

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

ESCOLA D'ENGINYERIA



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CFC-13

PROYECTO FINAL DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

TUTOR: JOSEP HUIX VIDAL



EDUARD CACHÀ

IRENE DEL POZO

ELENA ILZARBE

SARA ORTEGO

POLINA TSVETKOVA

CERDANYOLA DEL VALLÈS, JUNIO 2015

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CFC-13



CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1. ESTUDIO DE MERCADO DEL CFC-13.....	7-2
7.2. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL	7-3
7.2.1. CAPITAL INMOVILIZADO.....	7-4
7.2.1.1. MÉTODO DE VIAN.....	7-4
7.2.2. CAPITAL CIRCULANTE	7-11
7.2.3. INVERSIÓN INICIAL TOTAL.....	7-11
7.3. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PRODUCCIÓN	7-11
7.3.1. COSTES DE FABRICACIÓN	7-12
7.3.2. COSTES GENERALES.....	7-16
7.3.3. COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN.....	7-17
7.4. VENTAS Y RENTABILIDAD DE LA PLANTA	7-17
7.4.1. INGRESOS POR VENTAS.....	7-17
7.4.2. CÁLCULO DEL NET CASH FLOW (NCF)	7-18
7.4.3. RENDIMIENTO ECONÓMICO	7-20
7.4.4. CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y LA TIR.....	7-20
7.4.5. CÁLCULO DEL PAY BACK.....	7-21
7.5. VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	7-24
7.6. BIBLIOGRAFÍA.....	7-24

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1. ESTUDIO DE MERCADO DEL CFC-13

Pera poder realizar correctamente la evaluación económica del proyecto hay que hacer un análisis de mercado del CFC-13, ya que a partir de este se fijará un precio de venta.

El producto que se obtiene en la planta, CFC-13, es un refrigerante cuyo uso se encuentra restringido por el protocolo de Montreal ya que permanece en la capa de ozono y es nocivo para ésta ya que actúa degradándola. Por lo tanto, actualmente, se permite el uso de dicho producto de una forma restringida, solamente para casos excepcionales en los que no se pueda sustituir por otra sustancia de menor impacto. Teniendo en cuenta las restricciones del producto se analiza el posible mercado de venta de éste. Anteriormente, algunos de los usos del freón 13 eran por ejemplo: solvente desengrasante, refrigerante para congeladores médicos, agente espumante para cámaras ambientales, entre otras. Actualmente en el mercado le sustituyen el R-23 y el Suva 95 (Du Pont), que no contienen cloruro y, por lo tanto, son más respetuosos con la capa de ozono. En base a esta información y teniendo en cuenta las restricciones, el mercado de venta de CFC-13 será en su gran mayoría de exportación a países dónde su uso es menos restringido como China, considerada como el mayor mercado de refrigerantes (MarketsandMarkets), o Asia. Y en casos puntuales y específicos se realizará una comercialización interna a nivel tanto nacional como europeo.

Finalmente, el precio de venta del producto se fija a partir del precio actual de los refrigerantes que lo sustituyen, dicho precio se encuentra alrededor de los 8\$/kg, el producto que se obtiene en esta planta se vendrá por 6,4\$/kg. Se ha escogido un precio menor debido a las consecuencias nocivas que tiene el refrigerante y con el objetivo de tener un precio competitivo en el mercado Chino y Asiático.

7.2. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial se constituye por el dinero que hay que invertir para realizar el proyecto, construir la planta y hacer que ésta funcione. De esta manera, se obtendrán unos bienes y servicios que se espera que sean favorable y, por tanto, conlleven a un beneficio económico.

La inversión inicial consta de las siguientes partes:

- **Gastos previos:** Se trata de una pequeña parte de capital que hay que aportar antes de realizar cualquier proyecto, aunque al final este no salga rentable. Aquí se incluyen los costes de gestión, estudios de mercado, entre otros, y gestiones administrativas previas. Como se ha mencionado esta parte de capital es menospreciable en comparación de otras que forman la inversión inicial.
- **Capital Inmovilizado (I):** Dicha parte del capital se dirige para la compra de equipos, accesorios, edificios, instrumentación, catalizadores, etc. Es el mayor coste y no se recupera, ya que, excepto los terrenos, el capital de los demás ítems disminuye con el tiempo, la única forma para compensar su valor es amortizando. Dicha amortización se considera un coste.
- **Capital en Circulación (CC):** Este capital como dice su nombre, es un capital que se encuentra en movimiento durante el funcionamiento de la planta y permite el funcionamiento correcto de ésta. Incluye todo aquello que sea compra de materias primas y los salarios de los trabajadores, entre otros. Este capital se recupera al final de la vida útil de la planta, aunque inicialmente, supone uno de los gastos más importantes.
- **Puesta en marcha:** La partida de capital destinada a poner en marcha la planta es pequeña si se compara con el inmovilizado o el capital circulante. Incluye también costes extra, pérdidas anormales, etc. En el caso de construcción de una nueva planta, dicho capital es considerado como una inversión.

7.2.1. CAPITAL INMOVILIZADO

El cálculo del inmovilizado se puede realizar con diferentes métodos, dos de los más precisos y conocidos son el método de Vian y el método de Happel. Para el caso de estudio, se ha optado por realizar el cálculo con el método de Vian.

7.2.1.1. MÉTODO DE VIAN

El método de Vian se realiza a partir de distintas partidas de capital en función de los ítems que se tienen en cuenta para construir y hacer funcionar una planta química. A continuación, se presenta el método desgranado para seguir el procedimiento (Tabla 7-1):

Tabla 7-1 Método Vian

Inversión	Definición	Cálculo
I1	Maquinaria y aparatos	X
I2	Gastos de instalación	Entre 0,35·X y 0,5·X
I3	Tuberías y válvulas	0,6·X
I4	Instrumentos de medición y control	Entre 0,5·X y 0,3·X
I5	Aislamientos caloríficos	Entre 0,03·X y 0,1·X
I6	Instalación eléctrica	Entre 0,1·x y 0,2·X
I7	Terrenos y edificios	Edificios interiores entre 0,2·x y 0,3·x Edificios mixtos entre 0,12·X y 0,15·X. Edificios exteriores 0,05·X
I8	Instalaciones auxiliares	Entre 0,25·X y 0,7·X
Y	Capital físico o primario	$\sum_{1}^{8} I_i$
I9	Honorarios de proyecto y dirección de montaje	Entre 0,2·Y y 0,3·Y
Z	Capital secundario o directo	Y+I9
I10	Contrata de obras	Entre 0,04·Z y 0,1·Z
I11	Gastos imprevistos	Entre 0,1Z y 0,3Z

Como se observa en la tabla 7-1, para poder aplicar este método se tiene que conocer el coste para los equipos. Para ello se realizarán estimaciones en caso de que no se haya podido obtener el coste del equipo de su proveedor. Algunos equipos presentan una complejidad añadida debido a que requieren de recubrimientos anticorrosivos. Por este motivo, se ha decidido estimar el precio del equipo a partir del precio de los materiales que conforman el equipo y su peso.

I1 Maquinaria y aparatos.

La inversión I1 corresponde al coste de todos los equipos que se pueden encontrar en la planta, como por ejemplo, tanques, reactores, bombas, etc.

El cálculo de dicha inversión se realiza a partir del sumatorio de coste de todos los equipos, éste se encuentra en las listas que se presentan seguidamente:

Tabla 7-2 Precio de equipos del Área 100

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-100 ALMACENAMIENTO DE MP		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
P-101	SA-515/55	Potencia (kW)	0,8	4000	1	4000
T-101	SA-515/55	Volumen (m ³)	228	133245	1	133245
T-102	SA-515/55	Volumen (m ³)	228	133245	1	133245
T-103	SA-515/55	Volumen (m ³)	228	133245	1	133245
T-104	SA-515/55	Volumen (m ³)	228	133245	1	133245
P-102 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,27	4000	2	8000
P-103	SA-516/70	Potencia (kW)	2	2000	1	2000
T-103	SA-516/70	Volumen (m ³)	350	58500	1	58500
T-104	SA-516/70	Volumen (m ³)	350	58500	1	58500
T-105	SA-516/70	Volumen (m ³)	350	58500	1	58500
T-106	SA-516/70	Volumen (m ³)	350	58500	1	58500
P-104 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,86	2000	2	4000
P-105	SA-515/55	Potencia (kW)	1,43	4000	1	4000
T-105	SA-515/55	Volumen (m ³)	45	17272	1	17272
P-106	SA-515/55	Potencia (kW)	0,7	3000	1	3000

Tabla 7-3 Precios de equipos del Área 200

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 2	Planta de producción de CFC-13	
		A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
T-201	SA-516/70	Volumen (m ³)	1,74	2280	1	2280
M-201	SA-516/70	Caudal (m ³ /h)	2,9	5000	1	5000
E-201	Hastelloy B	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	2,3 63.8	19659	1	19659
R-201	SA-515/55	Volumen (m ³)	12,3	29000	1	29000
R-202	SA-515/55	Volumen (m ³)	12,3	29000	1	29000
R-203	SA-515/55	Volumen (m ³)	12,3	29000	1	29000
M-202	SA-515/55	Potencia (kW)	4,7	15000	1	15000
M-203	SA-515/55	Potencia (kW)	4,7	15000	1	15000
M-204	SA-515/55	Potencia (kW)	4,7	15000	1	15000
E-202	SA-516/70 - SS316L	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	59 635.5	63267	1	63267
P-201 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	1,61	3000	2	6000
T-202	SA-515/55	Volumen (m ³)	5,3	14000	1	14000
T-203	SA-515/55	Volumen (m ³)	32,4	84000	1	84000
E-203	Hastelloy B	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	1,5 41.7	19096	1	19096
C-201	SA-516/70	Volumen (m ³)	6,92	109250	1	109250
E-204	SS316L	Área intercambio (m ²)	108.4	123797	1	123797
T-204	SA-515/55	Volumen (m ³)	0,84	5120	1	5120
P-202 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,19	2000	2	4000
E-205	Hastelloy B	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	35.7 2536.2	116987	1	116987
P-203 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,02	2000	2	4000
T-205	SA-515/55	Volumen (m ³)	19	70000	1	70000
P-204 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,95	3000	2	6000
E-206	SS316L	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	2 12.4	8075	1	8075
C-202	SA-516/70	Volumen (m ³)	2,35	66150	1	66150
E-207	SS316L - SA-516/70	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	145.7 267.4	35685	1	35685
T-206	SA-515/55	Volumen (m ³)	0,4	3342	1	3342
P-205 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,19	2500	2	5000
E-208	SA-516/70	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	27.7 330.9	25614	1	25614
P-206 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,05	2000	2	4000
T-207	SA-516/70	Volumen (m ³)	2,2	5616	1	5616
E-209	SA-516/70	Área intercambio (m ²) Potencia (kW)	7.1 88.7	10578	1	10578

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 2 de 2	Planta de producción de CFC-13	
		A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
E-210	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	8	10703	1	10703
		Potencia (kW)	59.9			
R-204	SS316L	Volumen (m ³)	30	185940	1	185940
F-201	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,5	564	1	564
E-211	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	27.7	8050	1	8050
		Potencia (kW)	23.5			
P-207 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,44	3000	2	6000
E-212	SA-516/70 - SS316L	Área intercambio (m ²)	12.5	13796	1	13796
		Potencia (kW)	135.2			
P-208 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,18	3000	2	6000
P-209 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	1,02	3000	2	6000
M-205	SA-516/70	Caudal (m ³ /h)	1,9	5000	1	5000
T-208	SA-516/70	Volumen (m ³)	9,1	15000	1	15000
C-203	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,56	6276	1	6276
E-213	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	36.1	18439	1	18439
		Potencia (kW)	122.9			
T-209	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,4	636	1	636
P-210 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,12	2000	2	4000
E-214	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	161.3	34953	1	34953
		Potencia (kW)	175.3			

Tabla 7-4 Precios de equipos Área 300

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-300 PURIFICACIÓN CFC-13		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
T-301	SA-516/70	Volumen (m ³)	4,6	11100	1	11100
P-301 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,63	3000	2	6000
E-301	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	8.7	9423	1	9423
		Potencia (kW)	7.2			
C-301	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,56	6912	1	6912
E-302	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	52.5	15809	2	31618
		Potencia (kW)	85.6			
T-302	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,32	816	1	816
P-302 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,14	2500	2	5000
E-303	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	5.4	13399	1	13399
		Potencia (kW)	92.5			
P-303 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,2	2500	2	5000

Tabla 7-5 Precios de equipos Área 400

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-400 PURIFICACIÓN HCl		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
T-401	SA-515/55	Volumen (m ³)	10,72	39200	1	39200
F-401	SA-515/55	Volumen (m ³)	0,9	12400	1	12400
P-401 A/B	SA-515/56	Potencia (kW)	0,08	2000	2	4000
C-401	Grafito	Volumen (m ³)	5,4	17380	1	17380
C-402	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,02	6000	1	6000
F-402	SA-516/70	Volumen (m ³)	3,4	5436	1	5436
P-402 A/B	SA-516/71	Potencia (kW)	0,12	2500	2	5000

Tabla 7-6 Precios equipos Área 500

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-500 ALMACENAMIENTO PRODUCTOS		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
T-501	SA-515/55	Volumen (m ³)	75	26600	1	26600
E-501	SA-515/55	Área intercambio (m ²)	6	8479	1	8479
		Potencia (kW)	1.6			
P-501 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,08	2000	2	4000
T-502/T-503	SA-515/55	Volumen (m ³)	550	84000	2	168000
P-502 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,28	3500	2	7000
T-504	SA-516/70	Volumen (m ³)	230	531372	1	531372
E-502	SA-516/70	Área intercambio (m ²)	6	8566	1	8566
		Potencia (kW)	3			
P-503 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,12	3000	2	6000

Tabla 7-7 Precios de equipos del Área 600

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-600 SERVICIOS		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
GF-601	-	Potencia (kW)	1195	200000	1	200000
GF-602	-	Potencia (kW)	1195	200000	1	200000
CL-601	-	Potencia (kW)	3500	22500	1	22500
T-603	-	Volumen (m ³)	150	50000	1	50000
T-604	-	Volumen (m ³)	80	35000	1	35000
TR-601	-	Potencia (kW)	21	10000	1	10000
		Caudal (m ³ /h)	4.71			
T-602	-	Volumen (m ³)	30	25000	1	25000
TR-602	-	Potencia (kW)	770	12000	1	12000
		Caudal (m ³ /h)	55.3			
T-606	-	Volumen (m ³)	20	15000	1	15000
TC-601	-	Volumen (m ³)	27	15000	1	15000
ED-601	-	Caudal (m ³ /h)	1,2	20000	1	20000
T-601	HDPE	Volumen (m ³)	22	4800	1	4800
CI-601	-	Caudal (m ³ /h)	500	8000	1	8000
S-601	-	Potencia (kW)	55	12000	1	12000
T-602	-	Volumen (m ³)	0,9	8000	1	8000

Tabla 7-8 Precios de equipos del Área 800

		LISTADO DE EQUIPOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
		A-800 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
ÍTEM	MATERIAL	PARÁMETRO DE DISEÑO		COSTE (€)	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
F-801	SA-516/70	Volumen (m ³)	30,6	19320	1	19320
T-801	SA-516/70	Volumen (m ³)	350	123500	1	123500
P-801	SA-516/70	Potencia (kW)	0,23	5000	1	5000
T-802	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,4	1980	1	1980
C-801	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,14	5768	1	5768
T-803	SA-516/70	Volumen (m ³)	500	151250	1	151250
P-802 A/B	SA-516/70	Potencia (kW)	0,17	3000	2	6000
C-802	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,02	3600	1	3600
T-804	SA-515/55	Volumen (m ³)	0,7	1100	1	1100
P-803 A/B	SA-515/55	Potencia (kW)	0,01	4000	2	8000
P-804	SA-515/55	Potencia (kW)	0,01	4000	1	4000
T-805	HDPE	Volumen (m ³)	30	10000	1	10000
R-801	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,51	4100	1	4100
M-801	SS 316L	Potencia (kW)	0,005	300	1	300
FP-801	SA-516/70	Potencia (kW)	1.1	35000	1	35000
		Volumen filtrado (l)	5			
BH-801	SA-516/70	Volumen (m ³)	0,51	20000	1	20000

Sumando los costes de todas las áreas se obtiene (tabla 7-9):

Tabla 7-9 I1 total

Área	Coste (€)
100	809.252
200	1.269.873
300	89.268
400	89.416
500	760.017
600	637.300
800	398.918
TOTAL	4.054.044

Según el método usado y, como ya se ha dicho, el resultado final depende de este primer valor de coste de maquinaria y aparatos. Los cálculos que derivan de I1 se presentan a continuación:

Tabla 7-10 Costes de capital inmovilizado.

Inversión	Fórmula	Multiplicador	Coste (€)
I1	X	--	4054044
I2	Entre 0,35X y 0,5X	0,45	1824319,8
I3	0,6X	0,6	2432426,4
I4	Entre 0,5X y 0,3X	0,4	1621617,6
I5	Entre 0,03X y 0,1X	0,07	283783,08
I6	Entre 0,1x y 0,2X	0,15	608106,6
I7	Terrenos (70.095 m2): valoración concreta. (€/m2)	100	7009500
I7	Edificios: Entre 0,2x y 0,3X interiores Entre 0,12X y 0,15X mixtos 0,05 exteriores	0,05	202702,2
I8	Entre 0,25X y 0,7X	0,5	2027022
Y	$\sum_1^8 I_i$	--	20063521,68
I9	Entre 0,2Y y 0,3Y	0,25	5015880,42
Z	Y+I9	--	25079402,1
I10	Entre 0,04Z y 0,1Z	0,07	1755558,147
I11	Entre 0,1Z y 0,3Z	0,15	263333,7221

Finalmente, el capital inmovilizado es la suma de Z, I10 e I11 de la tabla 7-10 y se obtiene un valor de 27.098.294 €.

7.2.2. CAPITAL CIRCULANTE

Como ya se ha mencionado anteriormente, este capital se precisa para la compra de materias primas, salarios de los trabajadores, etc. Éste no regresa hasta finalizar el ciclo de producción, es decir, hasta que no se vende el producto fabricado no se recupera el capital circulante.

Hay diferentes métodos para su cálculo, para este caso se ha escogido el método global. Según dicho método este capital supone entre el 10-30% del capital inmovilizado que se ha calculado anteriormente. El cálculo se realizó para un valor medio de 20%.

Por lo tanto, el capital circulante se estima en unos 5.419.659€.

7.2.3. INVERSIÓN INICIAL TOTAL

Después de realizar todos los cálculos presentados en este apartado se puede obtener que la inversión inicial, correspondiente a la suma del capital inmovilizado y el capital circulante (ya que los gastos previos y la puesta en marcha de la planta son capitales despreciables frente al capital inmovilizado y el circulante) es de 32.517.953€.

7.3. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PRODUCCIÓN

Una vez conocida la inversión inicial, se calculan los costes asociados a la producción de CFC-13, considerando los valores de bienes y servicios usados.

Los costes de producción pueden deberse a la fabricación (coste M) o a la administración, ventas y gastos generales (coste G), además de otros costes extra.

Los costes de producción se dividen en cuatro:

- Directos: son los costes proporcionales a la producción
- Indirectos: son los que no se atribuyen directamente al producto
- Fijos: costes independientes de la producción

- Variables: cambian en función de la producción, se dividen en proporcionales y regulados. los primeros aumentan si la producción lo hace, y los segundos aumentan de forma no lineal.

7.3.1. COSTES DE FABRICACIÓN

Los costes de fabricación o manufactura están relacionados con todo aquello que haga referencia a la instalación productiva. Se desglosa en diferentes partidas anuales que se detallan a continuación:

- Materias primas

Se trata del coste de las materias primas almacenadas para llevar a cabo el proceso de producción. Además de incluir el coste de compra se incluye el transporte, el almacenaje, etc. A continuación se muestran dichos costes (tabla 7-11).

Tabla 7-11 Costes de Materias Primas

Materia Prima	Precio(€/kg)	Consumo (kg/año)	Coste(€/año)
HF	1,869	5.743.825	10.735.208,93
CCl4	1,068	14.723.340	15.724.527,12
SbCl5	18,1	49.532	896.529,2
AlCl3	0,534	9.920	5.297,28
Costes Totales			27.361.562,53

- Mano de obra

En este caso los costes de la mano de obra se refieren al sueldo que tienen todos los trabajadores de la empresa. Cada uno realizará un turno de 8 horas cada día, teniendo en cuenta que la planta opera 300 días al año, es decir, los trabajadores realizarán 2.400 horas de trabajo al año. A continuación, se presenta el número de trabajadores con su respectivo sueldo a partir de dónde se han obtenido los costes de mano de obra.

Tabla 7-12 Mano de obra

Cargo	Número de trabajadores	Sueldo (€/h)
Directivos	2	35
Especialistas	12	15
Operarios	54	7
Administración y marketing	10	13
Técnicos de laboratorio	7	8
Personal de seguridad	3	8

El coste total de mano de obra que se obtiene es de 2.323.200€/año.

- Patentes

Aunque durante la realización del proyecto se han usado patentes de las cuales hay que pagar derechos de explotación desarrollados por la empresa, este coste se menosprecia frente a los costes calculados anteriormente.

- Servicios

Son todos esos servicios que se requieren para el correcto funcionamiento de la planta, como el nitrógeno, la electricidad, el agua y el gas natural. Los costes generados se presentan a continuación (Tabla 7-13):

Tabla 7-13 Costes de consumo de servicios

Servicio	Consumo anual	Precio (€)	Coste anual (€/año)
Gas natural (kW)	3.038.400	0,057	174.009,16
Agua de red (m ³)	24.321,6	2,03	49.372,84
Electricidad (kW)	3.736.800	0,148	555.583,68
Nitrógeno (Kg)	17.090	4,987	85.227,83
Dowtherm J (Kg)	5.752	5,88	33.830,038
Coste Total			898.023,57

- Suministros

Son los costes asociados a la adquisición de productos que se utilizan con regularidad pero no son considerados materias primas, como el material de limpieza, de seguridad, entre otros. Se calcula como un 1%

del capital inmovilizado, por lo tanto, los costes por suministros ascienden a 270.983€.

- Mantenimiento

Este hace referencia al gasto generado por reparaciones que no puedan ser asumidas por el personal de mantenimiento de planta, revisiones periódicas y externas. El coste se calcula en función del capital inmovilizado. Se determina su valor como el 5% del inmovilizado, resultando un coste de mantenimiento de 1.354.915€.

- Laboratorios

Para garantizar la calidad de los productos tanto fabricados como las materias primas, es necesario disponer de un laboratorio. Son costes derivados de controles de calidad de materias primas, producto acabado y de puntos intermedios del proceso. Se estima como un 10% de la partida de mano de obra, resultando un coste de laboratorios de 198.000 €.

- Expedición

Costes derivados del transporte del producto de planta al consumidor. Se determinarán en función de la distancia de transporte, el medio de transporte, la naturaleza del producto y su peligrosidad, etc. El coste de la partida de expedición será cero, ya que los gastos de transporte de los productos serán cargados al consumidor solicitante del producto o subproducto de la planta.

- Directrices y servicios técnicos

Se trata del salario del personal que se encuentra gestionando el correcto funcionamiento del proceso. Este coste se estima en función de la complejidad del proceso, pero habitualmente se considera como un 25% de la mano de obra, resultando un coste de 495.000 €.

- Amortización

Coste asociado a la pérdida de valor de las instalaciones, no se trata de un gasto físico. Considerando una mediana de 10 años de vida operativa de los equipos, se calcula como un 10% del inmovilizado y, por lo tanto, el coste de amortización es de 2.709.829 €.

- Alquileres

En el coste de la partida se contempla tanto el alquiler de la parcela como el alquiler de maquinaria. En este caso se considera este coste nulo, ya que, tanto parcela como maquinaria se han considerado comprados.

- Impuestos

Este coste hace referencia a los pagos administrativos no atribuibles a los beneficios, se calculan como un 0,7% del capital inmovilizando, resultando un coste por impuestos de 189.688 €.

- Seguros

Se incluyen los costes referentes a los seguros contratados sobre instalaciones y edificios, no se incluyen el coste de los seguros sobre personas físicas. Dicho coste se evalúa como un 1% del capital inmovilizado, resultando un coste de seguros de fábrica de 270.983 €.

Una vez evaluadas todas las partidas se procede a calcular el valor de los costes de fabricación M como el sumatorio de las partidas individuales. Obteniendo así un total de 36.072.183€.

7.3.2. COSTES GENERALES

Los gastos generales también se subdividen en diferentes partidas presentadas anteriormente, por lo tanto, para estimar estos gastos se procede a desarrollar las partidas:

- Gastos comerciales

Estos comprenden los costes asociados a viajes, publicidad, técnicas de venta y marketing, etc. Se trata de gastos atribuibles a la venta del producto. Es recomendable una evaluación entre un 5 y un 20 % de los costes de fabricación. Se escoge un 10%, resultando un coste de gastos comerciales de 3.527.898€.

- Gastos financieros

Dicho coste es asociado a los intereses de capitales prestados e invertidos en el negocio. Se evalúan según el interés del capital prestado. Esta partida tiene un valor nulo, debido a que se desconoce la cantidad que se ha solicitado en concepto de préstamo para realizar el proyecto.

- Investigación y servicios técnicos

Los servicios técnicos hacen referencia al asesoramiento de clientes sobre los productos. Este coste se calcula como un 3% del capital inmovilizado, del cual un 1% corresponde al servicio técnico y el 2% restante a investigación y desarrollo (I+D). El valor estimado para este coste es de 812.949 €.

Una vez evaluadas todas las partidas se procede a calcular el valor de los costes generales G como el sumatorio de las partidas individuales. El valor obtenido es de 4.385.847€

7.3.3. COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN

Una vez estimados los valores de M y G se calcula los costes totales de operación como la suma de las dos partidas mencionadas:

$$4.385.847\text{€} + 35.072.183\text{€} = 40.458.030\text{€}$$

7.4. VENTAS Y RENTABILIDAD DE LA PLANTA

7.4.1. INGRESOS POR VENTAS

Para calcular los ingresos por ventas anuales generados, se precisa el precio de venta tanto del producto principal, que se ha evaluado en el primer apartado de este capítulo, como el precio de los posibles subproductos. El subproducto que se obtiene es HCl que se comercializará como HCl anhidro y HCl diluido al 36%. Según el precio de cada sustancia y la producción anual, los ingresos que se generarán se presentan a continuación (tabla 7-14):

Tabla 7-14 Ingresos anuales por ventas

Producto	Producción (kg/año)	Precio (€/kg)	Ventas (€/año)
CFC-13	10.000.000	5,696	56.960.000
HCl 36%	24.682.494	0,1424	3.514.787,146
AHCl 99,99%	1.568.064	13,35	20.933.654,4
Ventas Totales			81.408.441,55

7.4.2. CÁLCULO DEL NET CASH FLOW (NCF)

El Net Cash Flow es el dinero disponible en caja y bancos más el valor de aquellos elementos del activo (principalmente activos financieros) de disponibilidad inmediata.

En cambio, en un sentido dinámico, el net cash flow lo determinan las corrientes de cobros y pagos que tienen lugar durante un periodo de tiempo.

Para obtener el valor neto de este hay que restarle los impuestos, que se desgravan como un 35% de la base imponible. Esta última viene dada por la diferencia entre el beneficio bruto de caja y la amortización del capital inicial invertido.

Para la realización de los balances económicos hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Vida útil de la planta: Se considera una vida útil de la planta de 10 años y se asume que al final de la vida útil de la planta se recupera la cantidad residual del valor del terreno y el capital circulante.
- Construcción de las instalaciones: Se considera que el período de construcción de la planta es de dos años y se divide el coste del inmovilizado en dos partes iguales.
- Impuestos: Se consideran los impuestos anuales como un 35% de la base imponible del año anterior. La base imponible presenta el mismo valor que los beneficios brutos siempre y cuando estos sean positivos. En cambio, en caso de pérdidas, la base imponible es igual a cero. Durante el año siguiente de haber tenido pérdidas, se puede descontar del supuesto beneficio para tener una penalización menor. Esta compensación se puede dar en un período máximo de hasta 5 años repartida a conveniencia de la empresa. Si después de este período la empresa no obtiene una base imponible positiva, el proyecto no es rentable.
- Beneficios: se considera que el precio del producto se mantiene constante durante la vida útil de la planta y que tanto el producto como el subproducto tiene una salida total al mercado.
- Valor residual: El valor residual es la suma de dinero que se puede recuperar al final de la vida operativa de la planta, en el caso en que se pudiera vender algún equipo o maquinaria. En este caso el valor

residual se ha considerado el valor de los terrenos, debido a que por lo general en las industrias químicas los gastos de desmantelamiento de la planta suponen el mismo importe que las ganancias obtenidas al vender la maquinaria. El único importe que se recupera es el valor del terreno.

- Amortización: es el coste asociado a la pérdida de valor del inmovilizado y es un factor muy importante en el cálculo de la rentabilidad de una planta química. Se considera una amortización regresiva, de entre los diferentes métodos de cálculo de amortizaciones regresivas se ha utilizado la suma de dígitos, que se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$A_i = CI \cdot \frac{(t - (n - 1))}{z}$$

$$z = \frac{t(t + 1)}{2}$$

Dónde: A_i : Amortización del año “i”; CI: capital inmovilizado; t: vida útil de la planta; n: año del estudio.

Seguidamente se presenta la tabla con los resultados obtenidos en el balance económico de la planta por año. Las unidades de los datos que se presentan están en millones de euros.

Tabla 7-15 Net Cash Flow

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inmovilizado	-13,55	-13,55											0,00
Valor residual													7,01
Capital circulante		-2,71	-2,71										5,42
Ventas			81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	81,41	
Costes			-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	-40,50	
Amortización			-6,20	-5,58	-4,96	-4,34	-3,72	-3,10	-2,48	-1,86	-1,24	-0,62	
Base imponible			32,00	35,33	35,95	36,57	37,19	37,81	38,43	39,05	39,67	40,29	
Impuestos				-11,20	-12,36	-12,58	-12,80	-13,02	-13,23	-13,45	-13,67	-13,88	-14,10
NFC	-13,55	-16,26	38,20	29,71	28,55	28,33	28,11	27,89	27,68	27,46	27,24	27,03	-1,67

Tal y como se ve en la tabla 7-15, para realizar el cálculo del NCF anual, primero se tiene que calcular la amortización para cada año. Una vez se ha calculado

la amortización, se puede calcular la base imponible (ventas menos costes). En los costes se tiene que incluir el importe amortizado el año respectivo. Mediante la base imponible se calculan los impuestos a pagar el siguiente año y, finalmente, el flujo neto de caja.

7.4.3. RENDIMIENTO ECONÓMICO

Observando el apartado anterior, y en concreto los flujos netos de caja anuales, se puede deducir que el proyecto es rentable, ya que dichos flujos son positivos. Se obtienen ganancias todos los años de funcionamiento de la planta, exceptuando los años de construcción de la planta y el de cierre. Como se ha dicho antes se ha escogido una vida útil de la planta de 10 años, aunque en vista de los resultados si se aumentara el periodo de tiempo, se conseguiría un mayor rendimiento ya que el coste de la amortización estaría más dividido. Para hacer un análisis más exhausto del rendimiento y la viabilidad del proyecto, se calcula el VAN, el TIR y el Pay-Back en los apartados que siguen.

7.4.4. CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

La viabilidad del proyecto se estima a partir de los NFC calculados, para esto se utilizan métodos actualizados, que tienen en cuenta el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial. Estos métodos dan una idea más real del riesgo que se asume ya que penalizan por recuperar el dinero al final de la vida útil.

Para ello realiza el cálculo del valor actual neto (VAN) que consiste en calcular la suma de los valores actuales de los futuros ingresos y los costes, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{n=1}^{n=t} \frac{NCF_t}{(1+i)^t}$$

En este caso lo que se hace es representar la curva del VAN para diferentes intereses y comprobar que valores de interés dan un VAN positivo. Si el VAN es cero quiere decir que no hay ganancias ni pérdidas, se recupera el capital invertido; y si es negativo no tiene ningún sentido realizar el proyecto, ya que las pérdidas superan al desembolso inicial.

Además, con la tasa de retorno interno (TIR) se determina el interés que da un valor del VAN igual a cero o lo que es lo mismo, el interés máximo que puede alcanzar la empresa para no tener pérdidas y poder recuperar la inversión. Interesa que el TIR sea elevado porque significará que el margen de intereses que puede escoger la empresa es mucho más amplio.

Seguidamente se presenta la curva del VAN y el valor del interés TIR, para poder comentar la viabilidad del proyecto:

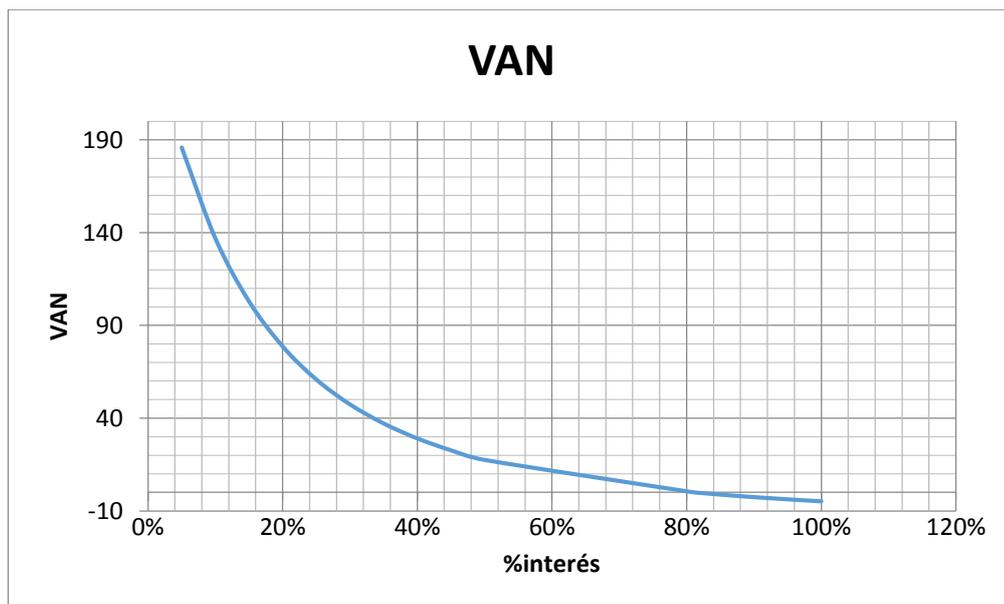


Figura 7-1 VAN del proyecto

Como se observa en la figura 7-1, el proyecto realizado es viable hasta un interés muy elevado, por lo tanto, es viable y es positivo el hecho que alcance intereses elevados ya que si durante los próximos años el interés del mercado sube el proyecto seguirá siendo viable. Se puede ver que hasta un interés de alrededor de un 80% el VAN es superior a 0, por lo tanto se obtendrán ganancias.

Se ha realizado el cálculo exacto del TIR para conocer el porcentaje de interés exacto hasta el cual el proyecto es viable. El TIR obtenido ha sido de 80,92%, es decir, a este interés solamente se recuperará la inversión inicial y, a partir de él, a intereses mayores, el proyecto será inviable.

7.4.5. CÁLCULO DEL PAY BACK

El método de estudio Pay Back, consiste en el cálculo del tiempo que se va a tardar en conseguir que la suma de los ingresos netos sea igual a la inversión inicial. Sin embargo, el Pay-Back no tiene en consideración el momento en que se reembolsa el capital ni presenta información sobre lo que ocurrirá una vez recuperada la inversión.

El cálculo del pay-back se realiza utilizando la ecuación a continuación:

$$Pay - back_n = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{NFC_i}{CI} \cdot 100$$

Dónde:

- Pay-back_n: porcentaje de capital inmovilizado recuperado en el año n.
- NFC_i: flujo de caja en el año i.
- CI: capital inmovilizado sin el valor de los terrenos, ya que estos se consideran de valor residual y se recuperará su valor al final del proyecto.

Aplicando la ecuación a los NCF calculados anteriormente los resultados obtenidos para el Pay-Back se pueden encontrar a continuación (Figura 7-2).



Figura 7-2 Capital inmovilizado recuperado (%)

Como se observa en la figura 7-1, la inversión se empieza a recuperar el segundo año, es decir el primer año de vida útil de la planta y se recupera completamente el tercer año. Tal y como se ve en la gráfica el pay-back es menor a los 2 años y medio, a partir de allí la empresa ya habrá recuperado la inversión y los ingresos netos que tengan serán beneficios. Aunque hay que tener en cuenta que no se ha tenido en cuenta el coste de la puesta en marcha, ya que supone un factor menospreciado en frente de los demás costes, pero aun así en este apartado hay que tener en cuenta que lo obtenido de ventas el primer año útil será menor. Debido a esto la inversión no se recuperará en 2 años y medio pero si en tres ya que según el gráfico el tercer año se recupera casi el 200%, es decir, que se recupera la inversión inicial y se obtienen unos beneficios prácticamente equivalentes a ésta. Por lo tanto, si el coste de puesta en marcha fuera considerable el tercer año, segundo de vida útil, se recuperaría la inversión en ella.

7.5. VIABILIDAD DEL PROYECTO

En definitiva, se concluye que el proyecto es viable, ya que para que salga rentable, el interés debería de ser menor a 80,92% y, como este interés es bastante grande, se podría fácilmente encontrar alguna entidad financiera que apostara por la viabilidad del proyecto.

Además observando el pay-back se puede decir que la obtención de beneficios es casi inmediata cosa que también favorece a la hora de encontrar inversores y para el posterior funcionamiento de la planta.

7.6. BIBLIOGRAFÍA

Du Pont, T. m. (2015). *Du Pont*. Recuperado el 05 de 2015, de http://www2.dupont.com/Refrigerants/en_US/products/

El pronóstico económico de la química industrial. (1991). Madrid: Eudema.

MarketsandMarkets. (2015). *academia.edu*. Recuperado el 05 de 2015, de http://www.academia.edu/3574515/Refrigerant_Market_till_2018