

PROJECTE FINAL DE CARRERA



Universitat Autònoma de Barcelona

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CARBARIL



Catalina Neus Abraham Pons

Gloria Cifre Marqués

Viena Hidalgo Roca

Maria del Carmen Martínez Fernandez

Albert Pujol Aragonés

Avaluació Econòmica

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA	1
7.1. Inversió inicial.....	1
7.1.1 Càlcul de les despeses prèvies	1
7.1.2. Càlcul del capital immobilitzat	1
7.1.3. Càlcul del capital circulant.....	21
7.1.4. Posada en marxa de la planta.....	21
7.2. Estimació dels costos de producció	22
7.2.1. Costos de fabricació.....	23
7.2.2. Costos generals	27
7.2.3. Costos producció	27
7.3. Ingressos per ventes i rendibilitat de la planta.....	28
7.3.1. Ingressos per ventes	28
7.3.2. Càlcul del Net Cash Flow	28
7.3.3. Estudi del rendiment econòmic	31
7.3.4. Càlcul del valor actual net (VAN) i de la taxa interna de retorn (TIR)	32

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA

A continuació es fa un estudi segons la viabilitat del projecte des del punt de vista econòmic. Primer es calcularà el costos i els beneficis fent un balanç econòmic i es calcularà el temps necessari per recuperar l'amortització de la inversió inicial.

Es suposa que el temps de vida útil de la planta es de 14 anys, i s'assumeix que la quantitat produïda es de 11.854,58 Tn/any.

Per realitzar aquest balanç primer s'han d'analitzar els següents factors: la inversió inicial, despeses prèvies, capital immobilitzat, capital circulant, capital previ, despeses i ingressos per vendes.

7.1. Inversió inicial

La inversió inicial es defineix com el capital necessari que s'ha d'aportat abans de començar l'activitat de la planta. Aquesta inversió consta de les despeses prèvies, del capital immobilitzat, del capital circulant i de la posada en marxa de la planta.

7.1.1 Càlcul de les despeses prèvies

Són les despeses que fan referència al capital necessari abans de començar el disseny i construcció de la planta. S'inclouen les despeses derivades de la gestió administrativa, les despeses dels estudis del mercat o despeses d'investigació.

Aquestes despeses no es poden avaluar ja que són anteriors a la construcció de la planta i per tant no es tenen en compte a l'hora de realitzar l'avaluació econòmica.

7.1.2. Càlcul del capital immobilitzat

Es la part del capital empleada en l'adquisició dels equips, maquinaria, edificis, instruments i materials de la planta.

El valor d'aquesta inversió decreix amb el temps degut al desgast i l'envelliment dels equips, per la qual cosa es realitza una amortització d'aquest capital immobilitzat per compensar les pèrdues.

Per estimar el capital immobilitzat es pot aproximar segons tres mètodes de càlcul diferents:

- 1) Mètode global: son de càlcul ràpid, entre 5 i 30 min però tenen un error significatiu de entre el 50% i el 100%, per lo que són molt fiables.

- 2) Mètodes de factor únic: El mètode del factor únic s'anomena també del factor de Lang, i únicament s'utilitza per a plantes estàndards, i no es molt utilitzat degut a la seva fiabilitat. Es un procediment més llarg, dura uns 30 hores i s'acumula un error entre el 20 i el 50%.
- 3) Mètodes de factor múltiple: Són procediments que requereixen una estimació del temps majors, més de 50 hores per a l'estimació del capital immobilitzat cometen menys error entre un 10 i 20%, per lo que s'augmenta la seva fiabilitat.

Per l'avaluació econòmica del projecte es realitzarà a partir del mètode del factor múltiple, es a dir a partir del Mètode de Vian, basat aquest en la determinació del capital immobilitzat a partir de percentatges de diverses parts respecte als costos de maquinaria i equips.

Cost dels equips

Per realitzar l'estimació dels costos dels equips que s'utilitzen en la planta es poden aproximar a partir de:

- Catàlegs
- Regla de Williams
- Mètode Ponderal
- Metodologia del Happel

Tant si s'utilitza la regla de Williams o la metodologia del Happel, ens donen l'estimació del preu dels equips per a un determina a un any concret del passat, per el que fa falta actualitzar el preu al any actual.

Per realitzar l'actualitzar el preu s'utilitza els índex CEPCI (Chemical Engineering Plan Cost Index).

A continuació s'explicarà amb detall els mètodes que es poden emprar per a la determinació del preu dels equips.

1) En els catàlegs, el preu ve determinat per l'empresa en la qual es vol comprar l'equip, per tant en aquests casos, el preu del equip ja es troba fixat i actualitzat.

2) La Regla de Williams calcula el preu d'un equip mitjançant una comparació amb un equip que tingui la seva magnitud característica similar. I es fa utilitzant la fórmula:

$$C_E = C_{E\text{conegut}} \cdot \left(\frac{S_E}{S_{E\text{conegut}}} \right)^b \quad (\text{Eq. 7.1.1})$$

On:

S_E : Magnitud característica del equip del qual es vol determinar el preu

$S_{E\text{coneguda}}$: Valor de la magnitud característica del equip del qual es coneix el preu

C_E : Preu del equip a conèixer

$C_{E\text{coneguda}}$: preu del equip conegut

b: Exponent que depèn del tipus de fabricació química (0,6)

4) Mètode ponderal s'utilitza per a equips fabricats en caldereries i es calcula el cost del equip mitjançant l'equació:

$$C_E = A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \text{Pes primari} \quad (\text{Eq. 7.1.2})$$

On:

C_E : Cost del equip en pessetes del any 1990

A: Coeficient per passar el pes primari a pes definitiu

B: Coeficient de qualitat (ptas/kg)

C: Coeficient de mecanització

D: Coeficient de tractament especial de superfícies

Pes primari: factor de volum del equip per la densitat del material utilitzat (Kg)

En aquest mètode de càlcul es consideren sempre tapes planes per a la geometria del equip i a més, s'obté el preu del equip en pessetes i per a l'any 1990, aquest preu s'actualitza amb el mètode CEPCI.

5) Metodologia Happel consisteix en calcular el preu de cada equip individualment segons les diverses correlacions en funció del paràmetre característic del equip en qüestió. En aquest mètode es té en compte el cost de compra i el cost d'instal·lació, aquest mètode estima el preu per a l'any 1970 i dona un valor del preu expressat en dòlars.

En aquest mètode d'estimació es basaran els càlculs per a l'estimació de la major part dels equips de la planta, per tant, al valor del preu del cost final del equip s'haurà d'actualitzar i fer la conversió de dòlars a euros.

6) Índex CEPCI (Chemical Engineering Plan Cost Index), s'utilitza per actualitzar el preu del equip del any en el qual es basa el mètode de càlcul, a un cost en l'any actual.

$$C_{any\ actual} = C_{any\ t} \cdot \left(\frac{CEPCI_{any\ actual}}{CEPCI_{any\ t}} \right) \quad (\text{Eq. 7.1.3})$$

On:

$C_{any\ actual}$ és el cost del equip en dòlars actualitzat

$C_{any\ t}$ és el cost en dòlars a l'any t

$CEPCI_{any\ actual}$ és l'índex per a l'any XXXX ()

$CEPCI_{any\ t}$ és l'índex CEPCI per a l'any t

a) Estimació del preu dels tancs d'emmagatzematge i sitges

Per l'estimació del preu dels tancs d'emmagatzematge i de les sitges s'utilitza la metodologia Happel, Fent ús de l'Equació 7.1.4 es determina preu del tanc i aquest preu s'actualitza i es converteix a euros.

Els tancs i sitges que hi ha alguns que es troben construïts amb material AISI 316L altres amb TM-101, TM-103, TM-104, TM-105, TM-106, ST-101, ST-102, ST-103, TP- 801, TP-802, ST-901 i ST-902, mentre que TM-102 es troba construït amb Hasterolly alguns treballen a pressió atmosfèrica y altres treballen com ara els TM-101 i TM-102 que es troben a pressió. En aquest cas, es pren la decisió de augmentar un 20% el preu dels tancs que es troben a pressió i un 10% la resta de tancs que es troben construïts amb AISI 316L.

En la metodologia del Happel l'Equació 7.1.4 és vàlida per al tancs que es troben a pressió atmosfèrica i es troben construïts amb acer al carboni.

Aquesta condició no es compleix per a la nostra planta, per tal d'adaptar la fórmula del Happel al nostre cas, s'opta per multiplicar els valors obtinguts mitjançant la fórmula de Happel per un factor per obtenir un preu més aproximat.

$$Cost (\$ 1970) = 1250 \cdot (gal \cdot 10^{-3})^{0.6} \quad (\text{Eq.7.1.4})$$

A continuació es mostra una taula amb els resultats obtinguts del cost individuals per a cada equip i el valor global.

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.1 Cost dels tancs d'emmagatzematge I

Referencia	Equip	Volum (m ³)	Capacitat (galons)
TE-101	Tanc emmagatzematge de MMA	76	20.077,08
TE-102	Tanc emmagatzematge de Fosgè	63,5	16.774,93
ST-101	Tanc emmagatzematge de α -Naftol	476,5	125.877,98
TE-103	Tanc emmagatzematge de Toluè	163,5	43.192,13
TE-104	Tanc emmagatzematge de Toluè	163,5	43.192,13
TE-105	Tanc emmagatzematge de Toluè	163,5	43.192,13
TE-106	Tanc emmagatzematge de Toluè	163,5	43.192,13
ST-901	Tanc emmagatzematge de Carbaril	738,4	195.064,64
ST-902	Tanc emmagatzematge de Carbaril	738,4	195.064,64
ST-102	Tanc emmagatzematge NaOH	40	10.566,88
ST-103	Tanc emmagatzematge Amberlyst	2	528,34

Taula 7.1.2 Cost dels tancs d'emmagatzematge II

Referencia	Cost tanc A.C (\$1970)	Cost tanc real (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
TE-101	7.560,15	9.072,18	42.192,48	30.758,32
TE-102	6.787,45	8.144,93	37.880,10	27.614,59
ST-101	22.744,68	25.019,15	116.357,96	84.824,95
TE-103	11.971,62	13.168,78	61.244,77	44.647,44
TE-104	11.971,62	13.168,78	61.244,77	44.647,44
TE-105	11.971,62	13.168,78	61.244,77	44.647,44
TE-106	11.971,62	13.168,78	61.244,77	44.647,44
ST-901	29.581,29	32.539,42	151.332,90	110.321,69
ST-902	29.581,29	32.539,42	151.332,90	110.321,69
ST-102	5143,73	5.658,10	26.314,45	19.183,24
ST-103	852,43	937,68	4.360,90	3.179,10

Cost Total (€)	564.793,32
-----------------------	------------

b) Estimació del preu dels recipients de procés

Els recipients de procés inclouen els reactors, tancs de mescla i tancs pulmó. Els cost del equip varia segons si el equip en qüestió treballa o no pressió i del material amb el qual esta construït. L'agitació que porten alguns reactors o tancs de mescla es calcula en un apartat separat.

En aquest apartat cal remarcar també que es fa ús d'un factor per adaptar el preu del equip calcular amb la metodologia Happel, ja que aquesta només contempla equips dissenyats a partir d'acer al carboni, d'acer inoxidable i d'acer vitrificat, i en planta, en concret en les A-200, A-300, A-400 i alguns equips de la A-500 s'utilitza com a material de construcció Hasterolly B2, es pren la decisió de que aquells equips que estan construïts amb Hasterolly se li suma un 10% més.

$$Cost (\$ 1970) = 57 \cdot (gal)^{0,82} \quad (Eq.7.1.5)$$

A continuació es mostra una taula amb els resultats obtinguts del cost individuals per a cada equip i el valor global.

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.3 Cost dels recipients de procés part I

Referencia	Equip	Volum (m ³)	Capacitat (galons)
TP-301	Tanc pulmó de la posada en marxa	27,2	7.185,48
TP-302	Tanc pulmó	0,122	32,23
TP-303	Tanc pulmó de la posada en marxa	6,4	1.690,70
TP-304	Tanc pulmó	0,141	37,25
TP-401	Tanc pulmó	32,7	8.638,43
R-401	Reactor de mescla perfecta	210,67	55.653,13
TP-501	Tanc pulmó de la posada en marxa	5,9	1.558,62
TP-502	Tanc pulmó	0,268	70,80
TP-505	Tanc pulmó de la posada en marxa	28,95	7.647,78
TP-506	Tanc pulmó	0,252	66,57
TP- 503	Tanc pulmó de la posada en marxa	4,36	1.151,79
TP-504	Tanc pulmó	0,985	260,21
TM-601	Tanc mescla reactius R-601	10,9	2.879,48
TP-701	Tanc pulmó de la posada en marxa	41,37	10.928,80
TP-702/A	Tanc pulmó	2,62	692,13
TP-702/B	Tanc pulmó	2,62	692,13

TP-703/A	Tanc pulmó	11,22	2.964,01
TP-703/B	Tanc pulmó	11,22	2.964,01
TM-701	Tanc de mescla	9,5	2.509,63
TM-702/A	Tanc de mescla Naftol	7,79	2.057,90
TM-702/B	Tanc de mescla Naftol	7,79	2.057,90
TP-801	Tanc pulmó MIC	24,5	6.472,22
TP-802	Tanc pulmó MIC	24,5	6.472,22

Taula 7.1.4 Cost dels recipients de procés part II

Referencia	Cost_{tanc A.C} (\$1970)	Cost_{tanc real} (\$1970)	Cost tanc (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
TP-301	82.826,36	91.109,00	423.725,70	308.896,04
TP-302	983,19	1.081,51	5.029,83	3.666,75
TP-303	25.286,55	27.815,21	129.361,75	94.304,72
TP-304	1.107,09	1.217,80	5.663,67	4.128,82
TP-401	96.327,71	105.960,48	492.796,33	359.248,52
R-401	443.788,76	488.167,63	2.270.348,44	1.655.084,01
TP-501	23.654,88	26.020,37	121.014,37	88.219,48
TP-502	1.874,53	2.061,98	9.589,78	6.990,95
TP-505	87.171,38	95.888,52	445.954,07	325.100,52
TP-506	1.782,26	1.960,48	9.117,73	6.646,83
TP- 503	18.458,70	20.304,57	94.431,57	68.840,62
TP-504	5.450,54	5.995,60	27.884,06	20.327,48
TM-601	39.130,18	43.043,19	200.183,39	145.933,69
TP-701	116816,51	116816,51	543285,04	396.054,79
TP-702/A	12157,08	12157,08	56539,59	41.217,36
TP-702/B	12157,08	12157,08	56539,59	41.217,36
TP-703/A	40069,71	40069,71	186354,45	135.852,39
TP-703/B	40069,71	40069,71	186354,45	135.852,39
TM-701	34958,71	34958,71	162584,44	118.524,06
TM-702/A	29708,64	29708,64	138167,64	100.724,21
TM-702/B	29708,64	29708,64	138167,64	100.724,21
TP-801	76021,82	76021,82	353558,93	257.744,46
TP-802	76021,82	76021,82	353558,93	257.744,46

Cost Total (€)	4.673.044,10
-----------------------	--------------

Per al càlcul del cost dels reactors de R-201 i R-601 es calculen també mitjançant la metodologia de Happel, aquest dos reactors es caracteritzen per ser reactors tubulars, per tal de calcular el seu cost s'aproximen al càlcul que utilitza el Happel per al càlcul dels bescanviadors ja que tenen la mateixa estructura. Cal fer l'incís que el preu que

s'obté és una aproximació i que el preu d'aquestes dues unitats de procés serà més costos.

$$Cost (\$ 1970) = 105 \cdot (A)^{0.62} \quad \text{Equació 7.1.6}$$

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.5 Cost dels reactors R-201 i R-601

Referència	Equip	A (m ²)	A (ft ²)	Cost (1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
R-201	Reactor tubular	3,54	39,40	1.024,16	4.763,13	3.472,32
R-601	Reactor multi tubular	185,135	1.992,78	11.664,16	54.247,18	39.546,19

Cost Total (€)	43.018,52
-----------------------	-----------

El cost total dels recipients de procés incloent R-201 i el R-601 és de **4.716.062,62 €**.

c) Estimació del cost dels agitadors

L'estimació del preu dels agitadors es calcula també fent ús de la metodologia de Happel, aquesta fa una distinció entre dos tipus de agitadors els rodets i eix d'acer al carboni i els de rodets i eix d'acer inoxidable.

El càlcul dels agitadors que s'empren en planta s'ha fet considerant solament els d'acer inoxidable, es calcula a partir de :

$$Cost (\$ 1970) = 2000 \cdot (HP)^{0.56} \quad (\text{Eq. 7.1.7})$$

Per al càlcul de HP, la potencia d'agitació en cavalls de vapors al eix del agitador del motor, s'utilitza la relació descrita en la metodologia Happel, on 5 HP/1000 galons.

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.6 Cost dels agitadors I

Referencia	Equip	Potencia Agitació (KW)
AG-401	Agitador del R-401	81,7
AG-601	Agitador del TM-601	8,2
AG-701	Agitador del CR-701	97,6
AG-702	Agitador del CR-702	93,38
AG-703	Agitador del TM-702	9,32
AG-704	Agitador del CR-703	68,46
AG-705/A	Agitador del TM-703/A	5,48
AG-705/B	Agitador del TM-703/B	5,48

Taula 7.1.7 Cost dels agitadors II

Referencia	Potencia Agitació (HP)	Cost (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
AG-401	109,52	27.742,18	129.022,11	94.057,12
AG-601	10,99	7.656,53	35.608,65	25.958,71
AG-701	130,83	30.647,01	142.531,77	103.905,66
AG-702	125,17	29.897,74	139.047,11	101.365,34
AG-703	12,49	8.225,63	38.255,40	27.888,18
AG-704	91,77	25.127,02	116.859,61	85.190,66
AG-705/A	7,35	6.109,61	28.414,30	20.714,02
AG-705/B	7,35	6.109,61	28.414,30	20.714,02

Cost Total (€)	479.793,71
-----------------------	------------

d) Estimació del preu de les columnes

En la metodologia Happel es descriu el procediment per fer un càlcul aproximat del cost de la columna, basat aquest en columnes de plats, per tant aquelles que treballin amb rebliment s'aproximarà el rebliment utilitzat a un nombre equivalent de plats.

El cost de la columna ve determinat en funció del número de plats, de la distància entre plats i del diàmetre de la columna. Quan menor sigui l'alçada entre els plats, menor serà la alçada de la columna i per conseqüència el cost també es veurà reduït.

Un cop conegut el valor del número de plats es determina el preu de la columna buida referida a un diàmetre de 6 peus mitjançant l'Equació 7.1.7.

$$C_{buida\ 6\ ft}(\$1970) = C_1 - \left(\frac{N^{\circ}plats_1 - N^{\circ}plats_x}{N^{\circ}plats_1 - N^{\circ}plats_2} \right) \cdot (C_1 - C_2) \quad (\text{Eq. 7.1.8})$$

On:

$C_{buida\ 6\ ft}$: Cost de la columna de la mateixa alçada de la qual es vol calcular (columna x) per de 6 ft de diàmetre (dòlars 1970).

C_1 : Cost de la columna que presenta més plats que la columna x

C_2 : Cost de la columna que presenta menys plats que la columna x

$N^{\circ}plats_1$: Plats que presenta la columna amb un major número de plats que la columna x

$N^{\circ}plats_x$: Plats de la columna que es vol calcular

$N^{\circ}plats_2$: Plats de la columna amb menys número de plats que la columna x

Taula 7.1.8 Cost de les columnes de 6ft part I

Referència	Equip	Alçada (m)	Diàmetre (m)	N ^o plats teòrics
CA-301	Absorbidor	9,45	0,457	10
CA-302	Absorbidor	9,45	0,457	10
CD-301	Columna destil·lació	9,21	0,762	25
CD-302	Columna destil·lació	12,38	0,6096	18
CD-501	Columna destil·lació	11,11	0,76	14
CD-502	Columna destil·lació	7	0,914	23
CD-503	Columna destil·lació	20,35	0,76	25
CD-701	Columna destil·lació	11,5	0,9	9

Taula 7.1.9 Cost de les columnes de 6ft part II

Referència	N ^o plats 1	N ^o plats 2	C ₁ (\$1970)	C ₂ (\$1970)	C _{buida Ø=6ft} (\$1970)
CA-301	20	10	19.400	11.000	11.000
CA-302	20	10	19.400	11.000	11.000
CD-301	50	20	35.200	35.200	35.200
CD-302	20	10	19.400	11.000	4.280
CD-501	20	10	19.400	11.000	7.640
CD-502	50	20	35.200	19.400	17.030
CD-503	50	20	35.200	35.200	35.200
CD-701	20	10	19.400	11.000	11.840

Ara es mostra la *Taula 7.1.10* del preu de la columna amb el seu diàmetre real en dòlars a l'any 1970.

Taula 7.1.10 Cost de les columnes amb seu diàmetre real

Referència	Equip	C _{buida Ø=6ft} (\$1970)	Diàmetre (m)	C _{real} (\$1970)
CA-301	Absorbidor	11.000	0,457	4.466,12
CA-302	Absorbidor	11.000	0,457	4.466,12
CD-301	Columna destil·lació	35.200	0,762	19.925,32
CD-302	Columna destil·lació	4.280	0,6096	2.095,63
CD-501	Columna destil·lació	7.640	0,76	4.317,32
CD-502	Columna destil·lació	17.030	0,914	10.849,80
CD-503	Columna destil·lació	35.200	0,76	19.891,31
CD-701	Columna destil·lació	11.840	0,9	7.467,95

A continuació es calcula el preu del rebliment.

$$Coste_{rebliment} = \left(\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H_{rebliment} \right) \cdot Preu_{rebliment} \quad (\text{Eq. 7.1.9})$$

Taula 7.1.11 Cost del rebliment de les columnes

Referència	Equip	Rebliment	Alçada rebliment (m)	Diàmetre (m)	Cost rebliment (€ 2012)
CA-301	Absorbidor	Intalox Saddles (Ceramic) ½ inch	5,4	0,457	279,82
CA-302	Absorbidor	Intalox Saddles (Ceramic) ½ inch	5,4	0,457	279,82
CD-301	Columna destil·lació	Rasching Rings (Ceramic, random) 1 inch	4,9	0,762	2114,91
CD-302	Columna destil·lació	Intalox Saddles (Ceramic) ½ inch	7,758	0,6096	536,25
CD-501	Columna destil·lació	Intalox Saddles (Ceramic) 1,5 inch	6,27	0,76	626,15
CD-502	Columna destil·lació	Intalox Saddles (Ceramic) 0,375 inch	4	0,914	837,30
CD-503	Columna destil·lació	Plats	-	-	-
CD-701	Columna destil·lació	Ballast Rings metalics 1 inch	3,7	0,9	2.092,30

Per últim s'actualitza el preu de les columnes buides al any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros i a les columnes de rebliment se li suma el cost del rebliment. Cal esmentar que a les columnes CD-302 i a la CD-501 que treballen a pressió se li aplica un 20% més del cost total calculat per Happel.

Taula 7.1.12 Cost total actualitzat de les columnes

Referencia	Equip	C _{col buida} (\$ 2012)	C _{col buida} (€ 2012)	Cost total (€ 2012)
CA-301	Absorbidor	20.770,82	15.141,93	15.421,75
CA-302	Absorbidor	20.770,82	15.141,93	15.421,75
CD-301	Columna destil·lació	92.667,81	67.554,83	69.669,75
CD-302	Columna destil·lació	9.746,27	7.105,03	9.169,54
CD-501	Columna destil·lació	20.078,80	14.637,44	18.316,32
CD-502	Columna destil·lació	50.459,76	36.785,16	37.413,14
CD-503	Columna destil·lació	92.509,64	67.439,53	67.439,53
CD-701	Columna destil·lació	34.731,60	25.319,34	27.411,64

Cost Total (€)	260.263,43
-----------------------	------------

e) Estimació del cost de les bombes

El cost de les bombes s'estima a partir de:

Taula 7.1.13. Costos de compra per equips de procés (1970)

Potencia del motor (HP)	Cost de compra \$
1	600
10	1400
100	6000

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros. En el cost total es té en compte que les bombes es troben doblades per qüestions d'operació.

Taula 7.1.14 Cost total de les bombes

Referència	Equip	Potencia del motor(HP)	Cost (\$1970)	Cost (\$2012)	Cost (€ 2012)
P-101	Bomba	1,60	652,95	3.036,73	2.213,78
P-102	Bomba	0,14	523,35	2.433,95	1.774,35
P-103	Bomba	0,87	588,43	2.736,65	1.995,02
P-104	Bomba	0,07	517,02	2.404,52	1.752,90
P-105	Bomba	1,39	635,07	2.953,56	2.153,14
P-106	Bomba	2,65	746,49	3.471,75	2.530,90
P-301	Bomba	0,78	580,55	2.700,01	1.968,31
P-302	Bomba	0,27	534,93	2.487,84	1.813,64
P-303	Bomba	0,54	559,14	2.600,42	1.895,70
P-305	Bomba	7,39	1167,56	5.430,04	3.958,50

P-306	Bomba	0,07	517,42	2.406,39	1.754,26
P-304	Bomba	0,69	572,68	2.663,41	1.941,62
P-307	Bomba	0,47	552,71	2.570,52	1.873,91
P-306A/B	Bomba	0,11	520,94	2.422,76	1.766,19
P-401A/B	Bomba	0,45	551,28	2.563,85	1.869,05
P-402A/B	Bomba	0,32	539,19	2.507,63	1.828,06
P-403A/B	Bomba	1,43	638,63	2.970,12	2.165,22
P-501A/B	Bomba	0,53	558,31	2.596,57	1.892,90
P-502A/B	Bomba	0,13	522,69	2.430,92	1.772,14
P-503A/B	Bomba	0,07	516,94	2.404,14	1.752,62
P-504A/B	Bomba	0,15	524,82	2.440,82	1.779,35
P-505A/B	Bomba	0,19	527,64	2.453,91	1.788,90
P-506A/B	Bomba	0,28	536,38	2.494,57	1.818,54
P-507A/B	Bomba	0,04	514,89	2.394,63	1.745,69
P-508A/B	Bomba	0,03	514,20	2.391,41	1.743,34
P-509A/B	Bomba	0,24	532,26	2.475,39	1.804,56
P-509A/B	Bomba	0,52	557,07	2.590,82	1.888,71
P-510A/B	Bomba	0,32	539,29	2.508,13	1.828,42
P-513A/B	Bomba	0,04	515,05	2.395,38	1.746,23
P-511A/B	Bomba	1,01	601,27	2.796,36	2.038,55
P-512A/B	Bomba	0,78	580,08	2.697,82	1.966,71
P-601	Bomba	0,69	572,42	2.662,19	1.940,74
P-602	Bomba	0,89	590,39	2.745,75	2.001,65
P-801	Bomba	0,13	522,66	2.430,78	1.772,04
P-804	Bomba	0,13	522,66	2.430,78	1.772,04
P-802	Bomba	0,08	518,31	2.410,54	1.757,28
P-805	Bomba	0,08	518,31	2.410,54	1.757,28
P-803	Bomba	0,04	514,72	2.393,85	1.745,12
P-806	Bomba	0,04	514,72	2.393,85	1.745,12
P-701	Bomba	0,17	526,18	2.447,12	1.783,95
P-702	Bomba	0,54	559,24	2.600,88	1.896,04
P-703	Bomba	0,04	515,00	2.395,15	1.746,06
P-704	Bomba	0,29	536,53	2.495,28	1.819,06
P-705	Bomba	0,81	582,68	2.709,91	1.975,52
P-706	Bomba	0,70	573,46	2.667,00	1.944,25
P-707	Bomba	0,55	559,86	2.603,79	1.898,16
P-708	Bomba	0,67	571,02	2.655,70	1.936,00
P-709	Bomba	0,10	519,76	2.417,29	1.762,20
P-710	Bomba	0,08	518,17	2.409,89	1.756,81
P-711	Bomba	0,46	551,98	2.567,12	1.871,43
P-712	Bomba	0,27	535,30	2.489,56	1.814,89

Cost Total (€)	195.033,74
-----------------------	------------

f) Bescanviadors de calor

El cost dels bescanviadors de calor ve determinat per el programa que s'ha utilitzat per a fer al disseny.

Taula 7.1.15 Cost total dels bescanviadors de calor

Referència	Equip	Cost (€)
H-201	Bescanviador de carcassa i tubs	38.964,00
H-202	Bescanviador de carcassa i tubs	13.021,00
H-203	Bescanviador de carcassa i tubs	17.825,00
H-204	Bescanviador de carcassa i tubs	354.713,00
H-301	Bescanviador de carcassa i tubs	14.722,00
K-301	Kettle reboiler de la columna CD-301	13.313,00
C-301	Condensador de la columna CD-301	50.801,00
H-302	Bescanviador de carcassa i tubs	22.862,00
H-303	Bescanviador de carcassa i tubs	7.172,00
K-302	Kettle reboiler de la columna CD-302	68.092,00
C-302	Condensador de la columna CD-302	45.365,00
H-401	Bescanviador de carcassa i tubs	50.533,00
K-501	Kettle reboiler de la columna CD-501	141.851,00
C-501	Condensador de la columna CD-501	24.696,00
H-501	Bescanviador de carcassa i tubs	87.861,00
K-502	Kettle reboiler de la columna CD-502	119.003,00
C-502	Condensador de la columna CD-502	19.662,00
K-503	Kettle reboiler de la columna CD-503	141.876,00
C-503	Condensador de la columna CD-503	37.375,00
H-701	Bescanviador de carcassa i tubs	15.563,00
K-701	Kettle reboiler de la columna CD-701	16.570,00
C-701	Condensador de la columna CD-701	24.436,00
H-702	Bescanviador de carcassa i tubs	33.505,00
C-702	Condensador	19.591,00
H-703	Bescanviador de carcassa i tubs	33.325,00
C-703	Condensador	14.182,00
H-704	Bescanviador de carcassa i tubs	20.009,00
C-704	Condensador	9.586,00
C-705	Condensador	19.354,00
H-801	Bescanviador de carcassa i tubs	15.896,00
H-802	Bescanviador de carcassa i tubs	11.061,00
H-1501	Bescanviador de carcassa i tubs	20.581,00
H-1502	Bescanviador de carcassa i tubs	27.225,00
H-1503	Bescanviador de carcassa i tubs	14.873,00
H-1504	Bescanviador de carcassa i tubs	24.136,00
H-1505	Bescanviador de carcassa i tubs	180.474,00
H-1506	Bescanviador de carcassa i tubs	107.024,00

Cost total (€)	1.877.098
-----------------------	-----------

g) Estimació del preu de la centrifuga

El preu de la centrifuga ve determinat també per Happel i s'utilitza l'Equació 7.1.10

El tipus de centrifuga utilitzada és de tambor horitzontal, motor elèctric, construcció d'acer inoxidable i descarrega per transportador helicoidal.

$$\text{Cost (\$ 1970)} = 2250 \cdot (\text{HP})^{0,73} \quad \text{Equació 7.1.10}$$

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.16 Cost de la centrifuga

Referencia	Equip	HP	Cost (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
CR-701	Centrifuga	20,11	20.120,08	93.573,60	682.15,15
CR-702	Centrifuga	13,40	14.965,22	69.599,59	50.738,10

Cost Total (€)	118.953,26
-----------------------	------------

h) Estimació del preu dels assecadors

L'estimació del preu del assecador es a partir de la recerca del assecador per una pàgina d'internet, <http://www.alibaba.com/showroom/spray-drying-equipment.html>, per a un assecador tipus Spray Dryer. El cost del assecador al final **20.576,13 €**.

i) Estimació del preu dels cristal·litzadors

Per l'estimació del càlcul dels preu dels cristal·litzadors s'utilitza el mètode de Happel, mitjançant la fórmula .

$$\text{Cost (\$ 1970)} = 11600 \cdot (T/D)^{0,55} \quad (\text{Eq.7.1.11})$$

On:

T/D és la capacitat en tones/dia del producte sòlid.

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.17 Cost dels cristal·litzadors

Referència	Equip	Cabal(Tn/dia)	Cost (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
C-701	Cristal·litzador	6,68	32.957,48	153.277,20	111.739,08
C-702	Cristal·litzador	10,76	42.843,03	199.252,46	145.255,05
C-703	Cristal·litzador	6,83	33.364,30	155.169,21	113.118,36

Cost total (€)	370.112,48
-----------------------	------------

j) Estimació del preu dels chiller

El càlcul del estimació del preu dels aerorefrigerants es determina mitjançant un fórmula de Happel, s'aproxima per aerorefrigerants per acer al carboni:

$$Cost (\$ 1970) = 1750 \cdot (Tn_{ref})^{0,55} \quad (\text{Eq.7.1.12})$$

$$Tn_{ref} = Pot_{chiller} \cdot \frac{1 Tn_{ref}}{3,517 Kw} \quad (\text{Eq. 7.1.13})$$

On:

PV_{chiller} és el preu actual del equip de chiller (€)

Tn_{ref} és la capacitat de refrigeració del equip (Tn_{ref})

Pot_{chiller} la potencia del equip del chiller (Kw)

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.18 Cost dels chiller I

Referència	Equip	Pot Chiller (KW)
CH-1501	Chiller	3.200
CH-1502	Chiller	3.200

Taula 7.1.19 Cost dels chiller II

T _{nref}	Cost (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
909,87	74.212,27	345.143,16	251.609,36
909,87	74.212,27	345.143,16	251.609,36

Cost total (€)	503.218,7232
-----------------------	--------------

k) Estimació del preu dels compresos

Per l'estimació dels compressors s'utilitza el mètode de Happel fent ús de l'Equació 7.1.14, on la magnitud característica es la potencia en (HP).

$$Cost (\$ 1970) = 645 (HP)^{0,8} \quad (\text{Eq. 7.1.14})$$

Com en els casos anteriors el cost de compra de l'Equació 7.1.14 és en dòlars i per a l'any 1970, per tant s'aplica l'actualització del preu fins a l'any actual i la conversió de dòlars a euros.

Taula 7.1.20 Cost dels compressors

Referència	Equip	Potencia (KW)	Potencia del motor (HP)	Cost (\$1970)	Cost (\$2012)	Cost (€2012)
CP-301	Compressor	14,83	19,88	7.052,03	32.797,28	23.909,22
CP-401	Compressor	9,93	13,31	5.115,74	23.792,04	17.344,40
CP-1501	Compressors	34,06	45,65	13.712,72	63.774,50	46.491,61
CP-1502	Compressor	34,06	45,65	13.712,72	63.774,50	46.491,61

Cost Total (€)	41.253,62
-----------------------	-----------

l) Estimació del preu dels bufadors

L'estimació del preu dels bufadors ve donada per la mètode de Happel, on la magnitud característica per calcular el cost de compra del bufador és el cabal volumètric que aquest es capaç d'operar. A més, Happel aproxima el preu per a bufadors de tub centrífug, d'acer al carboni i accionat per un motor elèctric, de 1000 a 10000 ft³/min a 70 °F i 1 atm de pressió total; la pressió de descarrega del bufadors es fins a 10 lb/in². Els cost calculat inclou el motor del bufadors.

El càlcul del cost del bufador ve determinat per la següent equació:

$$Cost (\$ 1970) = 6,7 \cdot \left(\frac{ft^3}{min} \right)^{0,68} \quad (\text{Eq. 7.1.15})$$

El preu obtingut s'actualitza utilitzant la formula CEPCI any actual i es realitza la conversió de dòlars a euros. En el cost total es té en compte que els bufadors es troben doblats per qüestions d'operació.

Taula 7.1.21 Cost dels bufadors

Referència	Equip	Cabal (ft ³ /min)	Cost (\$1970)	Cost (\$ 2012)	Cost (€ 2012)
B - 201	Bufadors	135,00	188,23	875,43	638,19
B - 202	Bufadors	103,34	156,96	729,98	532,15
B - 203	Bufadors	202,20	247,75	1.152,21	839,96
B-301	Bufadors	44,72	1.579,47	1.002,45	4.662,15
B-701	Bufadors	24,41	862,24	664,20	3.089,07

Cost total (€)	15.321,91
-----------------------	-----------

m) Estimació del preu de les calderes

Per tal de poder estimar el preu de la caldera es fa ús del software per l'estimació d'equips de Matche (<http://www.matche.com/equipcost/FiredHeater.html>). En aquesta pagina es calcula el preu aproximat de la caldera a partir de la potencia calòrica (BTU/h), de la pressió de servei i del tipus de forn. En la *Taula 7.1.23* es mostren els resultats obtinguts:

Taula 7.1.23 Cost de les calderes

Referència	Equip	Pot caldera catalog (Kw)	Cost (\$ 2014)	Cost (€ 2014)
CV-1501	Caldera	4.000	592.000	431.568
CV-1502	Caldera	4.000	592.000	431.568

Cost total (€)	863.136
-----------------------	---------

n) Preu de la resina

El preu de la resina es calcula de forma aproximada fent ús de la web:

<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/476633?lang=es®ion=ES>

Taula 7.1.24 Cost de les calderes

Kg de resina	Preu (€/Kg)
1	81,36

Per tant, si en cada reactor R-601/A i R-601/B es necessita 514, 65 Kg de resina per cadascun i a part s'emmagatzema 1124 Kg de resina, el preu total **175.212,08 €**.

o) Bombes al buit

En la planta en l'àrea de purificació del carbaril, A-700, consta de dos sistemes al buit, que venen a ser dos bombes al buit. Per tal d'estimar el seu preu s'ha utilitzat la web <http://www.matche.com/equipcost/PumpVacuum.html>, on introduint el cabal que circula per ella en (ft³/min) i ens calcula el preu en \$ per a l'any actual.

Taula 7.1.25 Cost de les calderes

Referència	Equip	Cabal (ft³/min)	Cost (\$ 2014)	Cost (€ 2014)
Sis. Buit 1	Bomba buit	3.499,19	92.630,8	92.630,8
Sis. Buit 2	Bomba buit	210,89	12.551,4	12.551,4

Cost total (€)	105.182,20
-----------------------	------------

p) Estimació del preu de les balances

L'estimació del preu de les balances per als camions que entren i surten de la planta queda s'ha estimat mitjançant la següent pàgina d'Internet:

<http://spanish.alibaba.com/Favorite/basculas-para-camiones-precios.html>. El cost d'una balança es de 9477 €, per tant, si en planta es tenen dos balances una per a l'entrada i una altra per a la sortida de la planta, el cost total de les balances ascendeix fins **18.954 €**.

q) Estimació del preu de l'entorxa

El preu de torxa s'ha extret d'un catàleg on el fixen a **23.000 €**.

En la *Taula 7.1.26* es mostra un resum dels preus dels la maquinaria i dels equips de la planta, tant els que són de procés com els que se inclouen en la part de serveis de la planta.

Taula 7.1.26 Estimació del cost de maquinaria i equips

Maquinaria	Cost (€)
Bombes	195.033,75
Bescanviadors	1.877.098
Columnnes	260.263,43
Tancs Emmagatzematge	564.793,32
Recipients de procés	4.716.062,62
Agitadors	479.793,71
Compressors	41.253,62
Cristal·litzadors	370.112,48
Assecador	20.576,13
Bufadors	15.321,91
Bombes buit	105.182,20
Chillers	503.218,72
Caldera	863.136,00

Cost total (€)	10.011.845,88
-----------------------	---------------

Mètode de Vian

Per estimar el capital que s'haurà d'invertir en la construcció i adquisició dels elements que engloben el capital immobilitzat, s'utilitza el mètode del factor múltiple que estima el cost de cada grup d'elements associats a aquesta part de la inversió.

S'utilitzarà el mètode de Vian per determinar el capital immobilitzat assignat a un percentatge que es suposa respecte al preu total dels equips i maquinaria.

En la següent *Taula 7.1.27* es pot observar els diferents grups que es tenen en compte per l'estimació del capital immobilitzat així com el percentatge associat a cada un.

Taula 7.1.27 Estimació del capital immobilitzat mitjançant el mètode de Vian

Concepte	Percentatge	Cost (€)
Maquinaria i equips (I ₁)	I ₁	10.011.846
Costos d'instal·lacions (I ₂)	0,45 · I ₁	4.505.331
Canonades i vàlvules (I ₃)	0,5 · I ₁	5.005.923
Instrumentació i control (I ₄)	0,10 · I ₁	1.001.185
Aïllament tèrmic (I ₅)	0,07 · I ₁	700.829
Instal·lació elèctrica (I ₆)	0,10 · I ₁	1.001.185
Estructures i edificació (I ₇)	0,12 · I ₁	1.201.422

Instal·lacions auxiliars (I ₈)	$0,3 \cdot I_1$	3.003.554
Capital físic o primari (Y)	$I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7+I_8$	26.431.273
Honoraris de projecte (I _{9a})	$0,12 \cdot Y$	3.171.753
Direcció del muntatge (I _{9b})	$0,06 \cdot Y$	1.585.876
Compra i adquisició (I _{9c})	$0,02 \cdot Y$	528.625
Capital directe o secundari (Z)	$Y+I_{9a}+I_{9b}+I_{9c}$	31.717.528
Contracte d'obres (I ₁₀)	$0,04 \cdot Z$	1.268.701
Despeses no previstos (I ₁₁)	$0,1 \cdot Z$	3.171.753
Capital immobilitzat (I)	$Z+ I_{10}+ I_{11}$	36.157.982

7.1.3. Càlcul del capital circulant

El capital circulant es el conjunt d'elements que es troben en rotació permanent dintre de l'empresa i corresponen als bens de consum que participen en el cicle productiu. Per l'estimació del capital circulant s'inclou la compra de matèries primes, el producte en curs i el producte acabat, el material auxiliar i els gestos derivats del cicle productiu.

En aquest projecte l'estimació d'aquest capital s'utilitza el mètode global que es calcula com el percentatge del capital immobilitzat.

Es considera que el capital circulant suposa entre el 10 – 30 % del capital immobilitzat, per la qual cosa, en pren un valor entremig del 20 %.

$$C = 0,2 \cdot I \quad (\text{Eq 7.1.16})$$

On:

C és el capital circulant (€)

I és el capital immobilitzat

Cal tenir en compte que aquest capital es recupera al final de la activitat industrial.

Taula 7.2.28 Estimació del capital immobilitzat

Concepte	Percentatge	Cost (€)
Capital Circulant (C)	$0,2 \cdot I$	7.231.596

7.1.4. Posada en marxa de la planta

Els costos que es produeixen durant la posada en marxa de la planta, com ara realitzar les possibles reparacions, el manteniment o la neteja dels equips, s'inclouen en els

costos no previstos, ja que suposen un cost menyspreable si es comparen amb el que representa el capital immobilitzat.

Cal tenir en compte el cost de compra de la parcel·la, aquest cost s'inclou en la part de capital no amortitzable, ja que no es pot inclou-re en el capital immobilitzat perquè no perd valor amb el temps.

El preu del valor del sòl s'ha extret de la web de l'ajuntament de Tarragona:

http://tarragona.suelo-industrial.net/ofertas_publicadas?page=3 .

$$PV_{parcel\cdot la} = PV_{sòl} \cdot A_{parcela} \quad (\text{Eq. 7.1.17})$$

On:

$PV_{parcel\cdot la}$ és el cost total de la parcel·la (**5.323.500 €**)

$PV_{sòl}$ és el preu del sòl (100 €/m²)

$A_{parcela}$ és l'àrea de la parcel·la (53.235 m²)

En la *Taula 7.1.29* es mostra la contribució que fa el capital immobilitzat, el capital circulant, el preu de la parcel·la que influeixen en la inversió inicial.

Taula 7.1.29 Estimació del capital immobilitzat

	Contribució (%)	Cost (M €)
Capital immobilitzat	67,80	36,16
Capital circulant	13,80	7,23
Parcel·la	18,60	5,32
Inversió inicial	-	48,71

7.2. Estimació dels costos de producció

Els costos de producció són aquells relacionats amb l'activitat productiva de l'empresa.

A continuació es mostra el tipus de costos:

- **Directes:** costos clarament imputables a un determinat ítem del procés. Exemple: costos de manteniment, d'una acció o matèria primera.
- **Indirectes:** costos que no es poder relacionar directament amb un ítem. Costos que s'han de repartir entre els diferents ítems.
- **Fixes:** costos que no estan associats a la producció. Exemple: lloguers d'instal·lacions.
- **Variables:** costos que varien un funció del ritme de producció. Exemple: patents .

Per estimar els costos de associats al procés s'aplica el mètode de Vian, que diferencia entre els costos generals o d'administració (G) i els costos de fabricació del producte (M) i on els costos de producció con la suma dels costos de fabricació més els generals.

7.2.1. Costos de fabricació

Els costos de fabricació ven determinats per els costos de les matèries primes, mà d'obra directa i serveis. La resta de costos de fabricació es basen per calcular-los en aquest factors anomenats anteriorment i en el capital immobilitzat.

Els gestos de fabricació es desglossen en:

- **M₁: matèries primes.** Més transport, impostos, emmagatzematge i mermes que pugui tenir o no la matèria primera.

També es consideren en aquest apartat els costs de matèries auxiliars com lubricants i els catalitzadors que duren menys d'un cicle de producció.

Ara bé si el catalitzador dura més d'un cicle de producció es considera com a part del immobilitzat.

El preu de les matèries primes s'ha obtingut consultant a diferents fonts bibliogràfiques, com ara la web: <http://spanish.alibaba.com>, per Naftol, NaOH, MMA, la web: <http://pdf.marketpublishers.com> per al preu del Fosgè, la web de : https://us.vwr.com/store/catalog/product.jsp?product_id=9882484 per al preu de la resina, la web http://es.made-in-china.com/co_shhongtai/product_High-Quality-Best-Price-99-9-Toluene_hrhyounsy.html per al preu del Toluè.

En la *Taula 7.2.1* es mostren els costos de les matèries primes.

Taula 7.2.1 Cost de les matèries primes

Compost	Q (Tn/any)	Preu(€/Tn)	Preu (€/any)
Naftol	9406,30	3.500	32.922.036
MMA	1829,30	3.800	6.951.355,20
Fosgè	7284,67	1.216,88	8.864.571,66
Toluè	6,34	736,29	4.665,13
NaOH	75,30	269,73	20.310,67
Amberlyst	2,15	48.180	103.745,99

Cost Total (€/any)	48.938.150,75
---------------------------	----------------------

- **M₂: mà d'obra directe.** Es tot el personal que està implicat en el procés de producció. (no administració, manteniment i laboratori), els que estan a la planta. Aquest valor varia segons el grau d'automatització de la planta, de la naturalesa del procés i de la capacitat de producció.

Taula 7.2.2 Cost mà d'obra directa

Càrrec	Treballadors	Sou _{brut} (€/mes)	Cost (€/any)
Gerent	1	5.000	75.000
Staff	7	2.000	210.000
Director d'administració	1	3.000	45.000
Empleats d'administració	10	1.200	180.000
Director producció	1	3.000	45.000
Encegats de producció	24	1.500	540.000
Operaris de producció	30	1.300	585.000
Director tècnic	1	3.000	45.000
Operaris tècnics	24	1.300	468.000
Laboratori	20	1.300	390.000

Cost Total (€/any)	2.583.000
---------------------------	------------------

- **M₃: patents.** Si el procés dissenyat utilitza o es basa en una patent, si aquesta encara en troba en vigor té que pagar per utilitzar-la. Normalment el preu que es paga per utilitzar alguna patent suposa entre 1 – 5% de les vendes anuals. Es paguen mitjançant un cànon per unitat de producte, com a un % dels beneficis o com a un % de les vendes anuals. El percentatge varia segons qui faci ús de la patent si es utilitzada per una universitat és del 1% mentre que per en el cas d'utilitzar-se en multinacionals es del 5%. Aquest cost esta classificat com a variable.

En el nostre cas per al disseny del procés s'han consultat diverses patents i llibres por obtindre les condicions d'operació.

- **M₄: mà d'obra indirecta.** Comprèn el personal que no està directament implicat al procés productiu.

Per estimar el cost de la mà d'obra indirecta es fa mitjançant:

$$M_4 = 10 - 45\% \cdot M_2$$

- **M₅: serveis generals.** Costos corresponents al consum de serveis: vapor, electricitat, aigua, aigua de refrigeració, aire comprimit, etc.

Taula 7.2.3 Cost dels servis generals

Sevei	Consum		Preu		Cost (€/any)
Gas Natural	2.841.304,93	kWh/any	0,05	€/kWh	1.568.400,32
Electricitat	138.490.272	kWh/any	0,11	€/kWh	15.233.929,92
Aigua	987	m3/any	2,64	€/m3	2.605,68

Total (€/any)	16.804.935,92
----------------------	---------------

- **M₆: subministraments.** Productes d'adquisició regular no directament relacionats amb el procés de fabricació: lubricants, material de seguretat, paper o material de neteja.

$$M_6 = 0,2 - 1,5\% \cdot I$$

- **M₇: manteniment.** Revisions periòdiques, reparacions, substitució de peces amb previsió. No es considera immobilitzat si no es canvia tot l'equip sencer. La modificació del procés és immobilitzat i cal considerar l'amortització.

$$M_7 = 2 - 10\% \cdot I$$

- **M₈: laboratori.** Qualsevol camió que entra amb primera matèria o que surt amb producte, ha de ser analitzat.

$$M_8 = 5 - 25\% \cdot M_2$$

- **M₉: envasat / expedició.** L'**envasat** és un valor variable segons el producte que s'ha de vendre. S'expressa com un % de vendes. Ha de tenir en compte la mà d'obra, M₄. En l'**expedició** cal tenir en compte el tipus de transport. Serà variable depenent el tipus de producte i del marge de benefici que se'n obtingui.

$$M_9 = 10\% \cdot I$$

- **M₁₀: directius i tècnics.** Per cada directiu li corresponen: 5 especialistes, 6 obrers no qualificats i 2,5 administratius. També depèn de l'amortització de la planta. Com més amortització, menús personal.

$$M_{10} = 0,1 - 0,4\% \cdot M_2$$

- **M₁₁: lloguers.** Tot el que està llogat no s'ha d'amortitzar. Si que s'haurà de fer si és comprat. Aquest tipus de lloguers no funcionen com un lloguer estàndard. En aquest cas es considera que no existeixen lloguers de cap tipus.

- **M₁₂: impostos.** No atribuïbles als beneficis. Impostos d'ajuntament, comunitat autònoma. Els impostos sobre els beneficis van a part.

$$M_{13} = 0,5 - 1\% \cdot M_2$$

- **M₁₃: assegurances.** S'inclouen les assegurances per edificis i instal·lacions, no les personals.

$$M_{14} = 1\% \cdot I$$

Taula 7.2.4 Resum dels costos de fabricació (M)

Concepte	Percentatge	Cost (€/any)
Matèries primes (M1)	M1	48,94
Mà d'obra directa (M2)	M2	2.583.000
Patents (M3)	-	-
Mà d'obra indirecta (M4)	0,10 · I	258.300
Serveis generals (M5)	M5	16,80
Subministrament (M6)	0,002 · I	72.315,96
Manteniment (M7)	0,02 · I	723.159,63
Laboratori (M8)	0,05 · M2	129.150
Envasat i expedició (M9)	0,1 · I	3,62
Directius i empleats (M10)	0,1 M2	258.300
Lloguer (M11)	-	-
Impostos i tasses (M12)	0,005 · I	12.915
Assegurances (M13)	0,01 · I	361.579,82
Costos de fabricació (M)	M1+M2+...+M13+M14	73.757.605,24

7.2.2. Costos generals

Els costos generals es calculen en base a l'activitat empresarial. En aquests costos s'inclouen les despeses per administració i vendes.

Els costos generals es desglossen en:

- **G₁: despeses comercials** **$G_1 = 5 - 20\% \cdot M$**
- **G₂: despeses de gerència** **$G_2 = 3 - 6\% \cdot M$**
- **G₃: despeses servei tècnic** **$G_3 = 1 - 1,5\% \cdot M$**
- **G₄: investigació** **$G_4 = 0,5 - 0,4\% \cdot I$**

Taula 7.2.5 Resum dels costos de generals (G)

Concepte	Percentatges	Cost (€/any)
Despeses comercials (G1)	$0,05 \cdot M$	3.687.880,26
Gerència (G2)	$0,03 \cdot M$	2.212.728,16
Servei Tècnic (G3)	$0,01 \cdot M$	737.576,05
Investigació (G4)	$0,02 \cdot I$	1.475.152,10
Costos generals (G)	$G_1 + G_2 + G_3 + G_4$	8.113.336,58

7.2.3. Costos producció

Els costos de producció es calculen a partir dels costos generats per la fabricació i els costos generals.

Els tres factors més importants que determinen el cost de producció són: matèries primes, dimensió de planta i la tecnologia.

Taula 7.2.6 Resum dels costos de producció (P)

Concepte	Percentatge	Cost (€/any)
Costos de fabricació (M)	M	73.757.605,24
Costos generals (G)	G	8.113.336,58
Costos de producció (P)	P	81.870.941,82

7.3. Ingressos per ventes i rendibilitat de la planta

7.3.1. Ingressos per ventes

Els ingressos per ventes constitueixen l'aportació de capital de l'empresa.

Els preus de venda dels productes químics depenen de diversos factors:

- 1- El cost de producció del producte
- 2- La quantitat d'aquest producte que normalment es produeixi per aquesta indústria.
- 3- La rendibilitat de la inversió que la direcció de l'empresa estigui disposada acceptar.

És lògic, que el cost de producció tingui una forta influència en el preu de venda. Ningú produeix un producte químic i el ven a un preu per sota del que ha costat produir-lo, al menys no durant molt de temps.

Els preus del producte principal de la planta, Carbaril, i del subproducte, HCl, s'obtenen després de fer una recerca per diferents webs d'internet, com ara <http://spanish.alibaba.com>.

Taula 7.3.1 Estimació de ingressos per vendes

Compost	Producció (Tn/any)	Preu (€/Tn)	Ingressos (€/any)
Carbaril	11.851,20	6.000	71.107.200
HCL	4.296,02	729	3.131.801,50

7.3.2. Càlcul del Net Cash Flow

La rendibilitat de la planta es calcula mitjançant el mètode del Net Cash Flow, que consisteix en quantificar tots els fluxos entrants i sortints de diners anuals des de que es realitza la inversió fins al tancament de l'activitat industrial. A més, ens donarà informació de quants beneficis tes tindran i aquest mètode no té en compte l'actualització dels diners al llarg del temps.

Per aquest càlcul s'utilitzarà considera el immobilitzat o d'inversió inicial, els costos de fabricació i generals i els ingressos per vendes. La forma de calcular els fluxos de caixa nets ve determinada per l'Equació 7.2.1 i cal tenir en compte que l'amortització del immobilitzat es considera lineal, es a dir, que es reparteix uniformement al llarg del temps i queda determinat per la vida útil de la planta.

$$NCF_n = (-I - C + X)_n + (V - P)_n - T \cdot (V - (P + A))_{n-1} \quad (\text{Eq. 7.3.1})$$

On:

NCF₂ és el Net Cash Flow del any n (€)

I és la inversió en capital immobilitzat (€)

C és la inversió en capital circulant (€)

X són ingressos extraordinaris i puntuals (€)

V són ingressos per vendes (€)

P són els costos de producció (€)

T són les taxes e impostos de l'administració (35%)

A és l'amortització del capital immobilitzat (€)

$$A = \frac{I-R}{t_A} \quad (\text{Eq. 7.3.2})$$

On:

A és l'amortització del capital immobilitzat (€)

I és la inversió en capital immobilitzat (€)

R és el valor residual de la planta al final de la activitat industrial (0 €)

t_A és el període de l'amortització (a)

A continuació es mostra la taula 7.3.2, en la qual es pot apreciar el Net Cash Flow durant el temps de vida de la planta.

Taula 7.3.2 Net Cash Flow durant el temps de vida de planta

ANY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Immobilitzat (M €)	-36,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Terreny (M €)	-5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,3
Circulant (M €)	0	-7,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2
Costos (M €)	0	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	
Ventes (M €)	0	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	
B. bruts (M €)	0	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	-7,6	86
NCF sense impostos (M €)	-41,5	141,2	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	105,8
Amortització (M €)	0	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9
Base imponible	0	-9,6	-9,6	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	
Impostos (21%)(M €)	0	0,0	2,0	2,0	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8	-30,8
NCF final (M €)	-41,5	141,2	150,5	150,5	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	75
VAN (parts)	-41,5	141,2	150,5	150,5	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	75
VAN final	1460,1															

Impost	0,21
---------------	------

7.3.3. Estudi del rendiment econòmic

Una possible millora per la viabilitat econòmica de la planta seria reformar el procés en els punts més conflictius i poder ser més competitius en el mercat.

Es important que l'empresa tingui grups d'investigació, que treballant en laboratoris, investiguin sobre productes i processos d'interès. Tres causes per les que es fa recerca i desenvolupament són:

1. Degut als descobriments en laboratori es possible oferir un nou producte amb millores propietats lo que provoca un increment en el volums dels negocis rentables.
2. Les empreses desitgen augmentar els coneixements concernents als seus productes i processos, perquè com més es sàpiga sobre el producte i de com es fabrica més rentable pot ser la producció i més vendes poden tenir.
3. Si una empresa inverteix en investigació mentre que la seva competència no ho fa, a la llarga tindrà més coneixements al seu avast i serà capaç d'abarcara tot el mercat per si sola.

En l'indústria química es donen dos tipus d'investigació i desenvolupament:

1. Investigació sobre processos per produir un producte. Aquí hi ha dos classes d'investigació:
 - a) La recerca d'un nou procés per a produir un nou producte. És un tipus d'investigació pionera i potser bastant arriscada, ja que poden fallar tant en l'aspecte tècnic com en el marketing.
 - b) La recerca d'un nou procés per a un producte químic ja conegut, ja que es pot afirmar que cap procés pot considerar-se definitiu, sempre són possibles certes millores que poden proporcionar certs estalvis substancials en el procés productiu.
2. Investigació de nous productes i modificació dels ja existents. Aquest és un tipus de treball d'investigació minucios i especialitzat, ja que si no és minuciosa la direcció potser més cara la recerca que els resultats que es poden obtenir.

7.3.4. Càlcul del valor actual net (VAN) i de la taxa interna de retorn (TIR)

El VAN (valor actual net), correspon a un mètode d'actualització dels net cash flow, aquest càlcul ens donarà la informació per saber si la planta es rentable i si val la pena construir-la i realitzar la inversió inicial.

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{NCF_n}{(1+i)^n} \quad (\text{Eq. 7.3.3})$$

On:

VAN és el valor actual net estimat a partir de l'activitat (€)

NCF_n és el Net Cash Flow del any n (€)

i és el tipus d'interès actual (0,75%)

N és el temps de vida útil de la planta (a)

Taula 7.3.4 Valor actual

Any	0	1	2	3	4	5	6	7
VAN	-41,48	141,25	150,49	150,49	117,70	117,70	117,70	117,70
Any	8	9	10	11	12	13	14	15
VAN	117,70	117,70	117,70	117,70	117,70	117,70	117,70	75,01

VAN_{TOTAL} és de 1460,1.