



PROJECTE FINAL DE CARRERA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CARBARYL

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

e **escola
d'enginyeria**


REIRC
Enginyers

Elena Badia Elías
Regina Carrión Montesinos
Raquel Font Rodríguez
Iván Martínez Monge
Carles Puigdemívol Ayala

8. Balanç econòmic

ÍNDEX

8 BALANÇ ECONÒMIC.....	5
8.1 INTRODUCCIÓ	5
8.1.1 Objectiu de mercat.....	5
8.2 VALORACIÓ ECONÒMICA DE LA PLANTA.....	6
8.2.1 Costos previs	6
8.2.2 Capital Immobilitzat	6
8.2.2.3 Actualització i factors de correcció	7
8.2.2.1 Maquinària i equips: mètode Happel.....	8
8.2.2.2 Immobilitzat: mètode Vian.....	20
8.2.3 Capital circulant.....	23
8.2.4 Posada en marxa i adquisició de la parcel·la.....	24
8.3 ESTIMACIÓ DEL COST DE PRODUCCIÓ.....	25
8.3.1 Costos de fabricació	26
8.3.2 Costos generals	30
8.4 VENDES I RENDIBILITAT DEL NEGOCI.....	32
8.4.1 Ingressos per vendes.....	32
8.4.2 Estudi de la rendibilitat de la planta	32
8.4.2.1 NCF: <i>Net Cash Flow</i>	33
8.4.2.2 VAN: Valor Actual Net	36
8.4.2.3 Pay-back time	38
8.5 VIAVILITAT DEL PROJECTE.....	39

8 BALANÇ ECONÒMIC

8.1 INTRODUCCIÓ

Un punt clau en el projecte d'implantació d'una nova planta química és realitzar un balanç econòmic per estudiar-ne la seva viabilitat.

Aquest estudi es podrà realitzar un cop s'hagi definit la planta de forma completa i caldrà que tingui en compte diferents aspectes. En qüestió de costos, hi haurà un seguit de despeses prèvies a la pròpia implantació relacionades principalment amb temes de gestió i investigació a nivell de laboratori, el cost principal estarà lligat a l'immobilitzat de la planta i la producció i finalment també s'inclouran el capital circulant i les despeses relacionades amb la posada en marxa. Pel que fa als ingressos aquests vindran determinats per les ventes del producte fabricat i caldrà veure si són suficients per fer del projecte, un sistema econòmicament viable.

La rendibilitat es podrà quantificar calculant el NCF de la planta (Net Cash Flow), el valor actual net (VAN) i la taxa de retorn de la inversió inicial (Pay Back Time), d'aquesta manera es valorarà amb criteri si posar en marxa el projecte té un sentit econòmic o no.

8.1.1 Objectiu de mercat

La instal·lació té una capacitat de producció de 10.500 tones a l'any de Carbaryl i actualment el preu d'aquest pesticida al mercat s'estima al voltant dels 5500€ la tona, quan aquest compta amb una puresa del 99%, com és el cas de la planta.

La vida útil de la planta ha estat estimada en 15 anys i caldrà veure si amb aquest temps és possible recuperar la inversió inicial realitzada i arribar a obtenir benefici.

8.2 VALORACIÓ ECONÒMICA DE LA PLANTA

El punt de partida del balanç econòmic és el càlcul dels costos relacionats amb l'existència de la planta, és a dir, totes les despeses que es generen des del temps zero, on la planta tant sols és un concepte, fins a el moment en que és possible començar a produir.

Les despeses durant aquest període es poden classificar en:

- Costos previs.
- Capital immobilitzat
- Capital circulant
- Despeses en la posada en marxa

La xifra que cal aportar per a cobrir aquestes despeses és el que s'anomena inversió inicial.

8.2.1 Costos previs

Dins dels costos previs es tenen en compte despeses com ara la investigació a escala laboratori, els estudis de mercats relacionats amb l'oferta i la demanda del producte, les gestions administratives per a permisos i escriptures... Aquest conjunt de costos és conegut i existeix abans de començar a treballar en el que és pròpiament el projecte, fins i tot sense saber si aquest acabarà per ser finançat o no.

De forma general i si es comparen amb la resta de costos, les despeses prèvies són una part molt petita del total, és per això que en un principi es consideren menyspreables.

8.2.2 Capital Immobilitzat

El capital immobilitzat està format per tots aquells costos derivats d'equips, maquinària, instrumentació... necessaris per a construir físicament la planta juntament amb tot allò del que cal disposar per fer possible la producció.

Aquests costos són inconcebibles com a ventes futures ja que, si no existissin, la planta deixaria de funcionar.

Caldrà considerar que, en tractar-se de bens principalment materials, amb el temps el seu valor anirà disminuint i per tant caldrà amortitzar-los.

El capital immobilitzat és el cost principal de la planta i caldrà quantificar-lo de forma adequada. Per fer-ho existeixen diferents mètodes els quals es poden agrupar en tres tipus diferents.

- Mètodes globals: són mètodes molt ràpids que poden donar una primera estimació del valor de la planta, en qüestió de minuts permeten saber el valor de les instal·lacions però compten amb un 50% d'incertesa. El mètode del factor universal o el mètode de Williams en són un exemple.
- Mètode de factor únic: requereix una dedicació de temps major que l'anterior, però redueix la incertesa fins a un 20-50%. Aquest mètode consisteix en calcular el cost de la planta en base al cost de la maquinària i els equips segons si en la producció es treballa amb sòlids, fluids o sòlids i fluids a la vegada. També en compte el material utilitzat en els equips i si aquests són més o menys complexos aplicant un factor de correcció major o menor en cada cas.
- Mètodes de factor múltiple: són el mètodes més acurats i per això són també els més llargs de realitzar, compten amb un 10-20% d'incertesa equivalent a un 2% aproximadament del cost total de la planta amb la qual cosa es poden considerar força ben ajustats. Dins d'aquest conjunt es troben el mètode ponderal, el mètode de Happel i el mètode de Vian. Aquests dos últims són els que s'utilitzaran en el balanç econòmic i es desenvolupen en els apartats següents.

8.2.2.3 Actualització i factors de correcció

Els mètodes que s'utilitzen per a calcular el cost dels equips no estan adaptats a les característiques del mercat actual i en ocasions tampoc estan pensats per als materials utilitzats a la planta de producció de Carbaryl i per tant caldrà corregir els valors obtinguts. Les correccions que s'apliquen són de 3 tipus:

Actualització temporal: dins de la indústria de l'enginyeria, l'índex utilitzat per ajustar els preus d'un any a l'altre s'anomena índex CEPCI, *Chemical Engineering Plan Cost Index*, per conèixer el preu actual dels equips utilitzant mètodes basats en anys anteriors s'aplica la fórmula següent:

$$\text{Cost actual} = \text{Cost any conegut} \cdot \frac{\text{CEPCI}_{\text{any actual}}}{\text{CEPCI}_{\text{any conegut}}} \quad \text{Equació 8.2.2.1}$$

El mètode de Happel utilitzat està basat en preus del 1970 (CEPCI 1970 = 125,7) i el valor de CEPCI més recent que existeix és el de l'any 2013 (CEPCI 2013 = 567,6) per tant els preus calculats amb el mètode Happel es podran actualitzar de la manera següent:

$$\text{Cost actual} = \text{Cost any conegut} \cdot \frac{567,6}{125,7} = 4,5$$

Canvi de moneda: la segona modificació que caldrà aplicar als preus és el canvi de moneda des de dòlars americans a euro. El factor de correcció de moneda aplicat (Maig 2014) és 1 USD = 0.74 EUR.

Material: la majoria dels equips en el mètode Happel es consideren d'acer al carboni, en la planta de Carbaryl l'acer al carboni pràcticament no s'utilitza i per tal d'adaptar els preus als diferents materials s'ha seguit el criteri següent:

Preu acer inoxidable AISI 316L = preu acer al carboni · 2

Preu acer inoxidable AISI 3104 = preu acer al carboni · 1,5

Preu acer inoxidable Hastelloy B2 = preu acer al carboni · 5

8.2.2.1 Maquinària i equips: mètode Happel.

El mètode Happel permet estimar el cost dels equips que formen la planta de forma relativament senzilla i ràpida, tot i ser un mètode força antic encara avui en dia es pot considerar que funciona prou bé donant resultats acceptables.

El mètode es basa en el llistat d'equips de procés que utilitza la planta i per tant cal comptar amb el diagrama d'enginyeria perfectament acabat i les fulles d'especificacions dels equips completes. Per cada tipus d'equip el càlcul del cost es fa en funció de la seva característica principal, per exemple, en el cas d'una bomba el cost de la mateixa variarà segons la seva potència, en el cas d'un tanc d'emmagatzematge segons la seva capacitat volumètrica...

A continuació es recullen les equacions del mètode Happel utilitzades i els resultats econòmics obtinguts per als diferents equips que configuren la planta.

BOMBES

Per estimar el preu de les bombes el mètode Happel utilitza la regla de Williams la qual relaciona el cost de dos equips segons la relació de magnituds que hi ha entre ells amb la fórmula següent:

$$\text{Cost equip} = \text{Cost conegut} \cdot \left(\frac{\text{Magnitud equip}}{\text{Magnitud coneguda}} \right)^{0,52} \quad \text{Equació 8.2.2.2}$$

En el cas de les bombes la magnitud característica utilitzada és la seva potència. Coneixent la potència de les bombes de la planta i amb les dades de la taula següent es calcula el seu cost. El càlcul es fa una vegada per cada equip i, tenint en compte que totes les bombes de la planta s'instal·len per duplicat, el cost final es multiplica per dos.

Taula 8.2.2.1 Preus de bombes centrífugues segons la seva potència

Potència del motor (HP)	Cost de la bomba (1970 \$)
1	600
10	1400
100	6000

Taula 8.2.2.2 Preus de bombes centrífugues instal·lades a la planta

Bomba	Potència (kW)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
P-101	0,048	544,96	3.629,44
P-102	0,016	307,80	2.049,92
P-103	1,72	3.504,25	23.338,31
P-104	0,0067	195,74	1.303,63
P-105	0,89	2.487,73	16.568,28

Bomba	Potència (kW)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
P-106	0,051	562,41	3.745,68
P-107	0,0048	164,58	1.096,07
P-301	0,068	653,17	4.350,10
P-302	0,018	327,24	2.179,40
P-303	0,23	1.230,89	8.197,72
P-304	0,014	287,15	1.912,41
P-305	0,005	168,11	1.119,59
P-306	0,001	72,80	484,84
P-307	0,012	265,03	1.765,10
P-401	0,058	601,32	4.004,77
P-402	0,011	253,31	1.687,01
P-403	0,012	265,03	1.765,10
P-404	0,01	241,06	1.605,44
P-405	0,007	200,25	1.333,66
P-406	0,014	287,15	1.912,41
P-501	0,065	638,02	4.249,22
P-502	0,097	785,67	5.232,58
P-503	0,0086	222,87	1.484,34
P-504	0,11	838,77	5.586,23
P-505	0,19	1.114,48	7.422,44
P-601	0,062	622,54	4.146,09
P-602	0,058	601,32	4.004,77
P-603	0,011	253,31	1.687,01
P-604	0,024	380,04	2.531,07
P-605	0,01	241,06	1.605,44
P-606	0,0054	174,97	1.165,30
P-607	0,001	72,80	484,84
P-608	0,0021	107,07	713,10
P-609	0,0045	159,14	1.059,90
TOTAL (x2)			250.842,41 €

La bomba de buit de la que es disposa, no es calcula amb el mètode de Happel, el seu cost s'estima amb el programa proporcionat per la web www.matche.com segons el seu cabal de servei. En el cas de la bomba de la planta el seu cabal és de 34,28ft³/min i el cost de 24.700 €. Aquesta bomba també es troba doblada amb lo qual el cost total de les bombes de buit de la planta és de el doble: **49.400 €**

BESCANVIADORS DE CALOR

Dins dels bescanviadors de calor s'inclouen bescanviadors de tipus carcassa i tubs, condensadors i evaporadors de procés. El preu dels mateixos el proporciona el programa utilitzat per dissenyar-los, en la taula següent es recull el seu valor.

Taula 8.2.2.3 Preus dels bescanviadors de calor de la planta

Bescanviador	Cost final (2014 €)
EV-301	54.976,00
EV-302	11.780,00
BC-301	65.187,00
BC-302	12.712,00
C-301	48.059,00
BC-303	181.400,00
C-302	155.550,00
EV-303	42.286,00
C-303	79.132,00
EV-304	50.475,00
C-401	246.350,00
C-402	61.257,00
C-403	91.091,00
EV-401	74.015,00
BC-501	11.423,00
C-601	49.275,00
EV-601	209.787,00
BC-601	10.738,00
BC-602	12.813,00
BC-603	12.923,00
C-602	49.275,00
BC-701	11.666,00
BC-901	70.018,00
BC-902	89.000,00
BC-903	24.063,00
TOTAL	1.725.251,00 €

REACTORS MULTITUBULARS

El cost dels reactors multitubulars de la planta s'ha estimat amb el mètode Happel considerant que aquests mecànicament parlant, són equivalents a un bescanviador de calor de carcassa i tubs. Amb l'àrea de transferència de calor de cadascun d'ells i l'equació descrita a continuació es pot fer el càlcul del seu cost:

$$\text{Cost reactor multitubular} = 105 \cdot (\text{Àrea})^{0,62} \quad \text{Equació 8.2.2.3}$$

Taula 8.2.2.4 Preus dels reactors multitubulars de la planta

Reactor	Àrea (m ²)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
R-301	15,96	2.552,07	42.492,04
R-501	141,63	9.879,37	164.491,51
R-502	141,63	9.879,37	164.491,51
TOTAL			371.475,06 €

COLUMNES

La planta compta amb 6 columnes totes elles de rebliment, el procediment per a calcular el seu cost segons el mètode Happel és el següent:

1) Càlcul del cost de la columna buida (6ft de diàmetre):

$$C = C_2 - \frac{N_2 - N}{N_1} \cdot (C_2 - C_1) \quad \text{Equació 8.2.2.4}$$

on:

- C = cost de la columna
- C₂ = cost de la columna amb major nombre de plats.
- N₂ = número de plats de la columna amb major nombre de plats.
- N = número de plats de la columna.
- N₁ = número de plats de la columna amb menor nombre de plats.
- C₁ = cost de la columna amb menor nombre de plats.

2) Aplicació de la regla de Williams per adaptar la columna al diàmetre real:

$$\text{Cost real} = \text{Cost 6ft} \cdot \left(\frac{\text{diàmetre real}}{6\text{ft}} \right)^{0,65} \quad \text{Equació 8.2.2.5}$$

3) Càlcul del volum i cost del rebliment:

$$\text{Volum rebliment} = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{Equació 8.2.2.6}$$

on:

- r = radi de la columna
- h = alçada de rebliment

Taula 8.2.2.5 Preus de rebliment per a columnes.

Material	Anells Rashing (\$/ft ²)	Anells Pall (\$/ft ²)
Porcellana	7	26
Acer al carboni	17	25
Acer inoxidable	70	100

Finalment els costos de les columnes de destil·lació i absorció de la planta són:

Taula 8.2.2.6 Preus de les columnes de la planta.

Columna	Cost cos (1970 \$)	Cost rebliment (1970 \$)	Cost total (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
AB-301	5.797,45	1.666,90	7.464,34	124.281,28
CD-301	3.102,90	344,62	3.447,52	57.401,26
CD-302	9.087,89	2.915,78	12.003,67	199.861,05
CD-401 sup.	3.785,22	652,77	4.437,99	73.892,54
CD-401 inf.	2.917,06	521,44	3.438,51	57.251,16
CD-601	8.676,58	2.774,29	11.450,88	190.657,09
AB-801	10.834,53	6.387,17	17.221,70	114.696,50
TOTAL				818.040,89 €

CRISTALITZADORS

La magnitud utilitzada per quantificar el preu dels cristal·litzadors és la seva capacitat de producte sòlid expressada en tones/dia i l'equació proposada pel mètode Happel:

$$\text{Cost cristal·litzador} = 11600 \cdot \left(\frac{\text{tones}}{\text{dia}}\right)^{0,55} \quad \text{Equació 8.2.2.7}$$

El total de costos associats a aquests equips amb les correccions aplicades segons el seu material, es recullen a la taula següent:

Taula 8.2.2.7 Costos associats als cristal·litzadors de la planta

Cristal·litzador	Capacitat (Tn/dia)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
CR-601	35,64	82.798,74	413.579,70
CR-602	41,73	90.303,50	451.066,00
CR-603	3,50	23.104,44	115.406,67
TOTAL			980.052,37 €

ASSECADOR

El cost de l'assecador de la zona de purificació es pot calcular en funció de la seva àrea perifèrica com:

$$\text{Cost assecador} = 195 \cdot (\text{Àrea})^{0,6} \quad \text{Equació 8.2.2.8}$$

Taula 8.2.2.8 Costos associats al assecador de la planta

Assecador	Àrea (m ²)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
A-601	6,20	5.615,62	28.050,03
TOTAL (x2)			56.100,05 €

BUFADORS

El cost dels bufadors instal·lats a la planta per la impulsió de gasos es poden calcular segons el mètode Happel amb el cabal d'aire impulsat i tenint en compte que en la planta es troben per duplicat, la formula utilitzada és següent:

$$\text{Cost bufadors} = 6,7 \cdot (Ql \text{ aire})^{0,68} \quad \text{Equació 8.2.2.9}$$

Taula 8.2.2.9 Costos associats als bufadors de la planta

Bufador	Cabal (m ³ /min)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
SO-301	4,32	207,59	1.382,56
SO-302	3,22	169,99	1.132,13
TOTAL (x2)			5.029,37 €

CENTRÍFUGUES

El preu de les centrífugues de l'àrea de purificació es poden calcular segons el mètode Happel amb el diàmetre de l'equip i la relació següent:

$$\text{Cost centrífugues} = 354 \cdot \text{Diàmetre} \quad \text{Equació 8.2.2.10}$$

Les centrífugues es troben totes doblades, així que el cost final calculat es duplicarà.

Taula 8.2.2.10 Costos associats a les centrífugues de la planta

Centrífuga	Diàmetre (m)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
CT-601	0,35	4.919,75	24.574,17
CT-602	0,23	3.233,38	16.150,73
TOTAL (x2)			81.449,80 €

TANCS EMMAGATZEMATGE

Per al càlcul del cost dels tancs d'emmagatzematge i les sitges de la planta la magnitud utilitzada en la formula que aplica el mètode Happel és el seu volum.

$$\text{Cost tancs emmagatzematge i sitges} = 1250 \cdot (\text{volum} \cdot 10^{-3})^{0,6} \quad \text{Equació 8.2.2.11}$$

La taula presentada a continuació recull els resultats obtinguts:

Taula 8.2.2.11 Costos associats als tancs i les sitges de la planta

Tanc	Volum (m ³)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
T-101	67,35	7.031,41	117.073,04
T-102	67,35	7.031,41	117.073,04
T-103	42,41	5.327,47	26.610,72
T-104	42,41	5.327,47	26.610,72
T-105	42,41	5.327,47	35.480,96
T-106	42,41	5.327,47	35.480,96
S-101	100,00	8.913,33	59.362,79
S-102	100,00	8.913,33	59.362,79
S-201	100,00	8.913,33	59.362,79
S-202	100,00	8.913,33	59.362,79
T-701	42,41	5.327,47	35.480,96
T-702	42,41	5.327,47	35.480,96
TOTAL			666.742,52 €

RECIPIENTS DE PROCÉS

Els recipients de procés tenen com a magnitud característica el seu volum igual que en el cas dels tancs d'emmagatzematge, però la fórmula utilitzada pel mètode Happel per calcular-ne el seu preu és diferent:

$$\text{Cost recipients de procés} = 15 \cdot (\text{Volum})^{0,82} \quad \text{Equació 8.2.2.12}$$

Taula 1.2.2.12 Costos associats a les centrífugues de la planta

Recipient	Volum (m ³)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
TP-301	5,3	5.700,88	94.919,66
TP-302	12,57	11.574,19	192.710,28
TS-301	0,48	795,52	13.245,48
TP-303	5,3	5.700,88	94.919,66
TP-401	5,3	5.700,88	94.919,66
R-401	100	63.392,19	1.055.479,89
R-402	100	63.392,19	1.055.479,89
TP-402	5,3	5.700,88	94.919,66
TM-501	12,57	11.574,19	77.084,11
TM-502	12,57	11.574,19	77.084,11
TM-503	12,57	11.574,19	77.084,11
TP-602	12,57	11.574,19	192.710,28
TP-601	0,66	1.032,91	5.159,38
TM-601	1,57	2.102,20	10.500,47
TM-801	12,57	11.574,19	77.084,11
T-901	2	2.563,78	17.074,76
TOTAL			3.230.375,54 €

AGITADORS

Per al càlcul del cost dels agitadors que es requereixen en alguns dels recipients de procés, el mètode Happel utilitza la potència de l'aparell i la fórmula següent:

$$\text{Cost agitador} = 1070 \cdot (\text{Potència})^{0,56} \quad \text{Equació 8.2.2.13}$$

Taula 8.2.2.13 Costos associats als agitadors de la planta

Agitador	Potència (kW)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
AG-401	16	5.954,83	99.147,99
AG-402	16	5.954,83	99.147,99
AG-501	0,3	642,32	4.277,84
AG-502	0,3	642,32	4.277,84
AG-503	0,4	754,60	5.025,63
AG-601	0,02	140,97	4.757,88
AG-801	0,37	722,36	3.608,20
TOTAL			220.243,36 €

TORRE DE CREMAT I TORRE DE VENTEIG

Per a l'estimació del preu de la torre de cremat i venteig de les que es disposa a la zona de neutralització del MIC, no s'ha utilitzat el mètode Happel, el seu cost d'adquisició s'ha tret del mateix document que s'ha utilitzat per fer-ne el disseny: "*Sistemas de Gestión y Tratamiento de Aguas y Gases Residuales en el Sector Químico*" redactat pel ministeri de medi ambient y medi rural i marí del govern d'Espanya.

Considerant que la diferència de construcció entre elles és tant sols la flama de la que disposa la torre de cremat, s'ha agafat el mateix preu per les dues: **10.000 €**

TORRES DE REFRIGERACIÓ

El mètode Happel proposa l'equació següent per el càlcul del cost de les torres de refrigeració, en ell estan inclosos els motors i les bombes necessàries pel seu funcionament:

$$\text{Cost torre de refrigeració} = 476 \cdot (Ql \text{ aigua})^{0,6} \quad \text{Equació 8.2.2.14}$$

Taula 8.2.2.14 Costos associats a les torres de refrigeració de la planta

TORRE	Cabal (m ³ /min)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
TR-901	0,26	6.021,73	20.052,35
TR-902	0,26	6.021,73	20.052,35
TOTAL			40.104,70 €

CHILLERS

Les unitats mecàniques de refrigeració o chillers tenen un cost major o menor segons les temperatures i les tones que refreden. En el cas de la planta s'assoleixen temperatures menors de 4°C i en aquests casos l'equació utilitzada per el mètode Happel és la següent:

$$\text{Cost chillers} = 4550 \cdot (\text{Tn refrigeració})^{0,55} \quad \text{Equació 8.2.2.15}$$

Taula 8.2.2.15 Costos associats als grups de fred de la planta

Chiller	Tn refrigeració	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
GF-901	342,99	61.621,35	205.199,09
GF-902	342,99	61.621,35	205.199,09
TOTAL			410.398,18 €

DESCALCIFICADORA

El preu del descalcificador el proporciona el proveïdor i per tant no es calcula aplicant el mètode Happel. L'empresa on s'adquireix s'anomena *Aguas del mare nostrum S.L* i el seu preu és de **1975€**.

CALDERES D'OLI TÈRMIC

El mètode Happel no disposa de cap equació per a calcular el cost de les calderes d'oli tèrmic, el cost de les mateixes s'ha estimat a partir del programa proporcionat per la web: www.matche.com/equipcost on es pot calcular el preu de les calderes d'oli tèrmic (Cylindrical Fried Heater) introduint la pressió de servei i la potència calorífica que els hi correspon. La taula següent recull els resultats obtinguts i la despesa total relacionada amb aquests equips.

Taula 8.2.2.16 Costos associats a les calderes d'oli tèrmic de la planta.

Caldera	Potència calorífica (kW)	Cost final actualitzat (2014 €)
CO-901	848,72	101.380,00
CO-902	848,72	101.380,00
CO-903	848,72	101.380,00
CO-904	848,72	101.380,00
TOTAL		405.520,00 €

COMPRESSORS

La fórmula proposada pel mètode Happel per al càlcul del cost dels equips és la que es presenta a continuació. Per aquests equips, com en el cas de bombes o bufadors, el seu preu ha estat multiplicat per dos per tenir en compte que a la planta es troben per duplicat.

$$\text{Cost compressors} = 645 \cdot (\text{potència})^{0,8} \quad \text{Equació 8.2.2.16}$$

Taula 8.2.2.17 Costos associats als compressors de la planta.

Compressor	Potència (kW)	Cost (1970 \$)	Cost final actualitzat (2014 €)
CO-301	30,43	12.528,10	41.718,56 €
CO-901	75	25.780,57	85.849,31 €
TOTAL (x2)			255.135,74 €

PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

En el cost que fa referència als equips s'ha inclòs també tota la instrumentació que cal instal·lar relacionada amb el sistema contra incendis. Aquesta inclou hidrants, boques d'incendi, polsadors, extintors, alarmes d'emergència, ruixadors automàtics i connexions diverses. El seu cost s'ha estimat en **200.000 €**.

GRUP ELECTRÒGEN I TRANSFORMADOR

El preu del grup elèctrogen i el transformador de la planta han estat estimats en un valor de **350.000 €** per al primer i **100.000 €** per al segon, comparant els preus que ofereixen els diferents proveïdors.

Finalment, el cost del total d'equips de la planta amb el tant per cent corresponent a la seva contribució del total és el següent:

Taula 8.2.2.18 Costos totals associats als equips de la planta.

COSTOS TOTAIS DELS EQUIPS DE LA PLANTA		
EQUIP	Contribució	COST ASSOCIAT (€)
Bombes	2,50%	250.842,41
Bombes de buit	0,49%	49.400,00
Bescanviadors de calor	17,19%	1.725.251,00
Reactors multitubulars	3,70%	371.475,06
Columnes	8,15%	818.040,89
Cristal·litzadors	9,76%	980.052,37
Assecadors	0,56%	56.100,05
Bufadors	0,05%	5.029,37
Centrífugues	0,81%	81.449,80
Tancs d'emmagatzematge i sitges	6,64%	666.742,52
Recipients de procés	32,18%	3.230.375,54
Agitadors	2,19%	220.243,36
Compressors	2,54%	255.135,74
Torre de venteig	0,10%	10.000,00
Torre de cremat	0,10%	10.000,00
Serveis		
Torres de refrigeració	0,40%	40.104,70
Grups de fred	4,09%	410.398,18
Calderes d'oli tèrmic	4,04%	405.520,00
Descalcificadora	0,02%	1.975,00
Grup electrogen	3,49%	350.000,00
Estació transformadora	1,00%	100.000,00
Protecció contra incendis		
Total	1,99%	200.000,00
TOTAL		10.038.135,99 €

8.2.2.2 Immobilitzat: mètode Vian

Per al càlcul dels costos associats al capital immobilitzat de la planta que no són pròpiament maquinària i equips s'utilitza el mètode de Vian. Aquests costos estan associats a conceptes com ara la instrumentació de control de la planta, els serveis o la direcció de muntatge i a cadascun d'ells se'ls assigna un percentatge del cost de maquinària i equips (X) calculat prèviament per a estimar el seu valor.

Segons les característiques de la planta el cost que representen els diferents conceptes pot variar, és per això que cal ajustar de forma crítica els diferents coeficients.

(12) Despeses d'instal·lació: són aquells costos associats a les soldadures, transport fins a peu d'obra, materials, mà d'obra... necessaris per a implementar tots els equips que formen la planta. Poden representar entre un 35 i un 50% del cost dels equips i la major part està associada a materials i mà d'obra. Per a la planta de REIRC el valor del coeficient escollit ha estat del 45%, un valor promig.

(13) Canonades i vàlvules: el coeficient per a aquestes despeses depèn exclusivament de l'estat del fluid de procés, si el que es manipula a la planta són sòlids l3 representarà un 10% de la maquinària i els equips, si són líquids fins un 60%. Aquests costos normalment són elevats per la gran quantitat de vàlvules que es requereixen a la planta.

(14) Instruments de mesura i control: el cost relacionat amb el control de la planta està entre el 5 i el 30% de la maquinària i els equips de la planta, en el cas de la planta de producció de Carbaryl s'aplica un 30% ja que es compta amb una gran quantitat d'aparells de control i la majoria situats en àrees classificades.

(15) Aïllaments tèrmics: el cost que suposa aïllar els equips va lligat a les condicions climàtiques de la zona geogràfica on es trobarà ubicada la planta. En aquest cas, a Tarragona, les temperatures que s'assoleixen no són extremes però hi ha una gran part de canonades i equips que es trobe aïllats, per tant, el coeficient que s'ha utilitzat ha estat mitjà, del 7% (entre el 3 i el 10%).

(16) Instal·lació elèctrica: el consum elèctric està bàsicament relacionat amb la quantitat de motors que hi ha a la planta, aquesta despesa pot suposar entre un 10 i un 20% del cost de maquinària i equips, en aquest cas el valor utilitzat ha estat mitjà ja, del 15%.

(I7) Terrenys i edificis: el cost d'aquest concepte depèn exclusivament de les zones interiors o exteriors que hi ha a la planta, si totes les instal·lacions són exteriors, s'assignarà per a aquesta part un 20-30%, si es tracta d'una planta mixta el valor serà del 12-15% i si totes les instal·lacions són exteriors 5%. En la planta REIRC una part dels equips estan situats a l'exterior i es decideix aplicar un 12% per a aquest concepte.

(I8) Instal·lacions auxiliars: aigua, llum o vapor són exemples del que es consideren instal·lacions auxiliars, el seu valor pot variar del 25 al 70%, de forma general i en aquest cas s'utilitza un valor mitjà de 40%.

En aquest punt es pot calcular el que s'anomena capital físic o primari (Y) representat per la suma de tots els conceptes presentats fins ara.

(I9) Honoraris de projecte i direcció de muntatge: es tenen en compte despeses associades a les diferents retribucions i els seus valors són fixes independentment de les característiques de la planta: un 12% d'honoraris de projecte, un 6% per direcció i un 2% de compra, tots ells referits al valor total del capital primari.

La suma del capital primari els honoraris de projecte i la direcció de muntatge formen el capital directe o secundari (Z) a partir del qual es calcula el valor dels dos últims conceptes.

(I10) Contracte d'obres: el coeficient aplicat és funció de les dimensions de la planta i la seva comunicació i va del 4 al 10%. Per a aquest cas en no tractar-se d'una planta excessivament gran i considerar-se ben comunicada s'aplica un valor del 5%.

(I11) Despeses no previstes: per a les despeses que potser no s'han tingut en compte, les d'últim moment o qualsevol augment possible, s'aplica entre un 10 i un 30% del valor de Z, en aquest cas el valor ha estat mitjà, del 15%.

La taula següent presenta els resultats obtinguts per cadascun dels punts descrits i el valor final del capital immobilitzat.

Taula 8.2.2.19 Costos totals associats a l'immobilitzat de la planta.

MÈTODE DE VIAN: COST TOTAL DE L'IMMOBILITZAT			
Concepte	Coeficient	Contribució	Cost final (2014 €)
Maquinaria i aparells (X)		33,2%	10.038.135,99
Despeses d'instal·lació (I1)	0,45	15,0%	4.517.161,19
Canonades i vàlvules (I2)	0,6	19,9%	6.022.881,59
Instruments de mesura i control (I3)	0,3	10,0%	3.011.440,80
Aïllaments tèrmics (I5)	0,07	2,3%	702.669,52
Instal·lació elèctrica (I6)	0,15	5,0%	1.505.720,40
Terrenys i edificis (I7)	0,12	4,0%	1.204.576,32
Instal·lacions auxiliars (I8)	0,4	13,3%	4.015.254,39
Capital físic o primari (Y)			20.979.704,21 €
Honoraris del projecte (I9a)	0,12	8,3%	2.517.564,51
Direcció del muntatge (I9b)	0,06	4,2%	1.258.782,25
Compra (I9c)	0,02	1,4%	419.594,08
Capital directe o secundari (Z)			25.175.645,05 €
Contracte d'obres (I10)	0,05	4,2%	1.258.782,25
Despeses no previstes (I11)	0,15	12,5%	3.776.346,76
TOTAL (I)			30.210.774,07 €

8.2.3 Capital circulant

Es defineix com capital circulant aquell destinat al funcionament del negoci, els diners físics que fan possible els diferents pagaments als que haurà de fer front l'empresa, sous de treballadors, adquisició de matèries primeres, despeses de fabricació, material auxiliar... Es tracta d'un capital en rotació contínua necessari des de l'inici i en tot moment fins al tancament de la planta.

Aquest capital es recuperarà de forma íntegra en finalitzar el temps de vida del negoci, tant sols es perdrà el valor de l'IPC, no és un capital amortitzable i, tot i la seva recuperació final, és una despesa important a tenir en compte per al càlcul de la inversió inicial.

Hi ha principalment dues maneres de calcular el valor d'aquest capital, el mètode global i el mètode del cicle de producció. El mètode global considera que per a la indústria química el seu valor és d'entre el 10 i el 30% de les ventes previstes o bé de la inversió inicial. El mètode del cicle de producció en fa un càlcul més acurat tenint en compte diferents factors: la producció anual, la reserva de matèria prima, el producte semielaborat, la reserva de producte acabat i les ventes.

Tenint en compte que la majoria d'aquests conceptes són desconeguts per el cas de la planta de REIRC, s'utilitza el mètode global per al càlcul del capital circulat assignant-li un valor del 20% de l'immobilitzat calculat.

$$\text{Capital circul} \cdot \text{lant} = 0,2 \cdot \text{Immobilitzat}$$

$$\text{Capital circul} \cdot \text{lant} = 6.042.154,81 \text{ €}$$

8.2.4 Posada en marxa i adquisició de la parcel·la

En el període de posada en marxa de la planta es poden donar pèrdues de producte semiacabat o de menor puresa de l'esperada, augments de despeses relacionades amb la quantitat de mà d'obra requerida o costos que no s'havien tingut en compte i que tant sols es donaran en l'arrencada de planta. En el cas d'una planta nova com la de producció de Carbaryl aquestes despeses es poden entendre com part de la inversió i es consideren incloses en el concepte de despeses no previstes del mètode de VIAN.

Per últim, un cost que no s'ha tingut en compte fins ara, és l'associat a l'adquisició de la parcel·la on serà construïda la planta. Per calcular el seu cost cal conèixer el preu del metre quadrat de terreny de la zona on s'edificarà. El projecte es durà a terme al Polígon industrial "Escritors" al terme municipal de Tarragona, la seva superfície total és de 53.235m² i el preu del terreny és de 140,9€/m²

$$\text{Cost de la parcel} \cdot \text{la} = \frac{140,9\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 53.235\text{m}^2 = 7.500.811,50 \text{ €}$$

Els costos estimats fins ara formen el total de la inversió inicial, el seu valor i les diferents contribucions que representen es recullen a la taula següent:

Taula 8.2.4.1 Costos totals associats a la inversió inicial de la planta.

Concepte	Contribució del total	Valor de la despesa (€)
Capital immobilitzat	69%	30.210.774,07
Capital circulant	14%	6.042.154,81
Parcel·la	17%	7.500.811,50
INVERSIÓ INICIAL TOTAL		43.753.740,38 €

8.3 ESTIMACIÓ DEL COST DE PRODUCCIÓ

Una vegada determinat el valor de la inversió inicial, cal estimar el cost relacionat amb la producció de Carbaryl que tindrà la planta. El conjunt de costos de producció serà el valor, expressat en unitats monetàries, dels bens i prestacions utilitzats per aconseguir l'objectiu de l'empresa, la producció.

Aquests costos es poden classificar en dos tipus, costos de fabricació de producte (M) i costos generals (G) on s'inclouen despeses d'administració, d'aquesta manera els costos totals de producció seran la suma dels mateixos.

Dins dels costos de fabricació i els costos generals es distingeixen els costos directes i indirectes i els fixos o variables.

- Costos directes: són costos associats clarament amb un ítem com ara costos d'adquisició de matèria primera o manteniment.
- Costos indirectes: contraris als costos directes, són aquells que no es poden relacionar directament amb un concepte, les despeses generades pels laboratoris en són un exemple.
- Costos fixos: costos no associats a la quantitat de producte generat amb un valor constant com ara el lloguer del terreny, si és el cas, o els sous dels treballadors.
- Costos variables: aquests augmentaran o disminuiran en funció del nivell de producció, són pròpiament els que es generen de l'adquisició de matèries primeres o serveis necessaris per al funcionament de les instal·lacions.

8.3.1 Costos de fabricació

Per a l'estimació del total de costos de fabricació (M) cal calcular les despeses associades a diferents conceptes, des de l'adquisició de matèries primeres fins al cost de l'envasat passant pel valor de les patents en el cas de que aquestes s'hagin d'adquirir. La contribució més important dins dels costos de fabricació de producte ve donada per les matèries primeres (M1), la mà d'obra directa (M2) i els serveis generals (M5), la resta de conceptes poden calcular-se aplicant diferents percentatges als mateixos o al immobilitzat de la planta.

(M1) MATERIES PRIMERES

Les matèries primeres per a la fabricació de Carbaryl són el fosgè, l'MMA i l'1-naftol. En aquest conjunt però, també cal tenir en compte les despeses relacionades amb l'adquisició d'altres productes, el dissolvent de planta: toluè, la resina que s'utilitza com a catalitzador: Amberlist A-21, els compostos regenerants de la mateixa: NH_4OH i NH_4Cl i la quantitat de sosa de la que es disposa per a una possible neutralització de MIC.

El càlcul del cost associat a les matèries primeres es realitza a partir de la quantitat anual necessària de cadascuna i el seu preu actual al mercat (Maig 2014), aquest inclou costos de transport, magatzem, tares i taxes, correspon al preu de les matèries primeres un cop són dins la planta.

Taula 8.3.1.1 Despeses anuals relacionades amb l'adquisició de matèries primeres.

M1: MATÈRIES PRIMERES			
Matèria	Consum anual (Tn/any)	Preu actual (€/Tn)	Cost anual (€/any)
Fosgè	6003,98	1.216,88	7.306.128,05
MMA	1890,68	1.777,00	3.359.734,81
1-naftol	8116,97	3.000,00	24.350.897,43
Toluè	2196,71	800,33	1.758.096,12
Amberlyst A-21	0,46	100.000,00	45.639,34
NH_4OH	5,29	400,00	2.116,00
NH_4Cl	8,56	125,80	1.076,53
TOTAL (M1)			36.823.688,27 €

(M2) MÀ D'OBRA DIRECTA

Es considera mà d'obra directa tot aquell personal adscrit al procés de fabricació, sense tenir en compte personal d'administració o relacionat amb els laboratoris. De forma general depèn del grau d'amortització, la capacitat de producció i la naturalesa del producte fabricat a la planta.

Taula 8.3.1.2 Despeses anuals relacionades amb els treballadors de la planta

M2: TREBALLADORS DE LA PLANTA			
Càrrec	Nombre de persones	Sou anual (€/any)	Despesa anual (€/any)
Directius	5	80.000,00	400.000,00
Especialistes caps de secció	12	60.000,00	720.000,00
Especialistes	13	50.000,00	650.000,00
Operaris	30	30.000,00	900.000,00
Personal d'oficina	10	18.000,00	180.000,00
Tècnics de laboratori	3	50.000,00	150.000,00
Operaris de laboratori	7	30.000,00	210.000,00
Personal de neteja	6	18.000,00	108.000,00
Personal de seguretat	4	18.000,00	72.000,00
Personal mèdic	3	30.000,00	90.000,00
TOTAL (M2)			3.480.000,00 €

(M3) PATENTS

Les despeses associades a patents tenen en compte les unitats de producte fabricades, els beneficis obtinguts i les ventes anuals suposant entre un 1 i un 5% del valor de les ventes anuals.

En el desenvolupament del projecte de REIRC Enginyers s'han consultat diverses patents per obtenir informació relacionada amb el procés, condicions d'operació i alternatives de producció, però el conjunt de la planta no es correspon amb cap patent que estigui en vigor amb la qual cosa el valor associat a aquest concepte és 0€.

(M4) MÀ D'OBRA INDIRECTA

Es considera mà d'obra indirecta el personal relacionat amb tasques de supervisió, encarregats generals, vigilants, personal en pràctiques i qualsevol altre treballador que realitzi una feina no relacionada de forma directa amb el procés.

Per calcular la despesa que suposa aquesta mà d'obra s'aplica entre un 15 i un 45% de la mà d'obra principal en funció de la quantitat de personal que sigui necessari.

El valor en aquest cas ha estat detallat i calculat en M2 amb la resta dels treballadors de la planta.

(M5) SERVEIS GENERALS

Els serveis generals són tots aquells recursos energètics i materials que són necessaris pel funcionament de la planta i no s'inclouen en el conjunt de matèries primeres ja que no intervenen de forma directa en el procés. En el cas de la planta REIRC dins d'aquest conjunt s'inclouen l'aigua de xarxa, el consum elèctric, el gas natural i el nitrogen.

Taula 8.3.1.3 Despeses anuals relacionades amb els serveis generals de la planta

M5: SERVEIS GENERALS			
Servei	Consum anual	Preu	Despesa anual (€/any)
Aigua de xarxa	5553,504	2,80	15.549,81
Electricitat	9663930	0,20	1.932.786,00
Gas natural	1016856	0,70	711.799,20
Nitrogen	23400	17,16	401.614,20
TOTAL (M5)			3.061.749,21 €

(M6) SUBMINISTRAMENTS

Aquells productes que s'adquireixen de forma regular a la planta com ara el paper, els lubricants, material de neteja... i que no estan relacionats de forma directa amb el procés productiu s'agrupen en el concepte de subministraments. El càlcul de la seva despesa es considera entre un 0,2 i un 1,5% de l'immobilitzat, en aquest cas s'ha agafat un valor mitjà de 0,8%.

(M7) MANTENIMENT

Dins de les despeses de manteniment s'inclouen els costos relacionats amb les revisions periòdiques d'equips i maquinària, les reparacions, substitucions de peces i maquinària previsibles... Aquests costos depenen de les condicions generals en les que treballa la planta, si són suaus s'estimen entre el 2 i el 4% de l'immobilitzat, si són mitjanes entre el 5 i el 7% i si són dures entre el 8 i el 12%.

En el cas de la planta de producció de Carbaryl les condicions s'han considerat mitjanes i el valor utilitzat ha estat del 7%.

(M8) LABORATORIS

Les tasques que es realitzen al laboratori de control de qualitat de matèries primeres, productes intermedis o productes acabats suposen una despesa d'entre el 5 i el 25% dels costos de la mà d'obra directa. Com a valor mitjà s'agafa un 15%.

(M9) ENVASAT I EXPEDICIÓ

L'envasat del producte final i la seva expedició també suposarà una despesa que cal tenir en compte, en el cas del Carbaryl aquest és molt senzill ja que s'entrega en big-bags i el seu cost s'ha estimat amb el coeficient més petit del rang, un 12% del cost que suposen els sous dels operaris de la planta.

(M10) DIRECTIUS I TÈCNICS

Les despeses anuals relacionades amb els sous dels directius i tècnics de la planta es poden estimar suposant entre un 10 i un 40% dels costos de mà d'obra directa. En aquest cas el valor dels seus sous ja ha estat inclòs en els sous de tots els treballadors de la planta (M2).

(M11) LLOGUER

En el cas de que les instal·lacions o alguns dels equips de la planta no fossin de propietat, caldria tenir en compte les despeses lligades al lloguer dels mateixos en els costos relacionats amb la producció. En el cas de la planta de REIRC les despeses per lloguer són nul·les i el valor de les instal·lacions serà amortitzat.

(M12) IMPOSTOS

Els impostos que s'inclouen com a despeses de producció inclouen els relacionats amb conceptes com el subministrament d'aigua o la neteja lligats amb l'ajuntament o la comunitat autònoma, no s'inclouen els impostos retirats sobre els beneficis anuals obtinguts. El seu valor s'estima entre un 0,5 i un 1% de l'immobilitzat i habitualment es pren un valor de l'1%.

(M13) ASSEGURANCES

Per últim en les despeses lligades a la producció s'inclouen els costos de l'assegurança del terreny i les instal·lacions, sense tenir en compte la dels treballadors. El seu valor s'estima en un 1% de l'immobilitzat.

La taula presentada a continuació recull les despeses associades a cadascun dels conceptes presentats i la seva contribució en els costos de fabricació.

Taula 8.3.1.4 Despeses anuals relacionades amb els costos de fabricació de la planta.

COSTOS DE FABRICACIÓ			
Concepte	Coeficient	Contribució	Cost final (2014 €)
Matèries primeres (M1)	-	72,25%	36.823.688,27
Treballadors de la planta (M2)	-	6,83%	3.480.000,00
Patents (M3)	0	0,00%	0,00
Mà d'obra indirecta (M4)	inclòs en M2		
Serveis generals (M5)	-	6,01%	3.061.749,21
Subministraments (M6)	0,008	0,47%	241.686,19
Manteniment (M7)	0,07	4,15%	2.114.754,18
Laboratoris (M8)	0,15	8,89%	4.531.616,11
Envasat i expedició (M9)	0,12	0,21%	108.000,00
Directius i empleats (M10)	inclòs en M2		
Lloguer (M11)	0	0,00%	0,00
Impostos (fàbrica) (M12)	0,01	0,59%	302.107,74
Seguros (fàbrica) (M13)	0,01	0,59%	302.107,74
TOTAL (M)			50.965.709,45 €

8.3.2 Costos generals

Els costos generals son aquells associats a l'activitat empresarial com ara el departament comercial, administratiu o el de màrqueting. Tot i no estar lligades a la producció aquestes tasques són també imprescindibles per al bon funcionament del total de l'empresa.

Aquest conjunt de costos es pot separar en 4 categories:

- **Comercials:** es relacionen amb el màrqueting destinat a la venda del producte, el seu valor variarà en funció de si aquest és ja conegut, s'incorpora de nou al mercat, si és una matèria primera per a altres indústries o si es tracta d'un producte acabat, etcètera. De forma general el seu cost d'estima entre un 5 i un 20% dels costos de fabricació i es decideix prendre un valor mitjà-baix d'un 10%.
- **Gerència:** dins d'aquest grup s'inclouen els costos administratius adscrits a la gerència com ara els sous dels administratius i gerents a més del material d'oficina i s'estimen en un 5% dels costos de fabricació.
- **Recerca:** és important comptar amb un departament d'investigació i desenvolupament (I+D) i caldrà tenir-ne en compte les despeses que aquest suposa, de forma general s'estimen entre un 0,5 i un 4% dels costos de fabricació agafant com a valor mitjà un 2%.
- **Serveis tècnics:** per últim totes aquelles tasques relacionades amb els serveis tècnics que pot requerir la planta tenen un valor estimat de l'1% dels costos de fabricació.

Les taules següents recullen el valor de cadascun d'aquest costos i el valor final del cost de producció.

Taula 8.3.2.1 Despeses anuals relacionades amb els costos generals de la planta

COSTOS GENERALS			
Concepte	Coefficient	Contribució	Cost final (2014 €)
Comercials	0,1	55,6%	5.096.570,95
Gerència	0,05	27,8%	2.548.285,47
Recerca	0,02	11,1%	1.019.314,19
Serveis tècnics	0,01	5,6%	509.657,09
TOTAL (G)			9.173.827,70 €

Taula 8.3.2.1 Despeses anuals relacionades amb els costos de producció de la planta.

COSTOS DE PRODUCCIÓ FINALS		
Cost	Contribució	Cost final (2014 €)
Fabricació (M)	84,7%	50.965.709,45
General (G)	15,3%	9.173.827,70
TOTAL		60.139.537,15 €

8.4 VENDES I RENDIBILITAT DEL NEGOCI

Un cop estimat el valor de la inversió inicial requerida i la despesa anual que suposarà la producció de Carbaryl, cal conèixer quins són els ingressos per ventes esperats ja que aquests suposaran l'única aportació de capital de l'empresa una vegada es trobi en funcionament i, juntament amb els costos, determinaran la viabilitat del projecte.

8.4.1 Ingressos per vendes

Els ingressos per ventes obtinguts dependran principalment de la quantitat de Carbaril produïda anualment i el preu del pesticida al mercat ja que la síntesi del producte és l'objectiu principal de la planta i per tant en serà la font de capital més important. Tot i així, en aquests ingressos s'han considerat també el beneficis generats en la venda d'un subproducte, HCl en solució aquosa amb una concentració del 38%

Pel que fa a la producció de Carbaril, aquesta és de 1.458,3 kg/h, tenint en compte que es treballa en continu les 24 hores del dia durant 300 dies l'any, anualment es col·locaran al mercat 10.500Tn de Carbaryl amb una puresa del 99,8% el qual s'espera vendre a un preu aproximat de 6,30€/Tn.

La producció d'HCl anual serà de 2282,40 Tn/any i el seu preu s'estima a 214,55 €/Tn.

La taula següent mostra el total d'ingressos per ventes esperats anualment a la planta.

Taula 8.4.1.1 Ingressos per vendes anuals de la planta.

Producte	Producció anual (Tn/any)	Preu (€/Tn)	Benefici (€/any)
Carbaril	10500,00	6.300,00	66.150.000,00
HCl (38%)	2282,40	225,00	513.540,00
TOTAL			66.663.540,00 €

8.4.2 Estudi de la rendibilitat de la planta

Per a avaluar la rendibilitat de la planta de la forma més acurada possible s'apliquen tres estudis diferents que determinaran, per mitjà de diferents càlculs, quina és la viabilitat del projecte en termes econòmics.

8.4.2.1 NCF: Net Cash Flow

El primer dels estudis, i probablement el que proporcionarà les dades més rellevants, és el càlcul del NCF: Net Cash Flow o flux net de caixa. El seu desenvolupament permetrà conèixer quina és la liquidesa de del projecte i la seva capacitat per generar beneficis. L'NCF té en compte les despeses i els beneficis nets de la planta des de que es realitza la inversió inicial, any rere any i fins que s'arriba al temps de vida útil establert per la mateixa.

L'equació general utilitzada per al seu càlcul és la següent:

$$NCF = (-I - CC + R + X)_n + (V - C)_n - t_i * (V - (C + A))_{n-1} \quad \text{Equació 8.4.2.1}$$

on:

- I = valor de l'immobilitzat de la planta.
- CC = capital circulant.
- R = valor residual de la planta.
- X = possibles entrades monetàries a la planta.
- V = vendes.
- C = costos
- A = amortització.
- t = impostos
- n = any en el que es calcula el NCF

La majoria dels paràmetres de l'equació son coneguts i ja calculats en apartats anteriors, a continuació es defineixen aquells que no s'han presentat fins ara:

- Valor residual de la planta: correspon al benefici que es podria obtenir en el cas de vendre algun dels equips o part de les instal·lacions de la planta en el moment del seu tancament, aquesta quantitat no ha estat considerada ja que de forma general en el cas de les plantes químiques el seu valor és pràcticament nul degut a que cal invertir una xifra similar en el desmantellament de la mateixa. L'únic valor que serà recuperat al final de la vida útil de la planta serà l'equivalent al terreny.
- Amortització: és el cost associat a la pèrdua de valor de l'immobilitzat de la planta, no suposa un cost físic i no s'agrupa amb els costos reals però és un terme important a considerar en el càlcul del NCF.

Existeixen diferents criteris d'amortització, lineals, els quals consideren una amortització constant amb el temps, regressius, que consideren que aquesta és més petita com més antic és l'equip basant-se en el cost de reposició del mateix, i progressius, basats en el risc de desaparició dels equips. En aquest cas s'ha aplicat un criteri d'amortització regressiu, la suma de dígit, ja que és el més indicat en els casos en els que el valor residual és nul.

- Impostos: són aquells tributs que exigeix l'estat a l'empresa sense cap compensació directe pel fet d'estar obtenint uns beneficis de les ventes realitzades. Els impostos es descomptaran sempre l'any posterior al que es realitza el càlcul i en el cas de no obtenir beneficis en els dos primers anys, és possible descomptar-los repartits en els anys següents. El seu valor per al càlcul del NCF s'aproxima al 40%.

La taula següent presenta els resultats obtinguts en aplicar el mètode a la planta de producció de Carbaril considerant una vida útil pel projecte de 15 anys.

Taula 8.4.2.1 Càlcul del flux net de caixa anual de la planta.

ANY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
INVERSIÓ	-30,21																
CAPITAL CIRCULANT		-6,04															6,04
TERRENY	-7,50																7,50
VALOR RESIDUAL																	
COSTOS		-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	
VENDES		66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	
NCF	-37,71	0,48	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	13,54
COSTOS		-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	-60,14	
VENDES		66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	
AMORTITZACIÓ		-3,78	-3,52	-3,27	-3,02	-2,77	-2,52	-2,27	-2,01	-1,76	-1,51	-1,26	-1,01	-0,76	-0,50	-0,25	
BASE IMPONIBLE		2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,01	4,26	4,51	4,76	5,01	5,27	5,52	5,77	6,02	6,27	0,00
impostos (40%)		0,00	-1,10	-1,20	-1,30	-1,40	-1,50	-1,60	-1,70	-1,80	-1,90	-2,01	-2,11	-2,21	-2,31	-2,41	-2,51
NCF final	-37,71	0,48	5,42	5,32	5,22	5,12	5,02	4,92	4,82	4,72	4,62	4,52	4,42	4,32	4,22	4,12	11,03

8.4.2.2 VAN: Valor Actual Net

Un altre dels estudis que pot proporcionar informació sobre la rendibilitat de la planta és el càlcul del VAN: Valor Actual Net, representa la suma dels valors actuals, dels futurs ingressos nets i costos. La diferència principal amb l'estudi anterior, NCF, és que aquest té en compte el canvi en valor del diner i permet saber si la planta serà viable o no en les condicions actuals.

L'equació general per al seu càlcul és la següent:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{NCF_n}{(1+i)^n} \quad \text{Equació 8.4.2.2}$$

on:

- NCF = Net Cash Flow
- N = temps de vida útil de la planta (15 anys)
- n = any en el que es calcula el NCF
- i = tipus d'interès actual

Quan el valor del VAN sigui positiu s'obtindran beneficis amb l'interès marcat, en el cas contrari, quan el resultat del VAN sigui negatiu el funcionament de la planta estarà suposant pèrdues aplicant l'interès en qüestió.

La taxa interna de retorn (TIR) indica per a quin interès el valor del VAN és igual a zero i per tant, quan es comencen a obtenir beneficis. El seu valor interessa el més alt possible per tal de tenir una bona rendibilitat inclús amb valor d'interès elevat.

TIR planta = 0,08

A continuació es presenten els resultats del VAN obtingut en forma de taula, per a cadascun dels anys de funcionament de la planta i diferents tipus d'interès, i de forma gràfica, on es pot veure quina és l'evolució del VAN total amb diferents interessos i el valor de la TIR.

Taula 8.4.2.2 Resultats del VAN obtinguts per a la planta.

ANY/ interés	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
0,05	-37,71	0,46	4,92	4,60	4,30	4,01	3,75	3,50	3,26	3,04	2,84	2,64	2,46	2,29	2,13	1,98	8,47
0,10	-37,71	0,44	4,48	4,00	3,57	3,18	2,83	2,53	2,25	2,00	1,78	1,58	1,41	1,25	1,11	0,99	-4,31
0,15	-37,71	0,42	4,10	3,50	2,99	2,55	2,17	1,85	1,58	1,34	1,14	0,97	0,83	0,70	0,60	0,51	-12,48
0,20	-37,71	0,40	3,77	3,08	2,52	2,06	1,68	1,37	1,12	0,91	0,75	0,61	0,50	0,40	0,33	0,27	-17,94
0,25	-37,71	0,39	3,47	2,73	2,14	1,68	1,32	1,03	0,81	0,63	0,50	0,39	0,30	0,24	0,19	0,14	-21,76
0,30	-37,71	0,37	3,21	2,42	1,83	1,38	1,04	0,78	0,59	0,45	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	-24,53
0,35	-37,71	0,36	2,98	2,16	1,57	1,14	0,83	0,60	0,44	0,32	0,23	0,17	0,12	0,09	0,06	0,05	-26,60
0,40	-37,71	0,34	2,77	1,94	1,36	0,95	0,67	0,47	0,33	0,23	0,16	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	-28,19

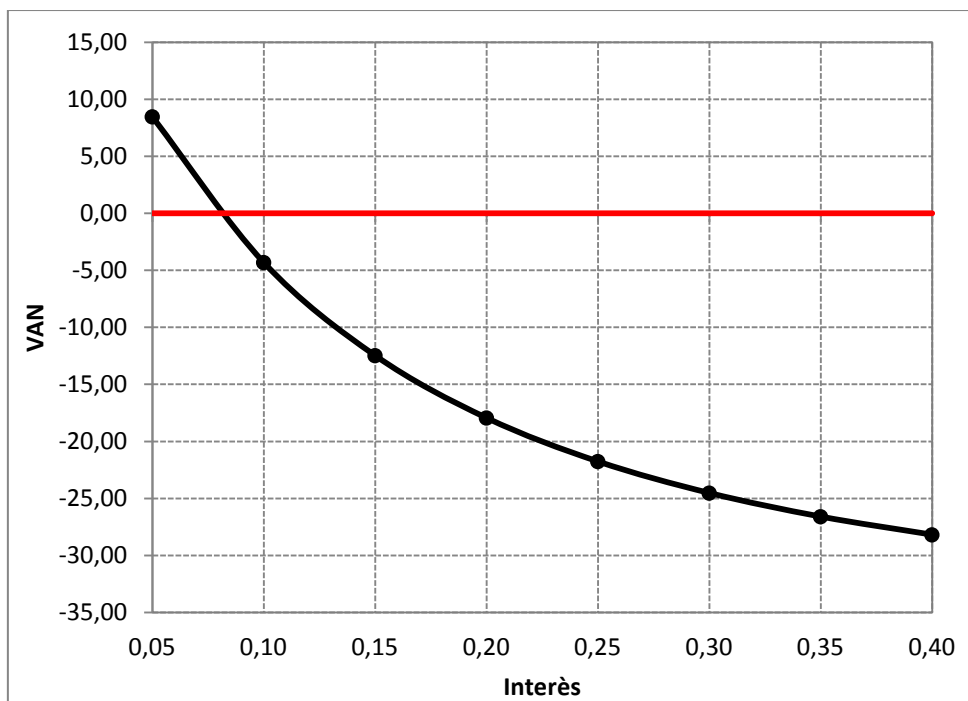


Figura 8.4.2.1 Evolució del valor del VAN segons el tipus d'interès.

8.4.2.3 Pay-back time

El tercer mètode utilitzat per a determinar la viabilitat econòmica del projecte és el càlcul del *Pay-back time* o període de reemborsament corresponent al temps de producció necessari per obtenir el benefici equivalent a la inversió inicial realitzada.

Tot i que no té en compte la rendibilitat, és un mètode senzill que donarà una lectura del risc que suposa invertir en el projecte i de quina és la seva liquiditat.

El Pay-back time de la planta es situa entre el sisè i el setè any de funcionament.

Taula 8.4.2.3 Valor recuperat de la inversió inicial al llarg dels anys de funcionament de la planta.

Any	Valor recuperat (€)	Proporció recuperada (%)
1	0,48	2%
2	5,91	20%
3	11,23	37%
4	16,45	54%
5	21,58	71%
6	26,60	88%
7	31,52	104%

8.5 VIABILITAT DEL PROJECTE

Analitzant els resultats obtinguts en l'estudi de la viabilitat econòmica de la planta es poden treure diferents conclusions.

En primer lloc, pel que fa al resultat del NCF, aquest té una valor positiu des del primer any de funcionament de la planta, això és equivalent a dir que s'obtenen beneficis des del moment en que es comença a produir. Tot i que aquests no siguin molt elevats, tenint en compte les característiques de la planta i la falta d'experiència prèvia en la realització de dissenys similars, es considera que el resultats econòmics anuals obtinguts són prou bons.

Pel que fa al valor del VAN, com ja s'ha comentat anteriorment, el resultat és millor com més elevat és el valor de la TIR obtinguda ja que això indica l'obtenció de beneficis tot i que s'apliqui una taxa d'interès molt elevada. En el cas de la nostra planta, el valor de la TIR és baixa, 0,08, així que la planta tant sols seria econòmicament viable si l'interès aplicat fos baix, cosa que en la situació econòmica actual, no és el més probable.

Per últim pel que fa al Pay-back time, aquest se situa entre el sisè i el setè any de producció. Habitualment es considera apropiat que la recuperació es doni entre el quart i cinquè any de funcionament, però un cop més, tenint en compte les condicions en les que s'ha realitzat aquesta estimació el valor és prou positiu.

Tot i els resultats que s'han obtingut amb cadascun dels anàlisis, cal remarcar el fet de que els preus, tant de les matèries primeres com de venda del producte, fluctuen de forma important amb el pas dels anys i els canvis econòmics del país, a més a més, també es pot assegurar que en els 15 anys de vida de la planta caldrà substituir algun dels equips dels que es disposa o es donaran despeses que no s'han tingut en compte per a la realització d'aquests càlculs, així doncs tot i que els resultats són força positius, en el cas de que el disseny es dugués a terme de forma real, caldria ser molt més crític en l'evaluació de les despeses i les vendes així com en la selecció dels equips, instrumentació i immobilitzat en general, escollits per a la construcció de la planta.

En contrapartida, un punt a favor de l'anàlisi, és el fet de que actualment les plantes químiques compten amb un temps de vida més elevat del que ha estat considerat fins ara, podent ser de fins a 25 o 30, i per tant la possibilitat de que la planta acabi sent viable econòmicament parlant és més elevada.