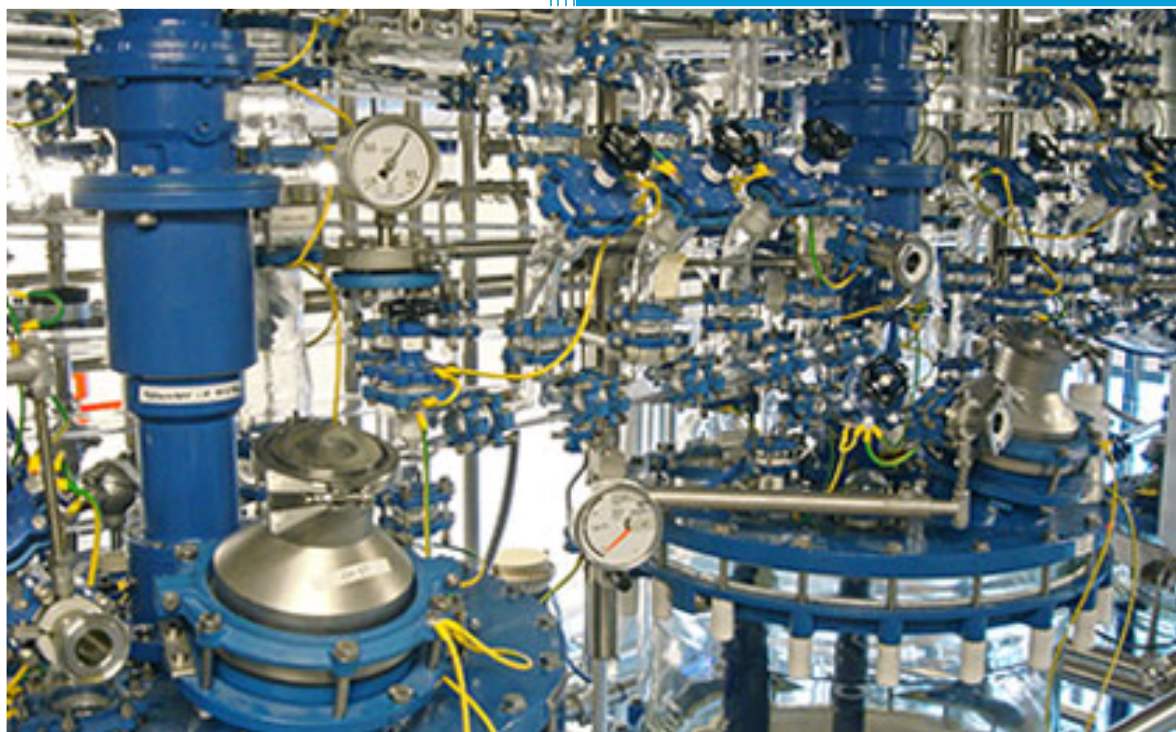


PLANTA PRODUCCIÓ CARBARIL



Pau Burniol

Alexandra Carrasco

Oriol Rubio

Pol Santos

Pau Solé

9. AVALUACIÓ ECONOMICA

ÍNDEX

9. Avaluació econòmica

9.1 Introducció.....	9-1
9.2 Inversió inicial.....	9-1
9.2.1 Costo previs.....	9-2
9.2.2 Capital immobilitzat.....	9-2
9.2.3 Capital circulat.....	9-20
9.2.4 Posada en marxa.....	9-21
9.3 Costos de producció.....	9-21
9.3.1 Costos de fabricació.....	9-21
9.3.2 Costos generals.....	9-23
9.4 Rendiment econòmic.....	9-24
9.4.1 Ingressos per ventes.....	9-24
9.4.2 Rendiment de la planta.....	9-25

9. Avaluació Econòmica

9.1. Introducció

L'economia és la ciència que permet estudiar com les societats i els éssers humans utilitzen els recursos existents amb la finalitat de satisfer les seves pròpies necessitats.

En aquest apartat es realitzarà l'avaluació econòmica de la planta, que es basa en l'estudi de la rendibilitat i viabilitat de la planta. La finalitat d'aquest estudi és el càlcul del rendiment econòmic de la planta al llarg del temps, de manera que es pugui determinar si s'obtingran beneficis o no. Cal tenir en compte que els càlculs es realitzen a partir de moltes variables i valors estimats, i que poden fluctuar amb el temps, la manera amb que s'han calculat o el preu estipulat pel proveïdor. L'avaluació econòmica, doncs, dependrà de la correcta estimació d'aquests valors, dels quals en destaquen la inversió inicial, els costos associats i l'estudi de mercat.

L'estudi de mercat tindrà la finalitat de enfocar la construcció de la planta depenent de l'estat de la substància que es produeix, carbaril, en el mercat actual i la seva evolució en els últims anys, per així poder entendre de quin tipus de producte es tracta i les seves perspectives de futur. Per altra banda, tant la inversió inicial com els costos associats donen una idea de la magnitud de la inversió, ja que són dos de les parts amb més pes econòmicament parlant.

9.2. Inversió inicial

Un cop realitzat l'anàlisi de mercat, es determina la inversió inicial de la planta. Per definició consisteix en la quantitat total de diners necessaris per dur a terme la compra de bens, serveis, equips i instal·lacions que permetin la producció del producte que posteriorment es vendrà. Consta de quatre parts:

- Costos previs
- Capital immobilitzat
- Capital circulat
- Posta en marxa

9.2.1. Costos previs

És la part més coneguda i quantificable del projecte. Es basa en la recerca del producte, la investigació científica, la constitució de la part administrativa de l'empresa i la compra del terreny. Tot i representar una part fàcilment quantificable, les dues primeres suposen un cost relativament baix comparat amb els altres, per la qual cosa no es té en compte.

Així doncs, l'únic cost que es té en compte inicialment és el preu de la parcel·la, que no s'inclou en el capital immobilitzat ja que es considera que no perd valor amb el temps i, per tant, resulta un capital no amortitzable.

El preu del terreny, situat al polígon industrial de Tarragona anomenat Escritos, té un preu estimat de 150 €/m². El càlcul del cost de l'adquisició del terreny és directe i es duu a terme a través de la següent equació:

$$P_{\text{parcel·la}} = P_{\text{terreny}} \cdot A_{\text{parcel·la}} \quad \text{Equació 9.2.1.1}$$

On;

$P_{\text{parcel·la}}$ = Preu de la parcel·la, €.

P_{terreny} = Preu del terreny, 150 €/m².

$A_{\text{parcel·la}}$ = Àrea de la parcel·la, 53235m².

$$P_{\text{parcel·la}} = 7985250 \text{ €}$$

9.2.2. Capital immobilitzat

Es refereix al conjunt de bens i drets que l'empresa necessita per duu a terme l'activitat productiva. Així doncs consta dels costos d'establiment, immobilitzats materials i no materials, inversions financeres, fiances, amortitzacions acumulades, provisions, entre d'altres. Com que, en el cas dels equips i les instal·lacions perden valor amb el temps, al deteriorar-se i envellir, aquest és en gran part un capital amortitzable.

El capital immobilitzat s'ha d'estimar correctament i amb cura, ja que representa la part més important en la inversió inicial, on recau el major pes econòmic. Existeixen diferents mètodes per al càlcul del capital immobilitzat, principalment tres:

- Mètodes globals: Estimació amb un error entre el 50 i el 100% i un temps entre 10 i 30 minuts. Necessiten molta informació de la planta, com els diagrames de procés, el Lay-out, els equips i personal necessaris, etc. Dins d'aquest grup s'inclouen els mètodes de factor universal, coeficient immobilitzat unitari i el mètode de Williams.
- Mètodes de factor únic: Estimació amb un error entre el 20 i el 50% i un temps de 30 minuts. En aquest cas només és necessari el diagrama de procés i d'enginyeria i les especificacions dels equips.
- Mètodes de factor múltiple: Estimació amb un error entre el 10 i el 20% i un temps de més de 50 hores. Són els mètodes més fiables però també més llargs de realitzar, ja que consten de diferents parts: Es calcula el capital immobilitzat total amb el mètode Vian i el dels equips amb el mètode Happel, el mètode de Williams o utilitzant fons bibliogràfiques.

La major part del càlcul del capital immobilitzat dels equips es realitza amb el mètode Happel i el de Williams. Tot i això, cal tenir em compte que són mètodes basats en estimacions. Així doncs, en cas que sigui possible obtenir el preu de mercat de l'equip, proporcionat pel fabricant o proveïdor, aquest es considerarà més precís. D'aquesta manera, tots aquells equips dels quals es pugui obtenir el preu de mercat actualitzat no es duren a terme mètodes alternatius, i s'especificarà en l'apartat corresponent.

El mètode Happel utilitza correlacions per a l'obtenció dels preus dels equips per l'any 1970, i per tant cal actualitzar el preu a l'any actual de construcció de la planta. El valor del CEPCI de 2014 no està actualitzat encara, i per tant s'ha utilitzat el valor final del 2013. Aquesta actualització es duu a terme amb l'equació 9.2.2.1, basada en el CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Index), i que conté també la conversió de dòlars a euros amb el valor de canvi de moneda actual:

$$PV_{\text{actual}} = PV_{1970} \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\text{\$}} \quad \text{Equació 9.2.2.1}$$

On;

PV_{actual}= Preu actual de l'equip, €

PV₁₉₇₀ = Preu de l'equip al 1970, \$.

CEPCI2014= Valor del CEPCI al 2013.

CEPCI1970= Valor del CEPCI al 1970.

€/\$_ = Factor de conversió monetària.

Per altra banda, el mètode Williams relaciona el preu de dos equips del mateix tipus en funció de la Magnitud característica, un paràmetre estipulat que equival a un paràmetre físic de disseny de l'equip, com per exemple l'altura, el diàmetre, l'espessor, el número de plats, etc. És aquesta relació entre les magnituds característiques, o paràmetre clau, el que dóna el preu estimat de l'equip en qüestió, i es representa per l'equació 9.2.2.2:

$$PV_1 = PV_2 \cdot \frac{MC_1^b}{MC_2} \quad \text{Equació 9.2.2.2}$$

On;

PV_1 = Preu de l'equip desitjat, €.

PV_2 = Preu de l'equip conegut, €.

MC_1 = Magnitud característica de l'equip desitjat.

MC_2 = Magnitud característica de l'equip conegut.

b = Exponent de Williams en funció de l'equip.

Els mètodes Happel i Williams es combinaran quan fassi falta per tal de poder estimar els preus d'aquells equips que posseeixin una equació pel mètode Happel però aquesta estigui basada en unes dimensions diferents a les desitjades pel cas concret i que, per tant, sigui necessària també una correcció.

Un cop calculat el cost total de tots els equips i maquinaria de la planta caldrà estimar el cost total del capital inmovilitzat a través del mètode Vian. Aquest mètode divideix el càlcul en diferents apartats o paràmetres, anomenats I, per duu a terme una estimació aproximada del pes de cada apartat dins dels cost total de la planta. La metodologia del mètode consisteix en estimar en primer

lloc el cost dels equips i maquinaria, que s'anomenarà I, i a partir d'aquest calcular la resta de paràmetres, relacionats entre si amb un factor de multiplicació estipulat o una combinació de diferents paràmetres, tal com s'especificarà en l'apartat corresponent.

9.2.2.1. Estimació del cost d'equips i maquinària

9.2.2.1.1 Columnes de plats

El càlcul del preu d'aquest tipus d'equips es realitza mitjançant el mètode Happel, a partir del preu d'una columna de plats de referència de 10 plats i 6 ft de diàmetre. A més, junt al mètode Happel també cal aplicar el mètode de Williams, per tal de corregir la diferència de diàmetres i número de plats. L'equació 9.2.2.3 és l'aplicació del mètode de Williams, mentre que la 9.2.2.4 és el càlcul del preu dels plats. Per tal d'actualitzar el preu a l'any actual s'aplica com s'ha dit l'equació 9.2.2.1 del mètode de Happel, i que en aquest cas es converteix en l'equació 9.2.2.5:

$$PV_{\text{columna plats buida}} = PV_{\text{c.p. coneguda}} \left(\frac{D_{c.p}}{D_{c.p.c}} \right)^{0,65} \quad \text{Equació 9.2.2.3}$$

$$PV_{\text{plats}} = PV_{\text{plats coneguts}} \cdot NP_{\text{plats}} \quad \text{Equació 9.2.2.4}$$

La suma del cost de la columna buida i la dels plats dona el cost de la columna de plats completa ($PV_{\text{columna plats}}$).

$$PV_{\text{columna plats actual}} = PV_{\text{columna plats}} \cdot \left(\frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \right) \cdot \frac{\text{€}}{\$} \quad \text{Equació 9.2.2.5}$$

On;

$PV_{\text{columna plats buida}}$ = Preu de la columna buida desitjada, €.

$PV_{\text{c.p. coneguda}}$ = Preu de la columna coneguda al 1970, 11000 \$.

PV_{plats} = Preu dels plats de la columna desitjada, €.

$PV_{\text{plats coneguts}}$ = Preu de cada plat de la columna coneguda al 1970, 140 \$.

NP_{plats} = Número de plats de la columna desitjada.

$D_{c,p}$ = Diàmetre de la columna desitjada, ft.

$D_{c,p,c}$ = Diàmetre de la columna coneguda, 6 ft.

La taula 9.2.2.1 mostra els valors dels paràmetres de la columna de plats i el valor estimat obtingut amb les dues equacions anteriors:

Taula 9.2.2.1 Paràmetres característics i preus estimats de la columna CD 202.

Equip	$D_{c,p}$ (ft)	$NP_{c,p}$	Plats (€)	Columna (€)	Cost total actual (€)
CD-202a	3	14	1960	7007,10	29730,86
CD-202b	3	14	1960	7007,10	29730,86
Preu total (€)					59461,72

9.2.2.1.2 Columnes de rebliment

La metodologia per l'estimació del preu d'aquest tipus de columna és igual que en el cas de les columnes de plats, és a dir, el càlcul del preu de la columna buida primer i després el del seu contingut, amb la diferència que en aquest cas entra en joc el rebliment. D'aquesta manera, es torna a combinar el mètode Happel i Williams en dues equacions, la 9.2.2.6 i 9.2.2.7, de manera que es corregeixi les magnituds i el preu desitjats:

$$PV_{\text{columna rebliment buida}} = PV_{c,r, \text{ coneguda}} \cdot \left(\frac{D_{c,r}}{D_{c,r,c}}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{H_r}{H_{r,c}}\right)^{0,65} \quad \text{Equació 9.2.2.6}$$

$$PV_{\text{rebliment}} = PV_{r, \text{ conegut}} \cdot V_r = PV_{r, \text{ conegut}} \cdot H_r \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot D_{c,r}^2\right) \cdot n_r \quad \text{Equació 9.2.2.7}$$

El preu actualitzat de la columna de rebliment serà la suma del preu de la columna buida més el del rebliment i aplicant la correcció de l'Índex CEPCI i el canvi de monera, tal com expressa l'equació 9.2.2.8:

$$PV_{\text{columna de rebliment}} = (PV_{\text{c.r. buida}} + PV_{\text{rebliment}}) \cdot \left(\frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \right) \cdot \frac{\text{€}}{\$} \quad \text{Equació 9.2.2.8}$$

On;

$PV_{\text{c. de rebliment buida}}$ = Preu de la columna de rebliment buida desitjada, €.

$PV_{\text{c.r. coneguda}}$ = Preu de la columna de rebliment buida coneguda al 1970, 47800 \$.

$PV_{\text{r. conegut}}$ = Preu dels anells de ceràmica Raschig de D=1in al 1970, 7\$/ft³.

H_r = Altura del rebliment de la columna desitjada, ft.

$H_{r,c}$ = Altura del rebliment de la columna coneguda, 20 ft.

$D_{c,r}$ = Diàmetre de la columna desitjada, ft.

$D_{c,r,c}$ = Diàmetre de la columna coneguda, 6 ft.

n_r = Zones de rebliment conegudes.

La taula 9.2.2.2 mostra els valors dels paràmetres de les columnes de rebliment i el valor estimat obtingut amb les dues equacions anteriors:

Taula 9.2.2.2 Paràmetres característics i preus estimats de les columnes rebliment.

Equip	$D_{c,r}$ (ft)	H_r (ft)	D_r (in)	Rebliment(\$)	Columna (\$)	Cost (€)
CA-201	1,99	16,40	1	360,92	20516,22	69219,19
CD-201	3	49,22	1	2434,95	54693,85	189413,40
CD-203	1,5	13,12	1	163,15	14925,27	49485,50
CD-301	1,5	19,69	1	242,26	19213,57	64506,78
CD-302a	2	59,06	1	1305,23	47309,35	161184,10
CD-302b	2	59,06	1	1305,23	47309,35	161184,10
CD-401	2,5	39,37	1	1354,67	42022,24	143818,30
Preu total (€)						838811,50

9.2.2.1.3 Tancs d'emmagatzematge i dipòsits intermedis

A continuació s'estimen els preus de tots els tancs d'emmagatzematge de la planta, incloent també les sitges de les matèries primeres i productes sòlids, els mescladors i els dipòsits intermedis. En aquest cas, l'equació del mètode de Happel pateix una modificació per adequar-se a aquest tipus de recipients, utilitzant com a paràmetre característic la seva capacitat:

$$PV_{\text{tancs}} = 1250 \cdot (V_{\text{tanc}} \cdot 10^{-3})^{0,6} \cdot \left(\frac{\text{CEPCI}_{2013}}{\text{CEPCI}_{1970}} \right) \cdot \text{€}/\$$$
Equació 9.2.2.9

On;

PV_{tanc} = Preu actual del tanc d'emmagatzematge, €.

V_{tanc} = Volum del tanc d'emmagatzematge, galons (US).

La taula 7.2.2.3 mostra els costos estimats i els paràmetres característics de cada equip:

Taula 9.2.2.3 Paràmetres característics i preus estimat dels tancs, dipòsits, mescladors i sitges.

Equip	Volum (m ³)	Volum (gal)	Cost (€)
T-101a	30	7925,16	14350,61
T-101b	30	7925,16	14350,61
T-101c	30	7925,16	14350,61
T-101d	30	7925,16	14350,61
T-102a	30	7925,16	14350,61
T-102b	30	7925,16	14350,61
T-103a	100	26417,2	29552,74
T-103b	100	26417,2	29552,74
T-103c	100	26417,2	29552,74
T-104a	100	26417,2	29552,74
T-104b	100	26417,2	29552,74
D-201	19	5019,27	10910,63
D-202	27	7132,64	13471,50
D-203	0,013	3,43	137,71
D-204	55	14529,46	20645,02

D-205 ^a	0,007	1,85	94,99
D-205b	0,007	1,85	94,99
D-206	0,02	5,28	178,33
D-207	0,034	8,98	245,18
MX-300	2	528,34	2826,28
D-301	12	3170,06	8281,45
D-302	0,003	0,79	57,13
D-303	20	5283,44	11251,64
D-304 ^a	0,5	132,09	1230,21
D-304b	0,5	132,09	1230,21
D-401 ^a	10	2641,72	7423,31
D-401b	10	2641,72	7423,31
D-402 ^a	8	2113,38	6493,06
D-402b	8	2113,38	6493,06
D-403	50	13208,6	19497,54
D-404	0,5	132,086	1230,211
TM-801	6	1585,032	5463,721
TM-802	3	792,516	3604,711
S-800	80	21133,76	25849,48
S-801	80	21133,76	25849,48
S-700	80	21133,76	25849,48
S-701	80	21133,76	25849,48
Cost total (€)			495102,30

9.2.2.1.4 Bombes

El cost de la compra de les bombes necessàries en la planta suposa una part important en el cost total, ja que suposa un número molt elevat d'equips. Aquest càlcul es duu a terme amb l'equació 9.2.2.10, tenint en compte que el preu obtingut s'ha de multiplicar per dos, ja que totes les bombes estan duplicades.

$$PV_{\text{bomba}} = 600 \cdot \left(\frac{Hp_{\text{bomba}}}{Hp_{\text{bomba coneguda}}} \right)^{0,52} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.10

On;

PV_{bomba} = Preu actual de la bomba, €.

Hp_{bomba} = Potència de motor de la bomba desitjada, c.v.

$Hp_{\text{bomba coneguda}}$ = Potència de motor de la bomba coneguda, 1c.v.

La taula 9.2.2.4 mostra els paràmetres característics de les bombes presents a la planta i el preu estimat de cadascuna, junt amb el preu total:

Taula 9.2.2.4 Paràmetres característics i preus estimats de les bombes.

Equip	Potència (W)	Potència (c.v)	Cost (€)
P-101A/B	1571,06	2,14	2951,92
P-101C/D	568,79	0,77	1740,44
P-101E/F	568,79	0,77	1740,44
P-101G/H	568,79	0,77	1740,44
P-101I/J	568,79	0,77	1740,44
P-102A/B	504,37	0,69	1634,99
P-102C/D	93,04	0,13	678,90
P-102E/F	93,04	0,13	678,90
P-103A/B	1664,69	2,26	3042,12
P-103C/D	7911,43	10,76	6841,90
P-103E/F	7911,43	10,76	6841,90
P-103G/H	7911,43	10,76	6841,90
P-104A/B	1104,34	1,50	2457,53
P-104C/D	1092,64	1,49	2443,95
P-104E/F	1098,85	1,49	2451,17
P-104G/H	1105,06	1,50	2458,36
P-201A/B	825,24	1,12	2112,06
P-202A/B	179,19	0,24	954,58
P-203A/B	458,61	0,62	1556,08
P-204A/B	397,30	0,54	1444,20
P-205A/B	931,12	1,27	2248,89
P-206A/B	33,32	0,05	398,03
P-207A/B	187,78	0,26	978,10
P-208A/B	513,90	0,70	1650,98
P-209A/B	181,20	0,25	960,12
P-209C/D	181,20	0,25	960,12
P-300A/B	162,90	0,22	908,42
P-301A/B	20,36	0,03	308,03
P-301C/D	20,36	0,03	308,03
P-302A/B	87,12	0,12	656,08
P-303A/B	13,90	0,02	252,66
P-304A/B	149,42	0,20	868,51
P-305A/B	138,13	0,19	833,75
P-305C/D	138,13	0,19	833,75
P-400A/B	35,20	0,05	409,50
P-400C/D	35,75	0,05	412,86
P-401A/B	552,80	0,75	1714,82
P-402A/B	977,00	1,33	2305,84
P-403A/B	65,51	0,09	565,68
P-801A/B	3162,31	4,30	4247,04
P-802A/B	1195,53	1,63	2561,03
P-803A/B	4,84	0,01	145,90
P-804A/B	12,27	0,02	236,76
P-500A/B	82,95	0,11	639,53
P-500C/D	82,95	0,11	639,53

P-501A/B	56,12	0,08	521,95
P-501C/D	56,12	0,08	521,95
P-502A/B	10,62	0,01	219,60
Cost total (€)			159319,40

9.2.2.1.5 Bombes de buit

En el cas de la bomba de buit, l'equació de l'apartat anterior no és vàlida, ja que equival a bombes centrífugues, per la qual cosa es passa a realitzar una altra metodologia. Així doncs, s'usa el Software informàtic proporcionat per Matche (<http://www.matche.com>). Per duu a terme l'estimació del preu de la bomba de buit fa falta saber de quin tipus es tracta, el material amb què està contruïda i el cabal volumètric d'entrada que tracta. La taula 9.2.2.11 mostra aquests paràmetres i el preu calculat:

Taula 9.2.2.11 Paràmetres característics i preu estimat de la bomba de buit.

Equip	Material	Q _{entrada} d'operació (m ³ /h)	Q _{entrada} disseny (ft ³ /min)	Cost (€)
BB-500	316L	4386,42	2581,75	71128

9.2.2.1.6 Bufadors

El càlcul del preu dels bufadors es duu a terme seguint el mètode Happel, que proporciona l'equació 9.2.2.11 adaptada per aquest tipus d'equips. Aquesta equació es basa en un sol paràmetre característic de l'equip, el cabal de fluid amb el qual treballa, i també disposa dels factors correctors de preu en relació a l'any del preu calculat i la moneda:

$$PV_{\text{bufador}} = 6,7 \cdot (Q_{\text{fluid}})^{0,68} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\text{\$}}$$

Equació 9.2.2.11

On;

PV_{bufador} = Preu actual del bufador, €.

Q_{fluid} = Cabal volumètric de fluid que tracta, ft³/min.

La taula 9.2.2.12 recull el preu estimat per cadascun dels bufadors presents a la planta, junt amb el paràmetre característic usat:

Taula 9.2.2.12 Paràmetres característics i preus estimats dels bufadors.

Equip	Cabal (m ³ /h)	Cabal (ft ³ /min)	Cost (€)
B-201	204,06	120,10	576,41
B-301 ^a	19,03	11,20	114,85
B-301b	19,03	11,20	114,85
Cost total (€)			806,12

9.2.2.1.7 Reactors

Les estimacions dels preus dels reactors es realitzen amb el mètode Happel segons l'equació 9.2.2.12. Aquesta utilitza el volum total de l'equip com a paràmetre característic alhora d'efectuar l'estimació, i en cas de tenir agitació, com en el cas del reactor R-301, es calcula el preu en l'apartat d'agitadors. Així doncs:

$$PV_{\text{reactor}} = 57 \cdot (V)^{0,82} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.12

On;

PV_{reactor} = Preu actual del reactor, €.

V = Volum total del reactor, gal.

La taula 9.2.2.13 recull els preus estimats de cada reactor i el paràmetre característic usat:

Taula 9.2.2.13 Paràmetres característics i preus estimats dels agitadors.

Equip	Volum (m ³)	Volum (gal)	Cost (€)
R-201a	0,36	95,10	491,81
R-201b	0,36	95,10	491,81
R-301a	35	9246,02	11052,99
R-301b	35	9246,02	11952,99
R-301c	35	9246,02	11952,99
R-401a	1,79	472,87	1463,70
R-401b	1,79	472,87	1463,70
Cost total (€)			37070

9.2.2.1.8 Agitadors

El preu dels equips d'agitació s'estima amb el mètode Happel, basant-se en la potència del motor. L'equació utilitzada és la 9.2.2.13, i els valors obtinguts són recollits a la taula 9.2.2.14 que la precedeix:

$$PV_{\text{agitador}} = 2000 \cdot (Hp)^{0,56} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.13

On;

PV_{agitador} = Preu actual de l'agitador, €.

Hp = Potència de l'agitador, c.v.

Taula 9.2.2.14 Paràmetres característics i preus estimats dels agitadors.

Equip	Potència (W)	Potència (c.v)	Cost (€)
M-301	400	0,54	4714,69
M-302	32000	43,51	54850,90
M-401	2160	2,94	12122,55
M-402	490	0,67	5282,14
Cost total (€)			76970,27

9.2.2.1.9 Intercanviadors de calor

Igual que les bombes, els intercanviadors de calor també apareixen en gran quantitat en la planta, i representen una part important dels costos. Dins d'aquesta classificació s'engloben no només els equips de bescanvi de calor en si, sinó també evaporadors, condensadors parcials i totals, de carcassa i tubs en tots els casos. En aquest cas la correlació utilitzada es basa en l'àrea de intercanvi de cada equip, tal com mostra l'equació 9.2.2.14:

$$PV_{\text{bescanviador}} = 105 \cdot (A_{\text{intercanvi}})^{0,62} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.14

On;

$PV_{\text{bescanviador}}$ = Preu actual del bescanviador de calor, €.

$A_{\text{intercanvi}}$ = Àrea de bescanvi de calor de l'equip, ft^2 .

La taula 9.2.2.15 recull tots els preus estimats dels bescanviadors amb el paràmetre característic utilitzat:

Taula 9.2.2.15 Paràmetres característics i preus estimats dels bescanviadors.

Equip	A intercanvi (m^2)	A intercanvi (ft^2)	Cost (€)
C-200	8,15	87,73	5578,07
C-201 ^a	7,62	82,02	5350,30
C-201b	7,62	82,02	5350,30
C-202	5,12	55,11	4181,32
C-203	35,38	380,83	13861,05
C204a	39,24	422,38	14780,13
C204b	39,24	422,38	14780,13
C205a	33,5	360,59	13399,66
C205b	33,5	360,59	13399,66
C206	8,73	93,97	5820,96
C207	0,11	1,18	386,57
C-301	19,96	214,85	9719,99
C-302 ^a	71,31	767,57	21405,21
C-302b	71,31	767,57	21405,21
C401	0,74	7,97	1260,35
C402	14,8	159,31	8074,74
C501	30,06	323,56	12529,08
C502	8,75	94,18	5829,23
E200	2,03	21,85	2356,21
E201	6,24	67,17	4726,95

E401	2,68	28,85	2799,04
CL900	2179,4	23458,84	178375,44
Cost total (€)			365369,58

7.2.2.1.10 Kettle-Reboilers

En el cas dels Kettle-Reboilers, el preu estimat s'obté també del software informàtic de Matche (<http://www.matche.com>), basant-se en aquest cas en l'àrea d'intercanvi de calor. D'aquesta manera la taula 9.2.2.16 en recull els resultats obtinguts:

Taula 9.2.2.16 Paràmetres característics i preus estimats dels Kettle-Reboiler.

Equip	A intercanvi (m ²)	A intercanvi (ft ²)	Cost (€)
K-201	13,13	141,29	31911,76
K-202a	30,43	327,55	56544,12
K-202b	30,43	327,55	56544,12
K-203	2,67	28,74	10661,76
K-301	8,47	91,17	23676,47
K-302a	4,85	52,20	16176,47
K-302b	4,85	52,20	16176,47
K-401	8,32	89,56	23308,82
Cost total (€)			235000

9.2.2.1.11 Cristal·litzadors

El preu dels cristal·litzadors s'estima també amb el mètode Happel, basant-se en la capacitat de l'equip, expressada en tones de producte sòlid al dia. L'equació utilitzada és la 9.2.2.15, i els valors obtinguts són recollits a la taula 9.2.2.17 que la precedeix:

$$PV_{\text{cristal·litzador}} = 11600 \cdot \left(\frac{T}{D} \right)^{0,55} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.1.15

On;

$PV_{\text{cristal·litzador}}$ = Preu actual del cristal·litzador, €.

T/D = Capacitat del cristal·litzador, Tn/dia de producte sòlid.

D'aquesta manera es construeix la taula 9.2.2.17 amb els costos estimats de cada cristal·litzador i el seu paràmetre característic:

Taula 9.2.2.17 Paràmetres característics i preus estimats dels cristal·litzadors.

Equip	Capacitat (kg/h)	Capacitat (Tn/dia)	Cost (€)
CR-501a	829,2	19,90	199247,30
CR-501b	829,2	19,90	199247,30
CR-502a	859,87	20,64	203267,46
CR-502b	859,87	20,64	203267,46
Cost total (€)			601762,06

9.2.2.1.12 Assecador i refredador

Per tal de preparar el producte final per al seu emmagatzematge cal abans fer-lo passar per un assecador i un refredador, equips amb els quals s'utilitzarà de nou el mètode de Happel. L'equació 9.2.2.16 es basa en el paràmetre característic de àrea de l'equip per duu a terme l'estimació:

$$PV_{\text{assecador/refredador}} = 195 \cdot (A_{\text{equip}})^{0,8} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.16

On;

$PV_{\text{assecador/refredador}}$ = Preu actual de l'equip, €.

A_{equip} = Àrea total de l'equip, ft².

La taula 9.2.2.18 recull el cost estimat de l'assecador i el refredador usant l'equació anterior:

Taula 9.2.2.18 Paràmetres característics i preus estimats dels cristal·litzadors.

Equip	Àrea total (m ²)	Àrea total (ft ²)	Cost (€)
A-501	0,83	8,99	3744,72
R-501	0,72	7,83	3353,98
Cost total (€)			7098,70

9.2.2.1.13 Serveis

Dins d'aquesta classificació es troben tots aquells equips destinats a serveis necessaris de la planta, i igual que la resta, també se'n calcula el preu mitjançant el mètode Happel o estimacions bibliogràfiques especificades.

9.2.2.1.13.1 Chillers

Els Chillers posseeixen una equació pel mètode de Happel concreta, basada en la capacitat d'extraure energia, en tones de refrigeració. Aquesta equació és la 9.2.2.17, que convinguda amb la 9.2.2.18 dóna el preu estimat de l'equip:

$$PV_{\text{chiller}} = 1750 \cdot (Tn_{\text{ref}})^{0,55} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.17

$$Tn_{\text{ref}} = 1750 \cdot P_{\text{chiller}} \cdot \frac{1 Tn_{\text{ref}}}{3,517 \text{ kW}}$$

Equació 9.2.2.18

On;

PV_{chiller} = Preu actual del Chiller, €.

Tn_{ref} = Capacitat de refrigeració de l'equip.

P_{chiller} = Potència del Chiller, kW.

La taula 9.2.2.19 mostra el cost estimat del Chiller i el paràmetre característic utilitzat:

Taula 9.2.2.19 Paràmetre característic i cost del Chiller.

Equip	Pot ($Tn_{\text{ref}}/3,517\text{kW}$)	Cost (€)
CH-900	300	133662,75

9.2.2.1.13.2 Torre de refrigeració d'oli tèrmic

Pel cas de la torre de refrigeració si que existeix una equació vàlida del mètode Happel, basada en el cabal que es capaç de processar, en aquest cas cabal d'oli tèrmic, ja que es tracta d'una torre de refrigeració d'oli tèrmic. L'equació mencionada és la 9.2.2.19, representada a continuació, i seguida de l'equació del cabal necessari, equació 9.2.2.20:

$$PV_{\text{torre refrigeració}} = 476 \cdot (Qv)^{0,6} \cdot \frac{CEPCI_{2013}}{CEPCI_{1970}} \cdot \frac{\text{€}}{\$}$$

Equació 9.2.2.19

$$Q_v = \frac{M_{ref}}{\rho} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{0,264 \text{ gal}}{1 \text{ l}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

Equació 9.2.2.20

On;

$PV_{\text{torre refrigeració}}$ = Preu actual de la torre de refrigeració d'oli tèrmic, €.

Q_v = Cabal volumètric d'oli tèrmic, gal/min.

M_{ref} = Cabal màssic d'oli tèrmic, kg/h.

ρ = Densitat de l'oli tèrmic, kg/m³.

La taula 9.2.2.20 recull el cost estimat de la torre de refrigeració junt amb el paràmetre característic utilitzat:

Taula 9.2.2.20 Paràmetre característic i cost de la torre de refrigeració.

Equip	Q_v (Kg/h)	Q_v (gal/min)	Cost (€)
TR-900	365639,43	1608,81	125840,64

9.2.2.1.13.3 Caldera d'oli tèrmic

El preu de la caldera d'oli tèrmic es troba mitjançant de nou el software informàtic de Matche (<http://www.matche.com>), que es basa en la potència calorífica i la pressió de servei de l'oli utilitzat. Per a l'estimació també s'ha d'especificar que es tracta d'una caldera tipus Oil/Gas Fired Package Boiler. El cost final de la caldera junt amb el paràmetre característic utilitzat són reflectits a la taula 9.2.2.21:

Taula 9.2.2.21 Paràmetre característic i cost de la caldera d'oli tèrmic.

Equip	Capacitat (Kg/s)	Capacitat (lb/h)	Cost (€)
CL-900	15,41	122303,62	1581900

Finalment, el cost de cada equip es recull en la taula 9.2.2.22, junt amb el valor del cost total final, que equival al paràmetre "I" amb el qual s'inicia el mètode Vian:

Taula 9.2.2.22 Cost d'equips i maquinaria estimat (I_1).

Equip		Cost (€)
Columnnes de plats		59461,72
Columnnes de rebliment		838811,50
Tancs i dipòsits		495102,30
Bombes		159319,40
Bomba de buit		71128
Bufadors		806,12
Reactors		37070
Agitadors		76970,27
Intercanviadors de calor		365369,58
Kettle-Reboilers		235000
Cristal·litzadors		601762,06
Assecador i Refredador		7098,70
Serveis	Chiller	133662,75
	Torre de refrigeració	125840,64
	Caldera d'oli tèrmic	1581900
Cost total (€)		4789303,04

9.2.2.2. Estimació del capital immobilitzat

Així doncs, un cop es coneix el cost de maquinaria i equips es passa a aplicar el mètode Vian per determinar el capital total immobilitzat de la planta. La taula 9.2.2.23 conté els grups que es tenen en compte en l'estimació del mètode, el seu percentatge respecte als altres i les relacions existents entre ells. Aquests valors poden variar depenent del criteri d'aplicació, cosa que fa que els resultats poden fluctuar d'un estudi a un altre.

Taula 9.2.2.23 Paràmetres del mètode de Vian i resultats de l'estimació.

Concepte	Relació	Cost (€)
Maquinaria i equip (I_1)	I_1	4789303,04
Costos d'instal·lació (I_2)	$0,45 \cdot I_1$	2155186,37
Vàlvules i canonades (I_3)	$0,5 \cdot I_1$	2394651,52
Instrumentació i control (I_4)	$0,15 \cdot I_1$	718395,46

Aïllant tèrmic (I_5)	$0,07 \cdot I_1$	335251,21
Instal·lació elèctrica (I_6)	$0,15 \cdot I_1$	718395,46
Instal·lacions auxiliars (I_7)	$0,4 \cdot I_1$	1915721,22
Estructures i edificis (I_8)	$0,15 \cdot I_1$	718395,46
Capital primari (Y)	$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8$	13745299,70
Honoraris del projecte (I_{9a})	$0,12 \cdot Y$	1649435,97
Direcció del montatge (I_{9b})	$0,06 \cdot Y$	824717,98
Compres (I_{9c})	$0,02 \cdot Y$	274905,99
Capital secundari (Z)	$Y + I_{9a} + I_{9b} + I_{9c}$	16494359,70
Contracte d'obres (I_{10})	$0,04 \cdot Z$	659774,39
Costos imprevistos (I_{11})	$0,2 \cdot Z$	3298871,93
Capital immobilitzat (I)	$Z + I_{10} + I_{11}$	20453006 €

9.2.3. Capital circulant

S'entén com a capital circulant tot aquells bens dins de la empresa els quals el seu valor es troba en permanent canvi. En aquest apartat s'inclouen doncs la compra de matèries primes, el producte del procés productiu, acabat, material auxiliar i els gestos derivats del cicle productiu.

A la hora de realitzar el càlcul del capital circulant es pot realitzar tenint en compte el valor de tots els conceptes del cicle de producció per tal de trobar un valor de capital amb molta precisió. No obstant en aquest cas es realitza a partir d'un mètode d'estimació global, el qual suposa que entre un 10-30% del capital immobilitzat és considerat capital circulant. Per tal de realitzar la estimació es tria com a percentatge un 20% del capital immobilitzat.

L'equació per a realitzar el càlcul del capital amb la corresponent estimació és la següent:

$$C = 0,2 \cdot I \quad \text{Equació 9.2.3.1}$$

On:

C és el capital circulant (€)

I és el capital immobilitzat (€):

Taula 9.2.3.1 Mètode d'estimació pel càlcul del capital circulant

Concepte	Estimació	Cost (€)
Capital circulant (C)	$0,2 \cdot I$	4090601,20

9.2.4. Posada en marxa

Al realitzar la posada en marxa de la planta deriven costos com la inertització d'equips, reparacions, manteniments, arribada a estat estacionari o neteja d'equips. Es un cost molt variable en funció de que pugui succeir a la planta, el qual no es gens significatiu respecte a capitals com el circulant o immobilitzat que representen un capital mes gran respecte al total. Per aquest motiu, no es tindrà en compte els costos derivats de la posada en marxa.

9.3. Costos de producció

Els costos de producció deriven de totes aquelles activitats relacionades amb l'activitat productiva de la empresa. Per tal de realitzar la estimació dels costos de producció es fa mitjançant el mètode de Vian.

Respecte a l'origen dels costos de producció poden tenir diferent origen (directes o indirectes) però generalment engloben aquells costos de transformació de la matèria prima fins a producte.

9.3.1. Costos de fabricació

Els costos de fabricació es basen en tres factors principals, que influeixen significativament en el capital destinat: els costos de matèries primes, la mà d'obra directe i els serveis. Com s'ha dit anteriorment, el mètode escollit per al seu càlcul serà de nou el mètode Vian, el qual estimarà els costos de fabricació basant-se en la relació entre els costos de capital immobilitzat i els de producció.

9.3.1.1. Matèries primes

En aquest apartat es descriuen quines són les matèries primes existents a la planta juntament amb els costos associats a la seva obtenció. Aquest preu ha d'incloure, a més de l'obtenció, els de transport, impostos i emmagatzematge.

Taula 9.3.1.1 Cost anual en matèries primes per a la seva producció.

Substància	Preu (€/Tn)	Quantitat (Tn/a)	Cost (€/a)
MMA	2207	2178,09	4807036,68
Fosgè	1158	8668.80	10038470,40
Toluè	983	45576.92	44802112,36
Cloroform	456	15247,41	6952818,96

NaOH	353	1,29	455,37
1-Naftol	2685,75	10967,85	29456893,47
NH ₄ Cl	169	50.80	8585,20
Total (€)			96066372,4

9.3.1.2. Mà d'obra directa

La mà d'obra directa implica el preu que s'ha de pagar pels serveis de tots aquells treballadors que intervenen directament al procés. S'inclouen per tant operaris, tècnics i superiors. Tenint en compte uns sous mitjos i 14 pagues l'any, s'obtenen els següents resultats:

Taula 9.3.1.2 Sous mensuals i anual per cada treballador.

Compost	Treballadors	Sou (€/mes)	Cost (€/a)
Cap de secció	20	4000	960000
Especialistes	50	3500	2100000
Operari	80	1000	80000
Total (€)			3140000

9.3.1.3. Serveis generals

En aquest apartat es mostren quin es el cost dels serveis generals. En quant a serveis generals, es fa referencia a tots aquells consumibles que s'utilitzen en la planta de producció, ja siguin fonts energètiques o recursos materials que no s'inclouen dins de matèries primes per no intervenir directament en el procés productiu.

Per tant com a serveis generals s'inclou l'electricitat, l'aigua i el gas natural.

Es presenta a la següent taula el consum dels diferents serveis generals considerats juntament amb el seus respectius costos anuals:

Taula 9.3.1.3 Cost dels serveis generals de la planta.

Servei	Consum		Preu		Cost (€/a)
Gas Natural	575.55	m ³ / h	0.05	€ / m ³	960000
Electricitat	50	KWh	0.40	€ / KW	2100000

Aigua	80	m ³ / h	0.18	€ / m ³	80000
Total (€)					3140000

Així doncs, el mètode per a l'estimació dels costos de fabricació es basa en percentatges de certes quantitats conegudes, de manera molt semblant a la metodologia pel càlcul del capital immobilitzat. La taula 9.3.1.4 detalla tots els costos relacionats amb la fabricació del producte, i la relació que s'estableix entre ells:

Taula 9.3.1.4 Mètode de Vian per l'estimació dels costos de fabricació.

Concepte	Relació	Cost (€)
Matèries primes (M ₁)	M ₁	96066372,40
Mà d'obra directa (M ₂)	M ₂	3140000
Patents (M ₃)	0,01·I	204530,06
Mà d'obra indirecta (M ₄)	0,15· M ₂	471000
Serveis generals (M ₅)	M ₅	3140000
Subministres (M ₆)	0,005·I	102265,03
Manteniment (M ₇)	0,05·I	1022650,30
Laboratori (M ₈)	0,1· M ₂	314000
Envasat i expedició (M ₉)	0,1·I	2045300,60
Directius i empleats (M ₁₀)	0,1·M ₂	314000
Lloguer (M ₁₁)	0	0
Impostos i taxes (M ₁₂)	0,007·I	143171,04
Asseguradores (M ₁₃)	0,01·I	204530,06
Costos de fabricació (M)	M₁+M₂+...+M₁₂+M₁₃	107167819 €

9.3.2 Costos generals

Aquests costos fan referència a viatges, publicitat i marketing utilitzats per a promocionar el producte. Es considera que aquests costos no afecten la faceta productiva, únicament son explícits a l'activitat empresarial.

Per altra banda, cal tenir en compte que la inversió inicial la duen a terme els inversors i propietaris de la planta, per la qual cosa cal actualitzar els costos de fabricació obtinguts per adequar-los més a la realitat. La taula 9.3.1.5 en mostra els resultats reals:

Taula 9.3.1.4 Mètode de Vian per l'estimació dels costos de fabricació.

Concepte	Relació	Cost (€)
Costos comercials (G ₁)	0,05·M	5358390,95

Mà d'obra directa (M_2)	$0,03 \cdot M$	3215034,57
Patents (M_3)	$0,01 \cdot M$	107167819
Mà d'obra indirecta (M_4)	$0,02 \cdot I$	409060,12
Costos generals (G)	$G_1 + G_2 + G_3 + G_4$	10054163,9 €

Finalment, per tal de conèixer els costos de producció totals només fa falta sumar els costos de fabricació amb els costos generals, tal com descriu l'equació 9.3.2.1:

$$\text{Costos de Producció (P)} = \text{Costos de fabricació (M)} + \text{Costos generals (G)} \quad \text{Equació 9.3.2.1}$$

$$\text{Costos de Producció (P)} = 117221983 \text{ €}$$

9.4. Rendiment econòmic

En aquest apartat es realitza a partir d'una sèrie de paràmetres econòmics quina es la viabilitat de la planta de producció de carbaril Tarragona Chemical Industries (TCI).

9.4.1 Ingressos per ventes

Representen l'aportació del capital de la empresa. L'objectiu de qualsevol empresa consisteix en que la obtenció dels beneficis sigui com a mínim majors als costos de producció.

En el cas de la planta TCI a més del producte principal, el carbaril, s'obté un subproducte de la valorització de l'HCl residual gas, el qual s'absorbeix fins al 35% mitjançant una columna d'absorció i és comercialitzat. En definitiva, es pot considerar que la planta disposa de dos productes amb els quals obtenir benefici.

Tenint en compte quina es la producció d'ambdós i els seus preus de venda, es pot fer una estimació de quins seran els ingressos anuals per ventes.

Taula 9.4.1.1 Estimació dels ingressos per ventes

Compost	Producció (Tn/a)	Preu (€/Tn)	Ingressos (€/a)
Carbaril	14355,68	7352,94	105556471
Àcid clorhídric	5737,80	3676,47	21094852,9
Total (€)			126651323,9

Com es pot comprovar, el valor d'Ingressos és superior al de costos de producció, per la qual cosa es pot afirmar que existeixen Beneficis, concretament de 9429340 €/a