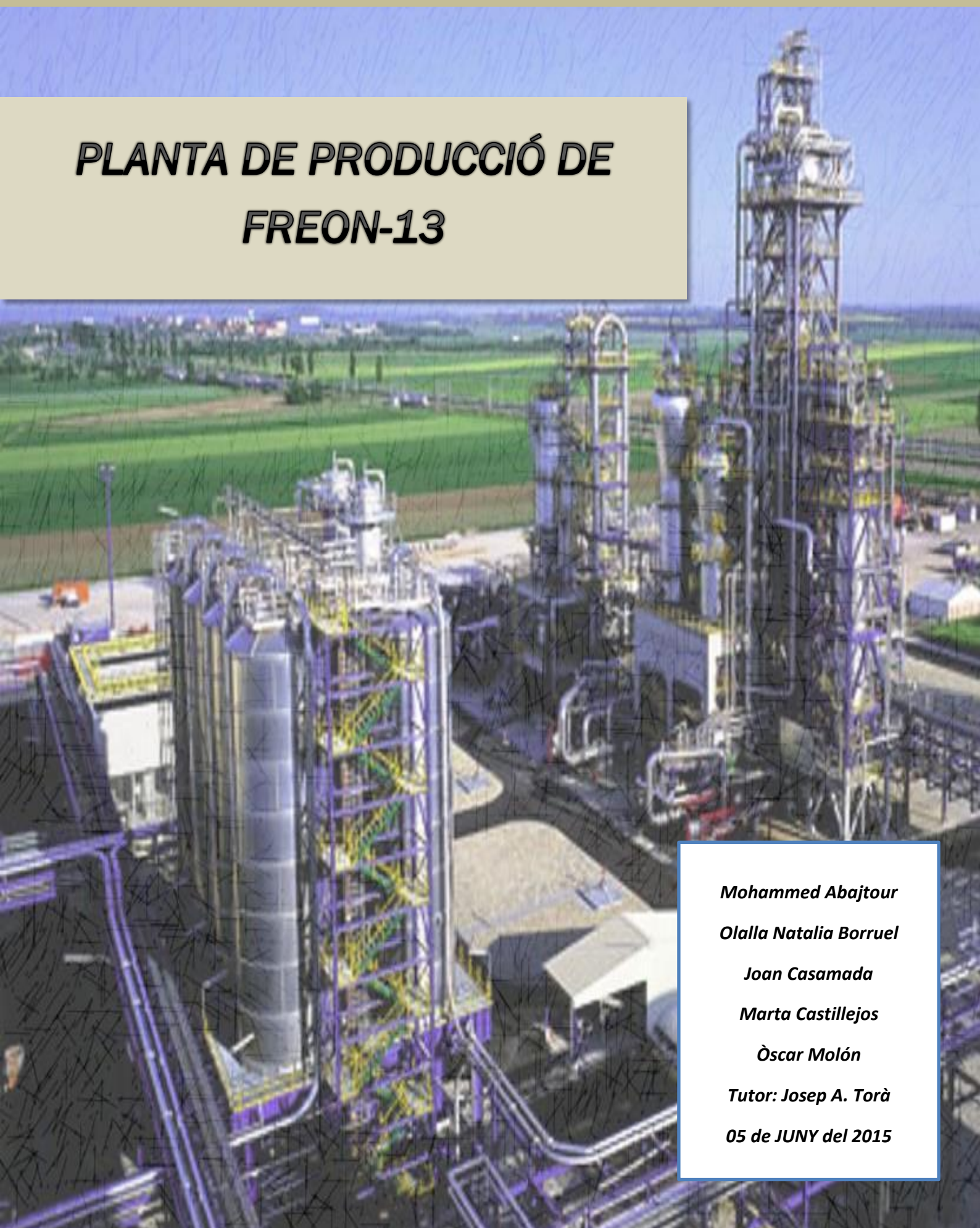


PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FREON-13



Mohammed Abajtour

Olalla Natalia Borrue

Joan Casamada

Marta Castillejos

Òscar Molón

Tutor: Josep A. Torà

05 de JUNY del 2015

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA

7.1. Introducció	3
7.2. Inversió inicial.....	3
7.2.1. Costos previs	4
7.2.2. Capital immobilitzat	4
7.2.2.1. Càlcul del cost de maquinària i equips.....	5
7.2.2.2. Càlcul del capital immobilitzat (mètode Vian)	23
7.2.3. Capital circulant.....	25
7.2.4. Posada en marxa i adquisició de parcel·la	26
7.3. Estimació de costos de producció	27
7.3.1. Costos de fabricació	28
7.3.1.1. Costos directes i variables.....	28
7.3.1.2. Costos indirectes i variables.....	29
7.3.1.3. Costos indirectes fixes.....	31
7.3.2. Costos generals	32
7.3.2.1. Costos generals variables	32
7.3.2.2. Costos generals fixes	32
7.4. Ingressos per vendes.....	33
7.5. Anàlisi de la viabilitat de la planta.....	34
7.5.1. Net Cash Flow (NCF).....	34
7.5.2. Valor Actual Net (VAN).....	38
7.5.3. Taxa de Rendibilitat Interna (TIR).....	38
7.5.4. Temps de retorn.....	39
7.6. Conclusions	40

7.1. Introducció

Un punt capital en un projecte de construcció d'una planta química és la realització d'un anàlisi econòmic per estudiar-ne la seva viabilitat.

L'estudi de la viabilitat de la planta de producció de CClF_3 consistirà en fer un balanç econòmic dels beneficis i costos que originarà la seva construcció i operació. Per fer aquest estudi, s'ha de analitzar el mercat al que es destinarà el producte i tenir en compte totes les fluctuacions, tant de les valoracions de les despeses i els costos com dels ingressos de la planta, ja que són estimacions futures que poden tenir cert error.

S'haurà de comptabilitzar els costos que suposen la posada en marxa de la planta, despeses que cal invertir en gestions administratives, instal·lacions i equips; els costos derivats de la producció, com costos de fabricació i altres tipus de costos secundaris, com els de tractament de residus, costos de mà d'obra entre d'altres. També es quantifiquen els ingressos que s'obtenen de la venda dels productes i subproductes fabricats i decidir si els beneficis aconseguits són suficients per realitzar el projecte.

La viabilitat del projecte es determinarà calculant el Net Cash Flow (NFC), el Valor Actual Net (VAN) i la Taxa de Rendibilitat Interna (TIR), d'aquesta forma s'avaluarà si es viable la realització de la planta dissenyada o no ho és.

7.2. Inversió inicial

El capital necessari que cal aportar des del punt inicial, moment en que la planta encara és un projecte teòric, fins al punt final, on es pot començar el procés de producció, s'anomena inversió inicial. Aquest capital anirà a cobrir tots els costos referits a l'existència de la planta fins al punt final de començament de producció, aquestes despeses es poden dividir en els següents termes:

- Costos previs
- Capital immobilitzat
- Capital circulant
- Costos de posada en marxa

7.2.1. Costos previs

Són el conjunt de despeses que són invertides en l'etapa prèvia al disseny de la planta i la construcció de les seves instal·lacions. Aquests despeses són conegudes i necessàries alhora de fer el disseny d'un projecte de qualsevol índole, fins i tot, quan no es té total certesa de que sigui rentable. Dins d'aquest grup de costos podem trobar capital destinat a les gestions administratives i gestories, despeses en la investigació a petita escala, estudis de mercat relacionats amb l'oferta i demanda del producte final, etc.

En comparació amb el capital que es requereix per al disseny i la construcció de la planta, els costos previs conformen un part molt petita del total a invertir, per la qual cosa es consideren menyspreables i no es tindran es compte en el balanç econòmic.

7.2.2. Capital immobilitzat

El capital immobilitzat és aquell dedicat a adquirir el conjunt d'elements, materials i no materials, destinats a servir de forma duradora, a llarg termini, l'activitat productiva de l'empresa. Aquest capital representa tots aquells costos derivats de l'adquisició d'equips, maquinària, instrumentació, edificis... Són despeses innegociables per poder realitzar el procés de producció.

Aquest tipus de costos aniran decreixent a mesura que passi el temps, ja que es tracta de béns sobretot materials que es poden utilitzar durant un llarg període de temps, per tant formen part d'un capital que es pot amortitzar.

Sabent que el capital immobilitzat és un cost fonamental de la planta, s'ha de quantificar de forma adequada. Existeixen tres mètodes diferents pel seu càlcul:

- **Mètode global**

És un mètode basat en càlculs molt ràpids, d'una durada entre 5 i 30 minuts aproximadament, que permeten obtenir una primera estimació del valor de les instal·lacions de la planta. L'inconvenient d'aquest mètode és que és molt poc fiables ja que suposen un error de més del 50%. El mètode de factor universal o el mètode de Williams en són exemples.

- **Mètode de factor únic**

Consisteix en una sèries de càlculs que es realitzen en més temps, al voltant de 30 hores, però l'avantatge que té aquest mètode respecte l'anterior és que el seu

percentatge d'error és inferior, entre un 25-50%. S'utilitza bàsicament per plantes estàndard, i també és conegut com el mètode del factor de Lang.

- Mètode de factor múltiple

És un mètode amb càlculs molt més acurats, per la qual cosa requereixen un temps llarg per poder realitzar-los, més de 50 hores. És el més fiable en comparació amb els anteriors, ja que només suposa un error del 10-20%. Dins d'aquest mètode podem trobar el mètode ponderal, el mètode de Happel i el mètode de Vian. Aquests dos últims són els utilitzats per l'estimació del capital immobilitzat.

El mètode escollit per estimar el capital immobilitzat en el nostre projecte és el mètode de Vian.

7.2.2.1. Càlcul del cost de maquinària i equips

Per l'aplicació del mètode de Vian, és necessari calcular el cost de cadascun dels equips i de la maquinària de la planta. Es poden trobar diversos mètodes per quantificar aquest cost:

- Catàlegs

Són documents que recullen preus estàndards d'equips i que facilita l'empresa que els ha dissenyat, per la qual cosa s'estalvia temps en fer càlculs.

- Estimacions de costos d'equips de Sinnott- Toulser

- Correlacions de l'apèndix C (Chemical Process Equipment Selection and Design, Couper)

- Regla de Williams

Aquest mètode tracta de calcular el preu d'un equip comparant-lo amb un altre similar, que tingui una magnitud característica semblant a l'equip en qüestió. Consisteix en aplicar la següent equació:

$$C_E = C_{E_{conegut}} \cdot \left(\frac{S_E}{S_{E_{conegut}}} \right)^b$$

On:

- C_E = cost de l'equip.

- $C_{E_{conegut}}$ = cost de l'equip conegut.

- S_E = magnitud característica de l'equip.

- $S_{E_{conegut}}$ = magnitud característica de l'equip conegut

- b = exponent de Williams, $b \approx 0.6$.

Els preus dels equips calculats amb els mètodes anteriors són referits a un any antic, per tant, és imprescindible actualitzar aquests valors a l'any en que es dissenya la planta, això es pot fer aplicant la següent formula:

$$C_{equip}(any\ x) = C_{equip\ conegut}(any\ y) \cdot \frac{CEPCI\ (any\ x)}{CEPCI\ (any\ y)}$$

On:

$C_{equip}(any\ x)$ = cost de l'equip a l'any actual, any x.

$C_{equip\ conegut}(any\ y)$ = cost de l'equip conegut a l'any antic, any y.

$CEPCI\ (any\ x)$ = índex per l'any actual, any x.

$CEPCI\ (any\ y)$ = índex per l'any antic, any y.

Donat que els estudis més recents sobre l'actualització de preus d'equips són de l'any 2014, es considera que el valor de CEPCI de l'any actual 2014 com si fos de l'any actual real 2015.

Ahora de calcular el cost del equips s'ha de tenir en compte dos paràmetres per obtenir uns preus adequats i precisos:

- Canvi de moneda: s'haurà de fer un canvi de moneda des de dollars americans (\$) a euros (€). El factor de correcció de moneda aplicat és **1 \$ = 0.91 €**.
- Material: cal tenir en compte el material dels equips en el càlcul del seu preu. Alguns dels mètodes utilitzats no especifiquen el preu en funció del material Hastelloy, que és un material bastant utilitzat en la planta, és per això que s'ha d'adaptar el seu preu comparant-lo amb un material que sí s'especifiqui. S'ha utilitzat el següent criteri per adaptar el preu de Hastelloy, comparant-lo amb l'acer inoxidable AISI 316:

Preu equip de Hastelloy = Preu equip de l'acer inoxidable AISI 304 · 5

A continuació es mostra la metodologia de càlcul del cost de tots els equips de la planta de producció de CFC-13 i es presenten els resultats:

➤ Tancs d'emmagatzematge

El preu dels tancs d'emmagatzematge de reactius i productes i d'aigua descalcificada, s'ha calculat a partir de les correlacions de l'apèndix C, on les equacions utilitzades han estat:

$$C(\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{2.631 + 1.3673 \cdot \ln(V) - 0.06309 \cdot (\ln(V))^2} \quad 1300 < V < 21000 \text{ gal}$$

$$C(\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{11.662 - 0.6104 \cdot \ln(V) + 0.04536 \cdot (\ln(V))^2} \quad 21000 < V < 11 \cdot 10^6 \text{ gal}$$

On:

C = preu dels tancs en dollars (\$).

V = volum dels tancs (galons).

F_M = factor de cost, depèn del material de construcció.

Material of Construction	Cost Factor F_M
Stainless steel 316	2.7
Stainless steel 304	2.4
Stainless steel 347	3.0
Nickel	3.5
Monel	3.3
Inconel	3.8
Zirconium	11.0
Titanium	11.0
Brick-and-rubber-or brick-and-polyester-lined steel	2.75
Rubber- or lead-lined steel	1.9
Polyster, fiberglass-reinforced	0.32
Aluminium	2.7
Copper	2.3
Concrete	0.55

Un cop aplicades les equacions anteriors, s'ha de considerar el cost d'instal·lació, multiplicant el preu calculat pel factor M (multiplicador per costos d'instal·lació), que depèn de l'equip en qüestió i del seu material de construcció. També cal actualitzar el preu dels equips a l'any 2015, tenint en compte que el preu calculat amb les correlacions de l'apèndix C és de l'any antic 2002. Els índexs per l'any antic i l'any actual són:

CEPCI (2002) = 396

CEPCI (2015) = 575

A continuació es presenten els preus de cada tanc d'emmagatzematge i el preu total obtingut:

Taula 7.2.1. Costos dels tancs d'emmagatzematge.

Tancs d'emmagatzematge	Volum (m ³)	Volum (gal)	FM	M	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
T-101	70	18480	2,4	1,5	85679	124408
T-102	70	18480	2,4	1,5	85679	124408
T-103	70	18480	2,4	1,5	85679	124408
T-104	70	18480	2,4	1,5	85679	124408
T-105	60	15840	2,7	1,5	94370	137027
T-106	60	15840	2,7	1,5	94370	137027
T-107	60	15840	2,7	1,5	94370	137027
T-108	200	52800	2,7	1,2	82247	119425
T-109	200	52800	2,7	1,2	82247	119425
T-110	200	52800	2,7	1,2	82247	119425
T-111	200	52800	2,7	1,2	82247	119425
T-112	82,6	21806,4	2,4	1,5	87358	126845
T-601	19	5016	1	2,3	41631	60448
T-602	19	5016	1	2,3	41631	60448
C_Etotal (€)						1513257

➤ **Bescanviadors de calor**

El preu dels bescanviadors de calor, condensador i reboilers s'ha obtingut a partir de les correlacions de l'apèndix C, on les equacions utilitzades són les següents:

$$C(\$) = 1.218 \cdot f_d \cdot f_m \cdot f_p \cdot C_b$$

$$C_b = e^{8.821 - 0.30863 \cdot \ln(A) + 0.0681 \cdot (\ln(A))^2} \quad 150 < A < 12000 \text{ sqft}$$

$$f_m = g_1 + g_2 \cdot \ln(A)$$

On:

C = preu dels bescanviadors en dollars (\$).

A = àrea de bescanvi (sqft).

f_d = factor en funció del tipus de bescanviador.

f_p = factor en funció del rang de pressió.

f_m = factor en funció del material.

Type	f_d
Fixed-head	$\exp[-1.1156 + 0.0906(\ln A)]$
Kettle reboiler	1.35
U-tube	$\exp[-0.9816 + 0.0830(\ln A)]$

Pressure Range (psig)	f_p
100–300	$0.7771 + 0.04981(\ln A)$
300–600	$1.0305 + 0.07140(\ln A)$
600–900	$1.1400 + 0.12088(\ln A)$

Material	g_1	g_2
Stainless steel 316	0.8603	0.23296
Stainless steel 304	0.8193	0.15984
Stainless steel 347	0.6116	0.22186
Nickel 200	1.5092	0.60859
Monel 400	1.2989	0.43377
Inconel 600	1.2040	0.50764
Incoloy 825	1.1854	0.49706
Titanium	1.5420	0.42913
Hastelloy	0.1549	0.51774

El preu calculat amb les equacions anteriors s'ha de multiplicar pel factor multiplicador M, per considerar els costos d'instal·lació dels equips. A més, cal actualitzar el preu a l'any actual 2015, ja que el preu donat per les correlacions de l'apèndix C corresponen a l'any antic 20002. Els índexs per l'any antic i l'any actual són:

CEPCI (2002) = 396

CEPCI (2015) = 575

Tot seguit es mostren els costos de tots el bescanviadors de calor, condensadors i reboilers utilitzats en la nostra planta i el cost total obtingut:

Taula 7.2.2. Costos dels bescanviadors de calor.

Bescanviadors de calor	A (m ²)	A (sqft)	f _d	f _m	f _p	C _b	M	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
E-201	2,3	24,8	0,49	1,61	0,94	5074,04	1,9	7873	11432
E-202	3,7	39,8	0,51	1,41	0,96	5477,23	1,9	7939	11527
E-203	3,6	38,8	0,51	1,40	0,96	5448,59	1,9	7844	11389
E-204	14	150,7	0,57	2,75	1,03	7990,83	1,4	19906	28904
E-205	8,9	95,8	0,55	2,52	1,00	6839,00	1,4	14680	21315
E-206	0,3	3,2	0,41	0,76	0,84	5181,19	1,4	2113	3069
RB-301	37,3	401,5	1,35	3,26	1,08	12312,62	1,4	90420	131292
RB-302	4,9	52,7	1,35	1,78	0,97	5813,85	1,9	28740	41732
C-301	67,3	724,4	0,65	3,56	1,11	17015,07	1,4	67317	97745
C-302	53,7	578,0	0,64	2,34	1,09	14950,78	1,9	51235	74394
E-301	18,2	195,9	0,58	2,09	1,04	8857,14	1,9	23539	34180
E-302	12	129,2	0,56	1,99	1,02	7554,86	1,9	18127	26320
E-401	5,2	56,0	0,52	2,24	0,98	5895,79	1,4	10478	15215
E-402	18,9	203,4	0,58	1,67	1,04	8996,19	1,9	19188	27862
E-403	1,8	19,4	0,48	1,29	0,92	4936,92	1,9	5958	8651
E-404	3,5	37,7	0,51	1,40	0,96	5419,87	1,9	7748	11250
RB-501	4,9	52,7	1,35	1,45	0,97	5813,85	1,9	23409	33990
RB-502	1,5	16,1	1,35	1,26	0,92	4863,09	1,9	16001	23233
C-501	21,9	235,7	0,59	1,69	1,05	9577,98	1,9	21120	30667
C-502	0,5	5,4	0,43	1,09	0,86	4887,63	1,9	4156	6034
E-501	0,9	9,7	0,45	1,18	0,89	4775,82	1,9	4789	6954
C_Etotal (€)									657155

➤ Columnes

El preu de les columnes de destil·lació i de la columna d'absorció del nostre projecte s'ha calculat a partir del mètode d'estimació de costos de Sinnott-Towler, emprant la següent equació:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost de les columnes (\$).

S = paràmetre característic de les columnes, correspon a la massa de la carcassa en Kg i al volum de rebliment en m³.

a,b,n = constants tabulades.

Com que les columnes de destil·lació i la d'absorció de la nostra planta són de rebliment, cal estimar dos preus: el preu que fa referència al pes de la carcassa en Kg i el preu que correspon al volum de rebliment en m³.

Un cop calculats els preus de les columnes a partir de l'equació anterior, s'ha d'actualitzar a l'any actual 2015, tenint en compte, en aquest cas, que l'any antic és el 2007. Els índexs de l'any antic i l'any actual utilitzats per l'actualització són:

CEPCI (2007) = 509,7

CEPCI (2015) = 575

Els preus de les columnes de destil·lació i la d'absorció, utilitzades en el nostre projecte, i el cost total, s'exposen a continuació:

Taula 7.2.3. Costos de les columnes.

Columnes	Parts	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
CD-301	Recipient	4323	15000	68	0,85	98739	101364
	Rebliment	1,9	0	500	1	950	975
CD-302	Recipient	1974,5	15000	68	0,85	58018	59560
	Rebliment	0,7	0	500	1	350	359
CA-301	Recipient	965,3	15000	68	0,85	38414	39435
	Rebliment	-	-	-	-	-	320
CD-501	Recipient	2757,6	15000	68	0,85	72143	74061
	Rebliment	-	-	-	-	-	309
CD-502	Recipient	651,2	15000	68	0,85	31756	32600
	Rebliment	-	-	-	-	-	200
C_Etotal (€)							309183

➤ Recipients de procés

El cost dels tancs pulmó, de condensats i de mescla de la nostra planta s'ha estimat a partir de les correlacions de l'apèndix C. L'equació utilitzada ha estat:

$$C(\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{2.631 + 1.3673 \cdot \ln(V) - 0.06309 \cdot (\ln(V))^2} \quad 1300 < V < 21000 \text{ gal}$$

On:

C = preu dels recipients en dollars (\$).

V = volum dels recipients (galons).

F_M = factor de cost, depèn del material de construcció.

La metodologia de càlcul dels costos de cada recipient és idèntica a la realitzada en els tancs d'emmagatzematge.

Tot seguit es presenten els costos dels recipients de procés emprats en el projecte en qüestió i el cost total obtingut:

Taula 7.2.4. Costos dels tancs de procés.

Recipients de procés	Volum (m ³)	Volum (gal)	F _M	M	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
TM-301	5,3	1399,2	2,4	1,5	202431	293934
TP-301	15,1	3986,4	2,4	1,5	303638	440889
TC-301	1,9	501,6	2,4	1,5	118984	172767
TC-302	1	264	2,4	1,5	79756	115807
TP-501	8,4	2217,6	2,4	1,5	40486	58787
TP-502	2,6	686,4	2,4	1,5	60728	88178
TC-501	0,8	211,2	2,4	1,5	23797	34553
TC-502	0,8	211,2	2,4	1,5	15951	23161
C_Etotal (€)						1228076

➤ Reactors

A la nostra plana hi ha dos reactors diferents: el primer és un reactor continu de tanc agitat i el segon és un reactor continu flux pistó. El càlcul del preu de cadascun dels reactors es realitza utilitzant mètodes diferents, segons les seves característiques.

El preu del reactor continu agitat es calcula a partir del mètode d'estimació de costos de Sinnot-Touler, on l'equació que s'ha fet servir és:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost del reactor (\$).

S = paràmetre característic del reactor, que correspon al seu volum en m³.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del preu del reactor de tanc agitat és la mateixa que la emprada en les columnes.

En el cas del reactor continu flux pistó, el preu s'obté mitjançant l'ús de les correlacions de l'apèndix C considerant el reactor com si fos un bescanviadors de calor, on les equacions utilitzades han estat:

$$C(\$) = 1.218 \cdot f_d \cdot f_m \cdot f_p \cdot C_b$$

$$C_b = e^{8.821 - 0.30863 \cdot \ln(A) + 0.0681 \cdot (\ln(A))^2} \quad 150 < A < 12000 \text{ sqft}$$

$$f_m = g_1 + g_2 \cdot \ln(A)$$

On:

C = preu del reactor en dollars (\$).

A = àrea de bescanvi del reactor (sqft).

$$f_d = e^{(-0.9816 + 0.0830 \cdot \ln(A))}$$

f_p = factor en funció del rang de pressió.

f_m = factor en funció del material.

La metodologia de càlcul del preu del reactor flux pistó seguida és idèntica a la que s'ha fet servir en els bescanviadors.

A continuació es presenten els costos dels dos reactors emprats al nostre projecte, i el cost total obtingut:

Taula 7.2.5. Costos dels reactors.

Reactor tanc agitat	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
R-201	34	53000	28000	0,8	523263	2685870

Reactor flux pistó	A (m2)	A (sqft)	f _d	f _m	f _p	C _b	M	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
R-401	125,1	1346,6	0,68	1,14	1,97	25153,33	1,6	68060	76779

C _E total (€)								2762649	
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---------	--

➤ Bombes

El preu de les bombes emprades en la nostra planta s'ha obtingut a partir del mètode d'estimació de costos Sinnott-Touler, on l'equació utilitzada pel càlcul del preu ha estat:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost de les bombes (\$).

S = paràmetre característic de les bombes, que correspon al cabal que impulsen en L/s.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del cost de les bombes es duu a terme de la mateixa manera que s'ha fet en el cas de les columnes.

A continuació s'exposen els costos de totes les bombes emprades en el nostre projecte, així com el cost total:

Taula 7.2.6. Costos de les bombes.

Bombes	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
P-101	0,39	6900	206	0,9	6988	7174
P-102	0,25	6900	206	0,9	6959	7144
P-103	7,69	6900	206	0,9	8192	8410
P-104	4,92	6900	206	0,9	7764	7970
P-201	0,39	6900	206	0,9	6988	7174
P-202	1,11	6900	206	0,9	7126	7316
P-301	1,25	6900	206	0,9	7152	7342
P-302	0,44	6900	206	0,9	6999	7185
P-303	0,89	6900	206	0,9	7085	7274
P-304	0,31	6900	206	0,9	6971	7156
P-305	0,25	6900	206	0,9	6959	7144
P-306	0,25	6900	206	0,9	6959	7144
P-307	1,06	6900	206	0,9	7116	7305
P-308	0,56	6900	206	0,9	7021	7208
P-501	0,53	6900	206	0,9	7016	7202
P-502	0,22	6900	206	0,9	6953	7138
P-503	0,31	6900	206	0,9	6971	7156
P-504	0,28	6900	206	0,9	6965	7150
P-505	0,28	6900	206	0,9	6965	7150
P-506	0,03	6900	206	0,9	6908	7092
P-507	0,22	6900	206	0,9	6953	7138
P-601	0,81	6900	206	0,9	7070	7258
C_Etotal (€)						160232

➤ Compressors

El preu dels compressors que s'han fet servir en el projecte en qüestió s'ha calculat mitjançant el mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació emprada ha estat:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost del compressor (\$).

S = paràmetre característic del compressor, que correspon a la potència del motor en KW.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del preu dels compressors utilitzats en la planta és la mateixa que s'ha seguit en les columnes.

A continuació es presenten els costos obtinguts dels compressors i el seu cost total:

Taula 7.2.7. Costos dels compressors.

Compressors	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
CO-401	87,91	490000	16800	0,6	736452	756030
Compresor aire comprimit	30	490000	16800	0,6	619295	635759
C_Etotal (€)						1391789

➤ Ventiladors

El preu de l'únic ventilador utilitzat en la nostra planta s'ha calculat a partir del mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació que s'ha fet servir és la següent:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost del ventilador (\$).

S = paràmetre característic del ventilador, que correspon al cabal en m³/h.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia d'obtenció del preu del ventilador és exactament la mateixa que la utilitzada en el cas dels compressors.

Tot seguit es mostra el preu del ventilador que s'ha emprat en el projecte:

Taula 7.2.8. Cost del ventilador.

Ventiladors	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
VE-301	186,25	3800	49	0,8	7008	7195

➤ Agitadors

El càlcul del preu dels agitadors s'ha realitzat a partir del mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació emprada ha estat:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost de l'agitador (\$).

S = paràmetre característic de l'agitador, que correspon a la potència de motor en KW.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de l'estimació del preu dels agitadors s'ha dut a terme de forma idèntica a la emprada en el cas dels compressors.

A continuació es mostren els costos dels agitadors utilitzats en la nostra planta i el seu cost total:

Taula 7.2.9. Costos dels agitadors.

Agitadors	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
AG-201	3,4	15000	990	1,05	18578	19072
AG-301	4,6	15000	990	1,05	19915	20445
C_Etotal (€)						39517

➤ Calderes

El preu de les calderes del projecte en qüestió, s'ha trobat a partir del mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació de càlcul utilitzada és la següent:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost de la caldera (\$).

S = paràmetre característic de la caldera, que correspon al cabal màssic en Kg/h d'oli tèrmic.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del preu de les calderes emprada és la mateixa que s'ha fet servir en el cas dels compressors.

A continuació presenten els costos de les calderes i el seu cost total obtingut:

Taula 7.2.10. Costos de les calderes.

Calderes	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
CT-601	132984	106000	8,7	1	1262960,8	1296535,685
CT-602	132984	106000	8,7	1	1262960,8	1296535,685
C_Etotal (€)						2593071

➤ Torres de refrigeració

El preu de les torres de refrigeració emprades s'ha obtingut a partir del mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació que s'ha utilitzat ha estat la següent:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost de la torre de refrigeració (\$).

S = paràmetre característic de la torre de refrigeració, que correspon al cabal en L/s.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del preu de les torres de refrigeració és la mateixa que s'ha seguit en l'apartat de calderes.

A continuació es mostren els costos de les torres de refrigeració que s'ha utilitzat a la planta:

Taula 7.2.11. Costos de les torres de refrigeració.

Torres de refrigeració	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
TR-601	83,67	150000	1300	0,9	219864	225709
TR-602	83,67	150000	1300	0,9	219864	225709
C_Etotal (€)						451419

➤ Chillers

El preu dels chillers que s'han emprat en el nostre projecte s'ha calculat mitjançant el mètode d'estimació de costos Sinnot-Touler, on l'equació utilitzada ha estat la següent:

$$C(\$) = a + b \cdot S^n$$

On:

C = cost del chiller (\$).

S = paràmetre característic del chiller, que correspon a la potència en KW.

a,b,n = constants tabulades.

La metodologia de càlcul del preu dels chillers ha estat la mateixa que s'ha fet servir en el cas de les calderes.

A continuació s'exposen els costos dels chillers emprats en el nostre projecte i el seu cost total obtingut:

Taula 7.2.12. Costos de les torres de refrigeració.

Chillers	S	a	b	n	C _E (2002) (€)	C _E (2015) (€)
CH-601	436,2	21000	2100	0,9	519811	533630
CH-602	436,2	21000	2100	0,9	519811	533630
C_Etotal (€)						1067260

➤ Balances per camions

Per l'estimació del preu de les balances, s'ha consultat una pàgina a Internet on s'ha observat que el preu de cada balança pels camions és de 5000 € aproximadament. Per tant, si utilitzem dues balances el seu cost total serà:

Taula 7.2.13. *Costos de les balances per camions.*

Nombre de balances per camions	C _E total (€)
2	10000

➤ Descalcificador

El preu del descalcificador s'ha obtingut a partir de la recerca de pàgines web a Internet. El preu de l'equip que s'ha trobat és:

Taula 7.2.14. *Cost del descalcificador.*

Nombre de descalcificadors	C _E total (€)
1	15000

➤ Estació transformadora

Per estimar el preu de l'estació transformadora s'ha cercat en diferents pàgines web i el preu que s'ha estimat segons els preus observats a les webs és:

Taula 7.2.15. *Cost de l'estació transformadora.*

Nombre d'estacions transformadores	C _E total (€)
1	100000

Finalment, es presenta en la següent taula, el cost total dels equips i la maquinària utilitzada en el nostre projecte i la contribució, en tant per cent respecte el cost total, de cadascun dels equips:

Taula 7.2.16. Costos totals dels equips i maquinària.

Equip i maquinària	Contribució (%)	Cost associat (€)
Procés		
Tancs d'emmagatzematge	13,15	1634154
Recipients de procés	9,88	1228076
Reactors	22,23	2762649
Columnes	2,49	309183
Bescanviadors de calor	5,29	657155
Bombes	1,29	160232
Agitadors	0,32	39517
Compressors	11,20	1391789
Ventiladors	0,06	7195
Serveis		
Calderes	20,87	2593071
Torres de refrigeració	3,63	451419
Chillers	8,59	1067260
Descalcificadora	0,12	15000
Estació transformadora	0,80	100000
Balances per camions	0,08	10000
Total (€)		12426699

7.2.2.2. Càlcul del capital immobilitzat (mètode Vian)

Per calcular el capital immobilitzat de la nostra planta utilitzem el mètode de Vian. Aquest mètode consisteix en calcular els costos associats al capital immobilitzat a partir del cost d'equips i maquinària. Aquests costos fan referència a conceptes com ara la instrumentació de control, les instal·lacions, els serveis o la direcció de muntatge, assignant a cadascun d'aquests conceptes, un percentatge del cost total de la maquinària i equips calculat prèviament, per estimar el seu valor.

La metodologia del mètode Vian s'esquematitza de la següent forma:

Taula 7.2.17. Esquema del mètode de Vian.

Mètode Vian

I1 (Maquinària i aparells): X

I2 (Instal·lació): $0,35 X - 0,50 X$

I3 (Canonades i vàlvules): $0,1 X$ (sòlids) ó $0,6 X$ (fluids)

I4 (Instrumentació): $0,05 X - 0,3 X$

I5 (Aïllaments): $0,03 X - 0,1 X$

I6 (Instal·lació elèctrica): $0,1X - 0,2 X$

I7 (Terrenys i edificis):

Terrenys: valoració concreta

Edificacions: $0,2 X - 0,3 X$ (interiors); $0,12 X - 0,15 X$ (mixtes); $0,05 X$ (exteriors)

I8 (Instal·lacions auxiliars): $0,25 X - 0,7 X$

I9 (Projecte i direcció d'obra i muntatge): $0,2 Y - 0,3 Y$

$Z = Y + I9$

I10 (Contractista): $0,04 Z - 0,10 Z$

I11 (Despeses no previstes): $0,10 Z - 0,3 Z$

En l'aplicació del mètode de Vian s'ha decidit agafar un valor mitjà del rang de coeficients per calcular cada concepte del mètode. Per exemple, en el concepte de instrumentació s'ha agafat un coeficient de 0,175, que és el valor mitjà entre 0,35 i 0,50. Només en el cas del concepte canonades i vàlvules, s'ha agafat un únic valor, que és de 0,6, ja que en la nostra planta solament circulen fluids.

A continuació es presenten els costos associats a cada concepte del mètode de Vian i el valor final del capital immobilitzat:

Taula 7.2.18. Costos totals associats al immobilitzat de la planta de producció de Freon-13.

Mètode Vian		
Requeriments	Coeficient	Cost total 2015 (€)
Maquinària i aparells (I1)	1	12426699
Instal·lació (I2)	0,425	5281347
Canonades i vàlvules (I3)	0,6	7456019
Instrumentació (I4)	0,175	2174672
Aïllaments (I5)	0,065	807735
Instal·lació elèctrica (I6)	0,15	1864005
Terrenys i edificis (I7)	0,135	1677604
Instal·lacions auxiliars (I8)	0,475	5902682
Capital físic o primari (Y)		37590764
Honoraris de projecte (I9a)	0,125	4698845
Direcció d'obra i muntatge (I9b)	0,1	3759076
Compra (I9c)	0,025	939769
Capital directe o secundari (Z)		46988455
Contractista (I10)	0,07	3289192
Despeses no previstes (I11)	0,2	9397691
Cost total (I)		59675338

7.2.3. Capital circulant

El capital circulant fa referència a la quantitat de diners, que cal aportar des del principi i en tot moment fins al tancament, i que es destina al funcionament de l'empresa en qüestió per tal de garantir la correcta operació i funcionament d'aquesta.

Aquest cost correspon, entre d'altres, als sous del personal treballador, les compres de materials matèries primeres, els costos en serveis, les despeses de fabricació, etc. És un cost variable que no s'amortitza, però que es recupera al final de la vida útil de la planta. Es tracta d'una despesa que es troba en constant moviment durant l'activitat de la planta, i encara que es retorna al tancament de l'empresa, suposa un cost elevat dintre de la inversió inicial, sent imprescindible per posar en marxa el procés de producció. Per tant, es important tenir-ho en consideració alhora de fer el balanç econòmic.

Existeixen dos mètodes principals pel càlcul d'aquest tipus de capital:

- **Mètode global**

Aquest mètode considera que per una planta de la indústria química, el capital circulant correspon a un valor entre un 10 i 30% del capital immobilitzat o del valor de les ventes.

- **Mètode del cicle de producció**

Consisteix en la realització d'un càlcul més acurat del capital circulant tenint en compte diferents conceptes, com la producció anual, la reserva de matèries primeres i producte acabat, les ventes, entre d'altres. Es pot calcular a partir de la següent equació:

$$C.C = \frac{q}{12} \cdot (m' + 0.5 \cdot M' \cdot f + 2 \cdot M' + 0.5 \cdot V')$$

On:

- q = capacitat de producció (tn/any)
- m' = cost de la matèria prima per unitat de producte
- M' = cost de fabricació per unitat de producte
- f = cicle de fabricació
- V' = preu de venda del producte

En el cas del nostre projecte, donat que el mètode del cicle de producció requereix conèixer alguns factors de la planta que desconexim i per simplificar els càlculs, s'ha decidit utilitzar el mètode global per estimar el capital circulant, considerant que és un 20 % del capital immobilitzat.

Capital circulant (€)	11935068
------------------------------	-----------------

7.2.4. Posada en marxa i adquisició de parcel·la

És necessari tenir en consideració les despeses que es poden donar durant la posada en marxa de la planta. Aquests costos, que es produeixen en aquest període, poden ser conseqüència de les pèrdues de reactius i productes, d'augments en la mà d'obra, de les operacions de neteja o reparació... En el cas del nostre projecte, suposem que aquest tipus de costos, que formen part de la inversió inicial, estan inclosos en el concepte de despeses no previstes del mètode de Vian aplicat.

D'altra banda, cal tenir en compte un cost molt important per l'existència de la planta, que correspon al capital que cal invertir per l'adquisició del terreny on es construirà l'empresa. La nostra planta química està situada al polígon industrial 'Gasos Ideals' en el terme municipal de Sabadell, i tal com s'ha trobat a pàgines web, el preu del terreny en aquesta zona és de 220€/m² aproximadament. Com que sabem la superfície total de la nostra parcel·la, 70095 m², podem calcular el seu cost.

Cost d'adquisició de parcel·la (€)	15420900
---	-----------------

A continuació es presenten els costos totals calculats en els apartats anteriors, que formen part de la inversió inicial, i el valor d'aquesta última:

Taula 7.2.19. Costos totals associats a la inversió inicial i el cost total de la inversió inicial.

Concepte	Contribució	Cost (€)
Capital immobilitzat	0,69	59675338
Capital circulant	0,14	11935068
Adquisició de parcel·la	0,18	15420900
Inversió inicial		87031305

7.3. Estimació de costos de producció

Un cop calculada la inversió inicial per començar el projecte, el següent pas és l'estimació dels costos de producció de la planta. El conjunt de despeses destinades a aquest fi, corresponen al valor dels bens i prestacions que aporta l'empresa per tal de duu a terme el procés de producció i obtenir els productes final, que es comercialitzen.

Els costos de producció consten de dos tipus de costos: els costos de fabricació i els costos generals; i es poden classificar de la següent forma:

- **Costos directes**

Són costos imputables de forma directa a un producte, a un procés o a una planta de producció.

- **Costos indirectes**

Són costos imputables de manera directa a un producte.

- **Costos fixos**

Es tracta de costos que no depenen de la producció de la planta, és a dir, només el fet que la planta estigui oberta i en operació s'ha d'aportar diners per cobrir aquestes despeses.

- **Costos variables**

Són costos que varien en funció d la quantitat produïda. Aquests augmentaran o disminuiran en funció del nivell de producció, i els conformen els costos que es generen per l'adquisició de matèries primeres o serveis necessaris per la planta.

7.3.1. Costos de fabricació

7.3.1.1. Costos directes i variables

Una part dels costos de fabricació la conformen els costos dedicats a l'adquisició de les matèries primeres, a la mà d'obra i a les patents.

➤ **Matèries primeres**

Les despesen en matèries primeres, que corresponen tant a la seva compra com al seu emmagatzematge i transport; són imprescindibles per duu a terme el procés de producció. Per conèixer el cost que suposaran les matèries primeres de la nostra planta, s'ha de saber el consum anual i el preu actual d'aquestes. Tot seguit, es presenten els costos de cadascuna de les matèries primeres i cost total obtingut:

Taula 7.3.1. Costos de matèries primeres.

Matèries primeres	Consum anual (Tn/any)	Preu actual (€/Tn)	Cost anual (€/any)
HF	7485	1090	8158650
CCI4	19184	455	8728720
SbCl5	0,952	200000	190400
AlCl3	8,24	550000	4532000
Cost total (€)			21609770

➤ Mà d'obra

Els costos de mà d'obra són els que fan referència al capital destinat a cobrir el sou del personal treballador a l'empresa. Pel càlcul d'aquests costos només s'ha de tenir en compte el nombre de treballadors en cada càrrec de l'empresa i la seva jornada de treball, de forma que el cost total que suposa cada càrrec s'obté multiplicant el sou anual d'aquest per el nombre de empleats. A continuació es mostren els costos associats a cada càrrec de l'empresa i el cost total de mà d'obra obtingut:

Taula 7.3.2. Costos de mà d'obra.

Càrrecs	Nombre de treballadors	Sou anual (€/any)	Cost anual (€/any)
Directius	2	90000	180000
Caps de secció	6	40000	240000
Operaris	30	16000	480000
Administració	3	18000	54000
Màrqueting i comptabilitat	5	20000	100000
Tècnics de laboratori	8	19000	152000
Personal de seguretat	3	18000	54000
Cost total (€)			1260000

➤ Patents

Les patents és un cost derivat de l'explotació d'informació i dades, que tenen uns drets d'autor que s'ha d'apagar. En el cas de la nostra planta, tot i haver consultat patents, considerem que el seu cost en comparació amb els costos de matèries primeres i mà d'obra és menyspreable.

7.3.1.2. Costos indirectes i variables

➤ Serveis

És el conjunt de requeriments que necessita la planta pel seu correcte funcionament i operació. Per calcular el cost que comporta cadascun dels serveis necessaris es multiplica el seu consum anual per el preu actual. En la següent taula s'exposen els costos de tots els serveis de la planta i el cost total obtingut:

Taula 7.3.3. Costos de serveis.

Serveis	Consum anual (m3/any)	Preu actual (€/m3)	Cost anual (€/any)
Nitrogen	14720	17	250240
Aigua	25628	1,7	43567,6
Oli tèrmic	850	3600	3060000
Amoníac	90101	1,8	162181,8
Gas natural	3241200	0,7	2268840
Electricitat	3405727	0,2	681145,4
Cost total (€)			6465975

➤ **Subministres**

Són els costos que fan referència als diners que es destinen a cobrir la compra de productes, que s'utilitzen de forma regular a la planta, que no formen part de les matèries primeres, com per exemple el material de neteja. Aquests costos solen representar entre el 0.2 i 1.5% del capital immobilitzat. En el cas del nostre projecte, considerem que el cost per subministres és 0.85% del cost de capital immobilitzat.

Cost de subministres (€)	507240
---------------------------------	---------------

➤ **Manteniment**

En aquest tipus de costos s'inclouen les quantitat monetàries que es destinen a la realització de totes les tasques de manteniment de la planta en qüestió, que poden ser reparacions d'equips i sistemes o substitucions de determinades peces o aparells. El seu valor oscil·la entre un 5 i 7% del capital immobilitzat. En el cas del nostre projecte hem suposat un valor mitjà de 6% del capital immobilitzat pel càlcul dels costos per manteniment.

Cost de manteniment (€)	3580520
--------------------------------	----------------

➤ **Laboratoris**

Aquests costos són els associats a les tasques realitzades al laboratori, que poden ser des dels controls de qualitat dels productes i matèries com els experiments i les recerques que requereix el procés de producció. Aquestes despeses es poden

considerar entre el 5 i 25% del cost de la mà d'obra. En el cas del nostre projecte suposem que els costos destinats als laboratoris 13.5% del cost total de la mà d'obra.

Cost de laboratoris (€)	170100
--------------------------------	---------------

➤ **Envasat**

El procés de l'envasat del producte fabricat a la planta també suposarà un cost que cal tenir en consideració. En el nostre projecte l'envasat consisteix en dipositar el producte final en ampolles mitjançant un sistema de embotellat concret. Les despeses que comporta l'envasat s'han estimat en un valor que correspon al 12% del cost que suposen els sous dels operaris de la planta.

Cost de l'envasat (€)	57600
------------------------------	--------------

7.3.1.3. Costos indirectes fixes

➤ **Amortització**

L'amortització també es pot tenir en compte com un cost afegit al cost de producció, i fa referència a la pèrdua de valor de les àrees de producció i les seves instal·lacions. En el nostre projecte només es tindrà en compte alhora de calcular el Net Cash Flow, que es realitza en el balanç econòmic.

➤ **Taxes i impostos**

Són despeses econòmiques de tipus administratiu que no poden ser atribuïdes a benefici. El cost que comporten sol estar entre el 0.5 i 1% del capital immobilitzat. En el cas de la nostra planta les taxes i impostos considerem que representen un 0.75% del capital immobilitzat.

Cost de taxes i impostos (€)	447565
-------------------------------------	---------------

➤ **Assegurances**

Són costos associats a les assegurances d'equips i instruments de la planta, i no s'inclouen els associats als treballadors. En el nostre projecte s'estima que aquest cost suposi un 1% del capital immobilitzat.

Cost d'assegurances (€)	596753
--------------------------------	---------------

7.3.2. Costos generals

7.3.2.1. Costos generals variables

➤ **Costos comercials**

Són les despeses destinades a les gestions comercials de l'empresa. El seu valor s'estima entre el 5 i 20% dels costos de fabricació. En el nostre cas, considerem un percentatge de 12,5% dels costos de fabricació per estimar els costos comercials.

Costos comercials (€)	4336940
------------------------------	----------------

7.3.2.2. Costos generals fixes

➤ **Costos financers**

Els interessos i altres despeses relacionades amb el préstec de diners per a finançar la construcció de l'empresa, conformen els anomenats costos financers. En el nostre projecte suposem que no es demana cap préstec, per la qual cosa, aquest cost és nul.

➤ **Costos en I+D**

Aquests costos es refereixen al capital invertit en la política de investigació i desenvolupament de noves tècniques o nous dissenys que millorin el procés de producció o altres aspectes de la planta productiva. El seu valor sol estar entre el 3 i 4% dels costos de fabricació. En el nostre projecte agafem un valor de 4% dels costos de fabricació, que serà el cost de la política de I+D.

Costos en I+D (€)	1387821
--------------------------	----------------

➤ **Costos de tractament de residus**

El tractament dels residus líquids, sòlids o gasosos derivats de la producció, suposa sense cap dubte un cost addicional dintre dels costos de producció. Tant si aquests residus es tracten internament com si s'envien a un gestor extern, caldrà invertir diners per cobrir les despeses del seu tractament, gestió i transport. En el nostre projecte es suposa que aquests costos representen un 1% dels costos de fabricació.

Costos de tractament de residus (€)	346955
--	---------------

A continuació es presenten en una taula els costos totals de fabricació i els costos generals associats a la producció de la nostra planta, a més dels costos finals de producció obtinguts:

Taula 7.3.4. Costos totals de producció.

Costos de producció		
Concepte	Contribució	Cost total (€)
Costos de fabricació	0,85	34695524
Costos generals	0,15	6071717
Cost total (€)		40767241

7.4. Ingressos per vendes

Normalment, el principal objectiu de qualsevol entitat, empresa o indústria en general i una planta química més concretament, és la obtenció de beneficis econòmics a partir de la producció i comercialització de béns o productes. En la nostra planta es produeixen 10.000 tones de Freon-13, a més de grans quantitats de HCl al 35% com a subproducte, que es destinaran a la seva venda i comercialització a tot el mercat que els consumeixi. El preu de venda del producte s'ha consultat en fonts bibliogràfiques, i s'ha decidit segons el observat, que el preu de venda del producte principal de la nostra planta productiva, el Freon-13, que sigui de **5500 €/tona**; i que el preu de venda del subproducte HCl comercial al 35% sigui de **200 €/tona**.

Els ingressos per any resultants de la comercialització dels dos productes s'obtenen multiplicant la quantitat produïda a l'any pel preu de venda del producte, on la producció anual del Freon-13 és de 10.000 tones/any i la de HCl comercial és de 38975 tones/any.

A continuació s'exposen els resultats obtinguts del càlcul del ingressos per vendes dels dos productes de la nostra planta:

Taula 7.4.1. Ingressos per vendes anuals de la planta.

Producte	Producció anual (Tn/any)	Preu de venda (€/Tn)	Ingressos (€)
Freon-13	10000	5500	55000000
HCl (35%)	38975	200	7795000
Total (€)			62795000

7.5. Anàlisi de la viabilitat de la planta

Per estudiar la viabilitat del nostre projecte, procedirem a calcular diferents conceptes que ens ajudaran a determinar si és rentable la seva realització o no. Es calcularan els fluxos de caixa o Net Cash Flow (NFC), el VAN, el TIR i el temps de retorn.

7.5.1. Net Cash Flow (NCF)

Són el conjunt d'ingressos bruts resultants de la nostra empresa, que vénen a ser les vendes menys els costos. Posteriorment se'n restaran els impostos en els quals es descompte el 35% de la base imposable, que representa els ingressos-costos-amortització.

S'han suposat les següents consideracions per tal de calcular el NFC:

1. El temps de vida de la planta és de 15 anys.
2. El valor residual, és el que correspondria al valor dels terrenys adquirits que es recupera en un possible tancament de la planta. Es considera que el seu valor de compra no varia durant la vida útil de la planta.
3. L'amortització es calcula pel mètode de saldo decreixent, que és un mètode regressiu en que el valor de l'amortització al principi serà major i a mesura que avanci el temps

anirà disminuint. Les anualitats a amortitzar variaran cada any segons la següent expressió:

$$r = 1 - \left(\frac{R}{I}\right)^{\frac{1}{t}}$$

$$A_i = I \cdot r \cdot (1 - r)^{(i-1)}$$

On:

r = taxa d'amortització

R = valor residual (€)

I = capital immobilitzat (€)

t = temps de vida (anys)

i = any

4. La producció de la planta serà màxima i la planta funcionarà amb ple rendiment després de la posada en marxa d'aquesta.
5. Els impostos s'ha estimat com un 35% de la base imponible.
6. El capital circulant s'aplica al principi de la construcció de la planta i s'amortitzarà al final de la vida útil d'aquesta.
7. L'immobilitzat s'aplica a l'any zero de la planta, és a dir, a l'any de la seva construcció.

A continuació es presenten les dades pel càlcul de les anualitats amb les anteriors equacions de la consideració 3, i les quanties de les anualitats a amortitzar per cada any:

Taula 7.5.1. Dades per càlcul de les anualitats amortitzables.

t (anys)	15
r	0,086
R (€)	15420900
I (€)	59675338

Taula 7.5.2. Valor de les amortitzacions anuals.

Any	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ai (€)	5147802	4703734	4297974	3927216	3588441	3278889	2996041	2737592	2501438	2285655	2088487	1908326	1743708	1593289	1455847

Tot seguit, es mostra la taula que detalla el càlcul de NCF:

Taula 7.5.3. Valor de les amortitzacions anuals.

Any	0	1	2	3	4	5	6	7
Capital immobilitzat	-59675338							
Capital circulant	-11935068							
Valor residual								
Ingressos		62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000
Costos		-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241
NFC (sense impsotos)	-71610405	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759
Amortització		-5147802	-4703734	-4297974	-3927216	-3588441	-3278889	-2996041
Base imponible		27175561	26731494	26325733	25954975	25616200	25306649	25023800
Impostos			-9511446	-9356023	-9214007	-9084241	-8965670	-8857327
NCF	-71610405	22027759	12516313	12671737	12813753	12943518	13062089	13170432

Continuació de la taula 7.5.3

Any	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Capital immobilitzat									
Capital circulant									11935068
Valor residual									15420900
Ingressos	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	62795000	
Costos	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	-40767241	
NFC (sense impsotos)	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	22027759	27355968
Amortització	-2737592	-2501438	-2285655	-2088487	-1908326	-1743708	-1593289	-1455847	
Base imponible	24765351	24529197	24313415	24116246	23936086	23771467	23621049	23483606	
Impostos	-8758330	-8667873	-8585219	-8509695	-8440686	-8377630	-8320013	-8267367	-8219262
NCF	13269429	13359886	13442540	13518064	13587073	13650129	13707746	13760392	19136705

7.5.2. Valor Actual Net (VAN)

El valor actual net ha de ser major que zero per a que la inversió destinada al projecte resulti en beneficis, és a dir, que el projecte sigui rentable. El seu càlcul es fa a partir de la següent expressió:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

On:

I_0 = inversió inicial (87031305 €)

V_t = net cash flow per cada any (€/any)

k = tipus d'interès. S'ha fixat un valor de 8%.

t = temps de vida de la planta (15 anys)

A continuació es presenta el valor del VAN obtingut:

k	VAN (€/any)
0,08	33594541

7.5.3. Taxa de Rendibilitat Interna (TIR)

La taxa de rendibilitat és el valor k que fa que el VAN sigui zero. Indica el percentatge de rendibilitat de la planta. Es calcula mitjançant la calculadora del TIR trobada a una pàgina web, que aplica la següent expressió pel seu càlcul:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

On:

I = inversió inicial (87031305 €)

F_t = net cash flow per cada any (€/any)

TIR = taxa de rendibilitat.

t = temps de vida de la planta (15 anys)

El TIR obtingut és el següent:

TIR (%)	14,25
----------------	--------------

7.5.4. Temps de retorn

El temps de retorn és el temps necessari per recuperar la inversió inicial realitzada. Pel seu càlcul es representa gràficament el NCF acumulat i el NCF (fons generat) de cada any amb el temps.

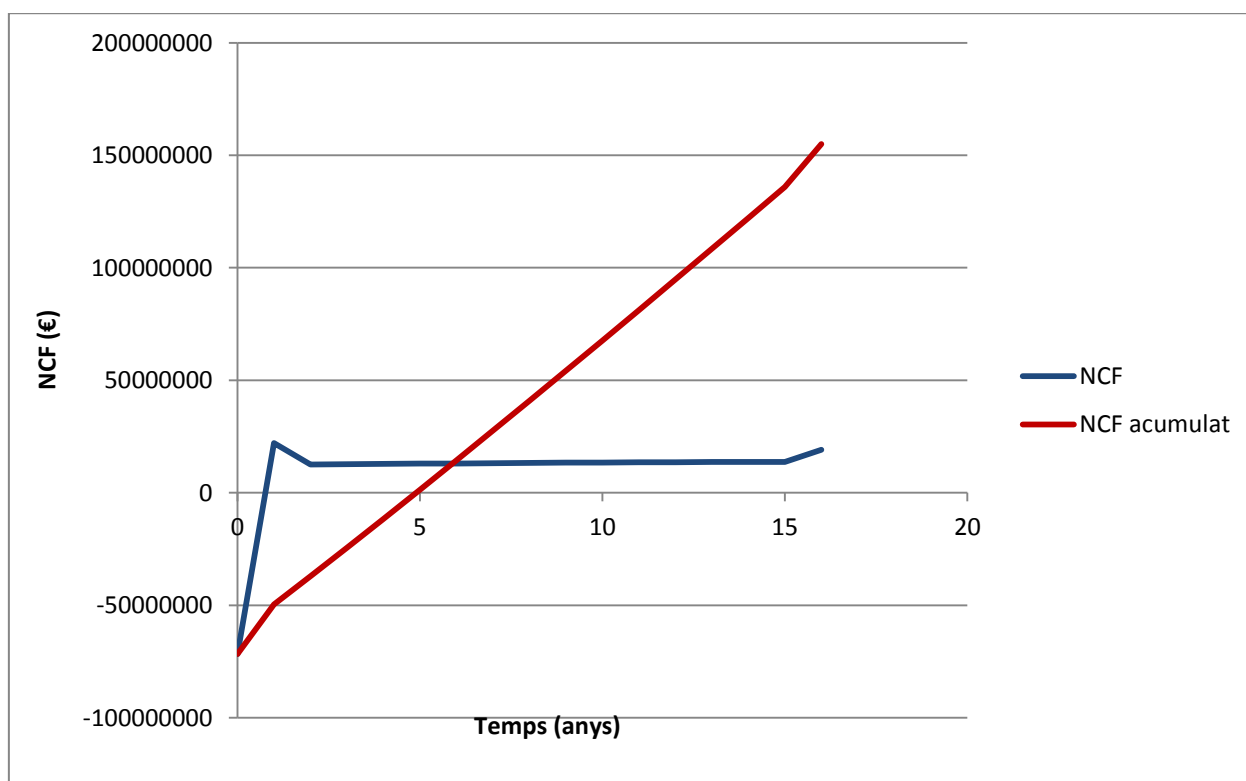


Figura 7.5.1. Evolució del NCF anual i del NCF acumulat amb el temps.

De la figura anterior podem observar que el temps de retorn és el següent:

Temps de retorn (anys)	5
-------------------------------	----------

7.6. Conclusions

Segons els valors de NFC, el VAN, el TIR i el temps de retorn que s'han obtingut en la avaluació econòmica del nostre projecte, encara que aquests valors no són del tot precisos ja que es realitzen en un estudi preliminar i estan subjectes a una certa incertesa; es poden treure les següents conclusions:

1. La realització del projecte de disseny i construcció de la planta de producció de Freon-13 és viable, donat que la inversió feta és recupera en un període de 5 anys i s'obtenen beneficis considerables amb el pas dels anys (NFC acumulat d'uns 155 milions d'euros en tancar l'empresa).
2. La planta de producció de Freon-13 té un marge de millora important pel que fa la seva rendibilitat. Existeixen diverses formes d'augmentar la rendibilitat de la planta en qüestió, om per exemple: optimitzant els costos que suposa la seva construcció i disseny, optimitzant el procés de producció en tots els nivells, investigant noves tècniques i mètodes que millorin la eficiència de la planta, etc.

