- (22) D. Pizarro, N. Soca. *Las aguas residuales en la industria agroalimentaria (I)*. Alimentación, equipos y tecnología, maig 2000 (nº4).
- (23) E. Andueza. *Las aportaciones de la detergencia al desarrollo sostenible en la industria láctea*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 1998 (nº6).
- (24) E. Godoy, S. Mena, P. Susial. *Reuso de membranas industriales de osmosis inversa*. Ingeniería Química, abril 2001, pàg. 211.
- (25) E. Guillé, P. Alvarez, F. Romero i J. Pereda. *Desaminación biológica de la materia orgánica*

de vertidos lácteos a valores altos de pH. Alimentación, equipos y tecnología, abril 1998 (nº3).

- (26) E. Guillé, P. Alvarez, F. Romero i J. Pereda. *Mineralización de la materia orgánica de un vertido lácteo.* Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 98 (nº6).
- (27) E. Marín. *El petróleo como fuente de energía en el S.XXI.* Ingeniería Química, diciembre 2000, pàg.67.
- (28) E. Rossell. *Sistema "un solo pase" en limpieza de equipos e instalaciones de leche fría.* Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 2000 (nº 6).
- (29) F. Carta, P. Alvarez, M.M. Durán, F. Romero, J. Pereda. *Depuración de aguas residuales lácteas en su propio canal de evacuación.* Alimentación, equipos y tecnología, maig 2000 (nº4).
- (30) F. Omil, F.J. Morales. *Alternativas de tratamiento y recuperación de compuestos proteicos de los efluentes residuales del sector lácteo.* Alimentación, Equipos, Tecnología.1996
- (31) F. Riera. *Propiedades funcionales de proteínas lácteas.* Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 2002.
- (32) F.J. Morales, M.C. Romero, S. Jimenez. *El suero de quesería en la industria alimentaria.* Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 1992, pàg. 45.
- (33) J. Corrales. *Plantas de producción de petróleo.* Ingeniería Química, diciembre 2000, pag.79.
- (34) J. Fernández Garcá. *Revalorización del suero lácteo.* Alimentación, equipos y tecnología, abril 1998 (nº3).
- (35) J. Planes, M. Serra. *Optimización de los procesos de limpieza y desinfección de la industria alimentaria.* Alimentación, equipos y tecnología, gener/febrer 1999 (nº 1).
- (36) J.I. García. *Funcionamiento de células solares en condiciones de déficit o ausencia de iluminación.* Energía, maig/juny 2001, pàg. 83.
- (37) J.M. Cano. *Refrigeración por absorción.* Interés energético e impacto ambiental. Jornadas técnicas "Climatización 2001".
- (38) J.M. Sala, A. Arias. *Cogeneración y frigoríficos de absorción en el subsector de productos*

- lácteos*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 1992, pàg. 51.
- (39) L. Ferrero. *La energía y su impacto medioambiental*. Energía, gener/febrer 1995.
- (40) L.M. López. *Características básicas de las tecnologías de recuperación de calores residuales*. El instalador, juliol 1997.
- (41) M. Díaz. *Proteínas procedentes de subproductos de industrias alimentarias: métodos de extracción y propiedades funcionales*. Alimentación, equipos y tecnología, novembre 1999 (nº 9).
- (42) M. González. *Características y usos de los gasóleos*. Ingeniería Química, desembre 2000, pàg. 95.
- (43) M. Muñoz. *Cese en la disponibilidad de los CFC. Incidencia en los usuarios y profesionales de la refrigeración*. Montajes e instalaciones, gener 1999, pàg. 73.
- (44) M. Navarro. *Efluentes en industrias lácteas*. Caracterización y tratamientos. Alimentación, equipos y tecnología, maig 1999 (nº4).
- (45) M. Raventós, O. Giner. *Tecnología del procesado del lactosuero*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 2001 (nº6).
- (46) M. Saenz de Buruaga, J. Zufía. *Análisis del ciclo de vida: herramienta para la toma de decisiones ambientales*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 1999 (nº6).
- (47) M. Villarrubia. *Comportamiento medioambiental de los refrigerantes*. Montajes e instalaciones, mayo 2000, pàg. 109.
- (48) M. Villarrubia. *El gas natural: producción, reservas y demandas*. Montajes e instalaciones, maig 2001, pàg. 43.
- (49) M. Villarrubia. *La refrigeración termoeléctrica*. Montajes e instalaciones, gener 2001, pàg. 65.
- (50) M.J. Noriega. *Gestión de los residuos industriales agroalimentarios*. Alimentación, equipos y tecnología, maig 2000 (nº4).
- (51) N. Cabetas, S. Jiménez. *Aplicación de suero de quesería a la fabricación de yogur*. Alimentación, equipos y tecnología, juliol/agost 1992, pàg. 67.

- (52) N. Soca. *Las aguas residuales en la industria agroalimentaria (II)*. Alimentación, equipos y tecnología, junio 2000 (nº5).
- (53) R. Herrera, E. Lara. *Avances en depuración biológica: SBR*. Alimentación, equipos y tecnología, setembre 2001 (nº7).
- (54) R. Pastor. *Minimización de envases de residuos de envases*. Planes de prevención. Alimentación, equipos y tecnología, gener/febrer 2001 (nº1).
- (55) R. Recuerda. *Refrigerante propano: una alternativa eficiente al R-22*. Jornadas técnicas "Climatización 2001".
- (56) S. Mendoza. *Ciclos avanzados de gas (I)*. Ingeniería Química, maig 2001, pàg. 137.
- (57) S. Mendoza. *Ciclos avanzados de gas (II)*. Ingeniería Química, juny 2001, pàg. 243.

Llibres:

- (58) Equipo técnico Alfa-laval Food. *Manual de industrias lácteas*. Alfa-laval, 2ª edición.
- (59) André ECK. *Le fromage*. Diffusion Lavoisier, 1984.
- (60) Brennan J.G., Butters J.R., Cowell N.D., Lilley A. E.V., 1998. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia.
- (61) H. Kim. *La bomba de calor*. Fundamentos. El instalador, 1983
- (62) Hyginov C., 2001. *Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección*. Editorial Acribia
- (63) J. Graell. *Introducción: el frío y los alimentos*. Universitat de Lleida, 1999.
- (64) Kiermeier F., Wildbrett G., 2000. *Principios básicos de la limpieza*. En *Limpieza y desinfección en la industria agroalimentaria*. Editorial Acribia. P. 67-84
- (65) Luquet F.M., 1991: *Leche y Productos Lácteos*. Editorial Acribia.
- (66) Paine F. y Paine H., 1994. *Manual de envasado de alimentos*. Ediciones A. Madrid Vicente.

- (67) Puig-Durán Fresco J., 1999. *Ingeniería, Autocontrol y Auditoría de la Higiene en la Industria Alimentaria*. Editorial Mundi-Prensa.
- (68) R. Monasterio, P. Hernández, J. Saiz. *La bomba de calor. Fundamentos, técnicas y aplicaciones*. McGraw Hill, 1993.
- (69) Spreer E., 1991. *Lactología Industrial*. Editorial Acribia.
- (70) Técnicas energéticas en la industria. Cap. 6. Centro de estudios de la energía.
- (71) Veisseyre R., 1988. *Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Editorial Acribia

Enciclopèdies:

- (72) R.H. Perry, D.W. Green. *Manual del ingeniero químico*. McGraw Hill, 7ª edició.

Publicacions:

- (73) *Ahorro y eficiencia energética en la industria alimentaria*. C. Meseguer. Jornadas técnicas, 1993.
- (74) *Cleaner production assessment in dairy processing*. United Nations Publications (UNEP) 2000: . 95 pp.
- (75) *El sector agrari a Catalunya 1986-2000*. Gabinet tècnic. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca
- (76) *Estadística i conjuntura agrària*. Gabinet tècnic, nº 164-165, maig/juny 2001. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- (77) *Estadística i conjuntura agrària*. Gabinet tècnic, nº 168-169, setembre/octubre 2001. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- (78) *Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya*. Gabinet tècnic, 1998. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- (79) Guías Tecnológicas. Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación. Sector Agroalimentario. AINIA

- (80) *Hechos y cifras del sector agroalimentario español*. Secretaria General Técnica, 2000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- (81) *La industria agroalimentaria a Catalunya*. Direcció General d'Indústries i Qualitat Agroalimentaria, 1999. Servei d'Indústries i Comercialització Agroalimentaria.
- (82) *La població ocupada en el sector agrari de Catalunya, cens 1996*. Gabinet tècnic, setembre/octubre 2001. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- (83) *Manual de buenas prácticas medioambientales*. AINIA, 1998

Organismes e institucions:

- (84) Federación Nacional de Industrias Lácteas (FENIL). <http://www.fenil.org>
- (85) Instituto Nacional de Estadística Español (INE). <http://www.ine.es>
- (86) Institut d'estadística de Catalunya (IDESCAT). www.idescat.es
- (87) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). <http://www.mapa.es/>
- (88) Departament d'Agricultura, Pesca i Ramaderia (DARP). <http://www.gencat.net/darp/>
- (89) United Nations Environment Programme (UNEP). <http://www.unep.org>
- (90) Equipo nacional español de bomba de calor (ENEBC) : www.enebc.org
- (91) Institut català d'energia (ICAEN). www.icaen.es
- (92) Alimarket. www.alimarket.es

Empreses del sector:

- (93) Danone. www.danone.es
- (94) Cadi. www.cadi.es
- (95) La Fageda. www.lafageda.com

- (96) Perinox S.A.: www.perinox.com
- (97) GEA Liquid Processing Division: www.tuchenhagen-sa.com
- (98) Pierre Guerin Ibérica S.A.: www.pierreguerin.fr
- (99) Diverseylever, S.A.: www.diverseylever.com
- (100) Inoxpa: www.inoxpa.com
- (101) Proquimia, S.A.: www.proquimia.com
- (102) Betelgeux. S.A. www.betelgeux.com

Legislació:

- (103) Decret 297/1990, de 4 de desembre, pel qual es regula la venda de llet certificada crua i es prohibeix la venda de llet crua a l'engròs.
- (104) Ordre de 1 de juliol de 1987 per la qual s'aprova la Norma de Qualitat pel iogurt destinat al mercat interior
- (105) Ordre de 12 de juliol de 1993 per la que s'aproven les Normes Generals de Qualitat per la nata i nata en pols amb destí al mercat interior
- (106) Ordre de 16 de setembre de 1994 per la qual es modifica l'Ordre de 1 de juliol de 1987, per la qual s'aprova la Norma General de Qualitat pel iogurt destinat al mercat interior.
- (107) Ordre de 29 de novembre de 1985, per la qual s'aproven les Normes de Qualitat per formatges i formatge fos destinat al mercat interior.
- (108) Ordre de 5 d'octubre de 2001 per la qual es modifica l'Ordre de 12 de juliol de 1983 per la qual s'aproven les Normes Generals de Qualitat per la nata i nata en pols amb destí al mercat interior.
- (109) Ordre de 8 de maig de 1987 per la qual es modifica la de 29 de novembre de 1985, que aprova les Normes de Qualitat per formatges i formatge fos destinats al mercat interior.
- (110) Ordre PRE/1313/2002 de 3 de juny per la qual es modifica la norma de qualitat pel iogurt destinat al mercat interior, aprovada per l'Ordre de 1 de juliol de 1987.

- (111) Reial Decret 1679/1994, de 22 de juliol pel qual s'estableixen les condicions sanitàries aplicables a la producció i comercialització de la llet crua, llet tractada tèrmicament i productes lactis
- (112) Reial Decret 402/1996, de 1 de març, pel qual es modifica el Reial Decret 1679/1994, de 22 de juliol, pel qual s'estableix les condicions sanitàries aplicables a la producció i comercialització de llet crua, llet tractada tèrmicament i productes lactis.
- (113) Reglament (CE) n°2991/94 del Consell de 5 de desembre de 1994 pel qual s'aproven les normes aplicables a les matèries greixoses per untar.
- (114) Reglament (CE) n° 2037/2000 del 29 de juny de 2000, publicat el 29 de setembre de 2000, sobre les substàncies que esgoten la capa d'ozó.
- (115) Decret 93/1999, de 6 d'abril, sobre procediments de gestió de residus

Índex de figures

Figura 1.	Metodologia de l'estudi	12
Figura 2.	Estructura sectorial de la indústria agroalimentària catalana	15
Figura 3.	Distribució de la producció lletera en origen a Catalunya, 2000	17
Figura 4.	Distribució comarcal de la producció de llet a Catalunya, 2000	18
Figura 5.	Distribució dels tipus de llet produïts a Catalunya, 1998	20
Figura 6.	Distribució de la producció de llet segons tipus, 1998	22
Figura 7.	Consum de productes lactis a Catalunya respecte a Espanya	27
Figura 8.	Destinació geogràfica de la facturació de les indústries làcties catalanes (%), any 1998	28
Figura 9.	Classificació de les llets de consum directe	31
Figura 10.	Diagrama de flux del procés d'elaboració de llet tractada tèrmicament	33
Figura 11.	Aspectes mediambientals de la recepció i emmagatzematge de la llet crua	34
Figura 12.	Aspectes mediambientals del tamisatge i de la clarificació de la llet	36
Figura 13.	Aspectes mediambientals del desnatat i de la normalització de la llet	37
Figura 14.	Bescanviador directe per injecció de vapor	39
Figura 15.	Bescanviador indirecte de plaques	40
Figura 16.	Aspectes mediambientals del tractament tèrmic de la llet	40
Figura 17.	Homogeneïtzador (cortesia de Pierre Guerin Ibérica, SA)	41
Figura 18.	Aspectes mediambientals de l'homogeneïtzació de la llet	41
Figura 19.	Aspectes mediambientals de l'emmagatzematge previ a l'envasament	42
Figura 20.	Aspectes mediambientals de l'envasament de la llet	43
Figura 21.	Aspectes mediambientals en l'elaboració de llet tractada tèrmicament	44
Figura 22.	Diagrama de flux del procés d'elaboració de nata i mantega	47
Figura 23.	Diagrama del procés de l'elaboració de la mantega partint de la llet crua	48
Figura 24.	Aspectes mediambientals de la pasteurització de la nata	49
Figura 25.	Aspectes mediambientals de la desodoració de la nata	50
Figura 26.	Aspectes mediambientals de la maduració de la nata	51
Figura 27.	Esquema manteguera en continu	52
Figura 28.	Aspectes mediambientals de la batuda - amassament de la nata	53
Figura 29.	Aspectes mediambientals de l'envasament de la nata o mantega	54
Figura 30.	Aspectes mediambientals del procés d'elaboració de nata i mantega	55

Figura 31.	Diagrama de flux del procés d'elaboració de iogurt	58
Figura 32.	Aspectes mediambientals de la inoculació de la llet en l'elaboració de iogurt . . .	59
Figura 33.	Aspectes mediambientals de la fermentació en els envasos	60
Figura 34.	Aspectes mediambientals de la fermentació discontinua en tancs	61
Figura 35.	Aspectes mediambientals de l'etapa de refrigeració	62
Figura 36.	Aspectes mediambientals de l'etapa d'envasament	62
Figura 37.	Aspectes mediambientals del procés d'elaboració de iogurt	63
Figura 38.	Procés general d'elaboració del formatge	66
Figura 39.	Procés de la coagulació àcida	67
Figura 40.	Procés de la coagulació enzimàtica	68
Figura 41.	Aspectes mediambientals de l'etapa de coagulació de la llet en l'elaboració de formatge	69
Figura 42.	Fases del procés de coagulació i separació del xerigot	69
Figura 43.	Aspectes mediambientals del tall i separació del xerigot	71
Figura 44.	Premsa de matalàs (cortesia de Perinox, SA)	72
Figura 45.	Premsa horitzontal (cortesia de Perinox, SA)	72
Figura 46.	Aspectes mediambientals de l'emmotllament i premsatge dels formatges curats	73
Figura 47.	Saladors per immersió (cortesia de Perinox, SA)	74
Figura 48.	Aspectes mediambientals de la saladura de formatge	74
Figura 49.	Aspectes mediambientals de l'etapa d'assecatge del formatge	75
Figura 50.	Aspectes mediambientals del procés de maduració dels formatges curats	76
Figura 51.	Aspectes mediambientals del procés d'elaboració del formatge	77
Figura 52.	Aspectes mediambientals de la neteja i desinfecció	80
Figura 53.	DQO de diferents productes lactis i detergents	81
Figura 54.	Aspectes mediambientals de la generació de vapor	82
Figura 55.	Aspectes mediambientals de la generació de fred	83
Figura 56.	Aspectes mediambientals del tractament d'aigua	84
Figura 57.	Tractament de xerigot en petit volum	109
Figura 58.	Tractament de xerigot en gran volum	110
Figura 59.	Equip d'osmosi inversa (cortesia de Perinox, SA)	112
Figura 60.	Equip d'ultrafiltració (cortesia de Perinox, SA)	114
Figura 61.	Esquema de funcionament del sistema de recuperació de producte (Cortesia de Tuchenhausen, SA)	117
Figura 62.	Bescanvis entre salmorra i formatge a la saladura	119
Figura 63.	Esquema línia de tractament de la salmorra per a la seva recuperació	120
Figura 64.	Equip d'emmotllament automàtic (cortesia de Perinox, SA)	122
Figura 65.	Equip d'emmotllament automàtic (cortesia de Perinox, SA)	122
Figura 66.	Pasteuritzador amb sistema d'escalfament i refredament regeneratiu	124
Figura 67.	Sistema de neteja de baixa pressió. Unitat central de bombeig que subministra a tres unitats satèl·lits (cortesia de Proquimia, SA)	129

Figura 68.	Equip de dosificació (cortesia de Betelgeux, SA)	130
Figura 69.	Esquema d'un sistema de neteja CIP	133
Figura 70.	Equip CIP (cortesia de Perinox, SA)	133
Figura 71.	Exemples d'aplicació de neteja CIP	134
Figura 72.	Unitat CIP mòbil, amb un únic dipòsit	135
Figura 73.	Esquema d'una instal·lació d'un sistema primari amb recuperació de la calor sobrant de l'aigua de neteja	140
Figura 74.	Calendari del Reglament	143
Figura 75.	Sistema de cogeneració de configuració basada en turbina de gas	146
Figura 76.	Sistema de cogeneració de configuració basada en motor alternatiu	147
Figura 77.	Agitador (cortesia de Pierre Guerin Ibérica, SA).	151
Figura 78.	Relació de contaminats per kWh consumits (font, energia gener-febrer 1995)	153
Figura 79.	Esquema funcionament de la bomba de calor	155
Figura 80.	Esquema de la bomba de calor aigua-aigua a una planta esterilitzadora, que produeix simultàniament fred i calor	157
Figura 81.	Esquema bàsic del funcionament d'un col·lector tèrmic de placa plana de circuit tancat (Font ICAEN)	159
Figura 82.	Mapa de radiació solar anual a Catalunya	160
Figura 83.	Cicle de vida d'un producte	170

Índex de taules

Taula 1.	Fonts d'informació consultades	13
Taula 2.	Evolució de les magnituds de la indústria a Catalunya	16
Taula 3.	Anàlisi comarcal de la producció lletera a Catalunya, any 2000	18
Taula 4.	Anàlisi autonòmica de la producció de llet en origen	21
Taula 5.	Rànquing d'empreses làcties	24
Taula 6.	Dimensió de la indústria làctia per CA, 1999	25
Taula 7.	Distribució del consum per persona de productes lactis (l - kg)	26
Taula 8.	Evolució del comerç exterior i intracomunitari de la indústria làctia catalana	28
Taula 9.	Criteris d'avaluació dels aspectes mediambientals	29
Taula 10.	Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració de la llet tractada tèrmicament	45
Taula 11.	Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració de la nata i la mantega	56
Taula 12.	Valoració dels aspectes mediambientals del procés d'elaboració del iogurt	64
Taula 13.	Valoració dels aspectes en l'elaboració de formatge	78
Taula 14.	Valoració d'aspectes mediambientals de les operacions auxiliars de la indústria làctia	85
Taula 15.	Valoració qualitativa del consum d'aigua a la indústria làctia	86
Taula 16.	Usos més freqüents d'energia a les empreses làcties	87
Taula 17.	Valoració qualitativa del consum d'energia a la indústria làctia	88
Taula 18.	Consums específics d'energia per a diferents productes lactis (Font: UNEP, 2000)	89
Taula 19.	Consums d'energia en funció de les característiques de la planta (Font: UNEP, 2000)	89
Taula 20.	Volum d'aigües residuals generat en funció del procés productiu	90
Taula 21.	Classificació de les aigües residuals generades a una empresa làctia	90
Taula 22.	Valoració qualitativa de l'abocament d'aigües residuals a la indústria làctia	91
Taula 23.	Principals fonts de pèrdues de llet als fluxos d'aigües residuals	92
Taula 24.	Principals residus d'una empresa làctia	94
Taula 25.	Valoració qualitativa de la generació de residus a la indústria làctia	95
Taula 26.	Propietats mitjanes d'alguns combustibles(Font: Brennan JG, 1998)	96

Taula 27.	Llistat d'oportunitats de prevenció de la contaminació	100
Taula 28.	Aplicació de les fraccions proteiques procedents del xerigot	113
Taula 29.	Exemples d'aplicació de neteja CIP d'un sol pas	135
Taula 30.	OPC aplicables per reduir el consum d'aigua (dades de les tres primeres columnes de la taula 15)	176
Taula 31.	OPC aplicables per reduir el consum d'energia (dades de les tres primeres columnes de la taula 17)	177
Taula 32.	OPC aplicables per reduir el volum d'abocament d'aigües residuals (dades de les tres primeres columnes de la taula 22)	178
Taula 33.	OPC aplicables per reduir el volum de residus (dades de les tres primeres columnes de la taula 25)	178



El sector agroalimentari té un paper significatiu en el nostre teixit industrial i en la nostra societat i està sent un clar exemple de dinamisme i capacitat d'adaptació a les necessitats i a les noves tendències del mercat. Aquest fet implica que, amb la incorporació dels nous productes que demana la societat, s'ha d'aconseguir modificar i adaptar les línies productives amb un redisseny dels processos que incorpori la variant ambiental i que, en conseqüència, comportarà una disminució dels potencials impactes ambientals del sector.

L'optimització dels processos industrials passa per replantejar-se quins són els recursos materials i energètics necessaris i quins són els mètodes de treball que s'han d'aplicar per millorar el rendiment i l'eficiència de les instal·lacions i dels equips emprats. D'aquesta forma, i des de la detecció i implantació d'alternatives de prevenció de la contaminació en origen, és com es pot assolir tant una millora en la productivitat com una minimització dels corrents residuals generats.

Aquest manual pretén donar a conèixer alternatives d'eficàcia provada, prioritzades amb criteris de reducció i de reciclatge en origen dels corrents residuals.

La col·laboració del sector en l'elaboració del manual ha estat cabdal per poder presentar un document proper a la realitat de la indústria làctia catalana amb informació útil per millorar la gestió, integrant el medi ambient com un factor més a l'hora d'aconseguir un sector més competitiu i més ecoeficient.