

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

PROYECTO DE FINAL DE CARRERA

INGENIERÍA QUÍMICA



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

CAPÍTULO 07. EVALUACIÓN ECONÓMICA



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

7. Evaluación económica	2
7.1.- Introducción	2
7.2.- Estudio de mercado.....	3
7.3.- Valorización económica de la planta.....	7
7.3.1.- Capital inmovilizado	8
7.3.1.1.- Coste del terreno.....	8
7.3.1.2.- Coste de equipos	8
7.3.1.3- Método VIAN.....	23
7.3.2.- Capital circulante	26
7.3.3.- Puesta en marcha.....	26
7.3.4.- Inversión inicial total.....	26
7.4.- Estimación de los costes de producción	27
7.4.1.- Costes de fabricación (M)	27
7.4.2.- Costes generales (G)	34
7.4.3.- Costes totales de producción.....	36
7.5.- Ingresos por ventas	36
7.6.- Rentabilidad de la planta	37
7.6.1. Amortización	37
7.6.2. Flujos de caja	38
7.6.3. Valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).....	42
7.6.4.- Tiempo de retorno (pay-back)	43
7.7.- Estudio de la sensibilidad	44
7.7.1.- Disminución del precio de venta	44
7.7.2.- Aumento del precio de las materias primeras.....	47
7.8.- Conclusiones.....	51
7.9.- Bibliografía y webgrafía.....	52

7. Evaluación económica

7.1.- Introducción

En el presente capítulo se estudia la viabilidad de la producción de la resina epoxi líquida en las instalaciones de ResyTech S.L. con el objetivo de determinar si se trata de un proceso viable o no. La viabilidad económica es uno de los factores más determinantes a la hora de decidir si llevar a cabo o no una instalación, ya que, aunque el diseño de esta esté realizado a la perfección, si el balance económico resulta negativo, el proyecto no se realizará.

A lo largo del capítulo se puede observar inicialmente un estudio de mercado acerca del producto final que se produce en la planta, que es resina epoxi líquida. Este estudio permite ejecutar un análisis preliminar para determinar las fortalezas y debilidades del proyecto.

Posteriormente, se hace un análisis de los inputs que tienen influencia directa en los flujos de caja de la empresa. Primero se estudia el capital inmovilizado a través del método VIAN, el capital circulante y el coste de puesta en marcha.

A continuación, se estudian los costes relacionados con la producción de resina epoxi líquida. Dentro de estos se incluyen desde el coste de las materias primas hasta el del producto final. De esta forma es posible determinar los costes de producción y operación de la planta y, de igual manera, los futuros ingresos a percibir gracias a la venta del producto y de los subproductos fabricados al introducir el producto en el mercado.

Todos los parámetros evaluados y descritos con anterioridad se condensan en un análisis de los flujos de caja de la empresa. Esta estimación de los flujos de caja, a su vez, permite calcular el Valor Actual Neto de la inversión (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). A través de estos parámetros se estudia la rentabilidad de la planta a lo largo de su vida útil estimada, que en el caso de la planta de ResyTech S.L. es de 15 años.

Por último, se elabora un análisis de sensibilidad debido a que los precios de los productos a través de los cuales se ha realizado el estudio no son estáticos y pueden variar a lo largo del tiempo. De esta manera es posible prever posibles problemáticas futuras y tener margen de mejora del diseño del proceso.

7.2.- Estudio de mercado

Un estudio de mercado es una investigación que permite analizar la viabilidad comercial y económica de un proyecto empresarial o de un producto. En el caso de la empresa ResyTech S.L, el estudio de mercado se ha realizado para un producto, la resina epoxi líquida.

Se trata fundamentalmente de anticipar la respuesta de los clientes potenciales y la competencia ante un producto concreto. Es de vital importancia ya que permite conocer en todo momento como están evolucionando los clientes y competidores.

Analizando en detalle el mercado de la resina epoxi líquida, en 2021 se estimó el mercado de resinas epoxi en más de 35.000 kilotoneladas y se prevé que el mercado registre una CAGR mayor a un 6% para el año 2027, por lo tanto, se puede afirmar que, pese a verse afectado por la aparición del COVID-19 en 2021, es un producto cuyo valor comercial está creciendo y que la inversión ganará valor de cara a un futuro a corto plazo.



Figura 7.1: Estudio CAGR.

- **Tendencias clave del mercado**

Debido a su versatilidad, la resina epoxi líquida tiene aplicaciones muy variadas.

Una de sus múltiples aplicaciones consiste en utilizar el producto como aglutinante para aplicaciones de revestimiento para mejorarla durabilidad de revestimiento de pisos y metales ya que ayudan en el desarrollo de varias propiedades en los recubrimientos, como la fuerza, la durabilidad y la resistencia química.

Actualmente hay una creciente industria en la construcción, principalmente en Alemania, país en el cual el gobierno hizo un anuncio de su plan para construir aproximadamente 1,5 millones de viviendas en un periodo relativamente corto de tiempo. Esta creciente debe afectar positivamente al desarrollo y uso del producto, tanto para revestimientos como para la industria de pinturas, en la cual también es altamente utilizado. Otros países como Francia, el Reino Unido y Rusia también se espera que impulsen el crecimiento del mercado del producto en el futuro.

Otras industrias como la automotriz, la marina y la aeroespacial también utilizan recubrimientos epoxi para la protección contra la corrosión. Debido al aumento en la demanda de vehículos eléctricos, marina y aeroespacial, se espera que el uso de recubrimientos epoxi crezca aún más.

En la figura 2 que se muestra a continuación, es posible observar un gráfico sobre el uso de la resina epoxi líquida diferenciado en las áreas en las cuales tiene aplicación.

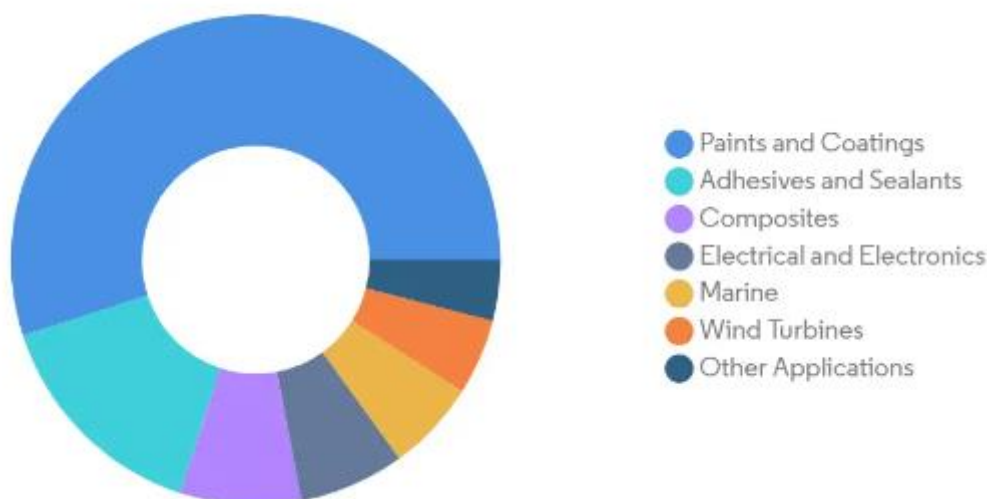


Figura 7.2: Mercado de la resina epoxi líquida.

- **Competencia en el mercado**

Actualmente existen diversas empresas dedicadas a la explotación del mercado de las resinas epoxi líquidas. Se espera que la competencia aumente a medida que las posibilidades de mercado del producto crezcan, tal y como se prevé y se ha podido corroborar en el estudio. No obstante, actualmente el mercado está dominado por las siguientes empresas:

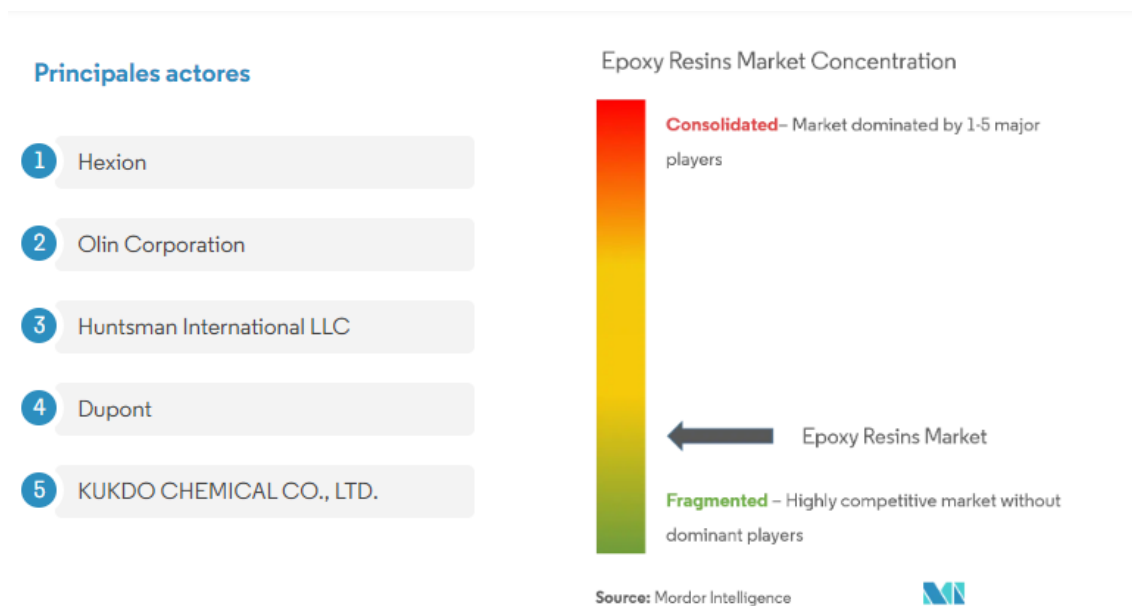


Figura 7.3: Panorama competitivo.

- **Regiones dominantes**

La resina epoxi líquida tiene un amplio mercado. Se espera que en los años futuros este crezca de manera exponencial. Diferenciando entre países punteros, destacan:

- China destaca como el país con mayor base de producción de productos electrónicos del mundo. Con el aumento de los ingresos disponibles de la población de clase media, se proyecta que la demanda de productos electrónicos aumente de manera constante en el futuro, impulsando así el mercado estudiado. Además de lo comentado, China es uno de los principales países de Asia-Pacífico con amplias actividades de construcción, con los sectores industrial y de la construcción que representan aproximadamente el 50% del PIB.

- India está impulsando grandes proyectos en el segmento residencial para los próximos años. Debido a su gran cantidad de proyectos futuros, se estima un crecimiento en el segmento residencial para impulsar el mercado de resinas epoxi en la región de Asia-Pacífico.
- Japón cuenta con una de las principales industrias eléctrica y electrónica del mundo y además se espera que esta aumente en el futuro próximo hasta en un 11%. Por otra parte, se espera que el sector de la construcción de Japón se expanda a un ritmo moderado durante los próximos cinco años. Se espera que tales factores aumenten la demanda de resinas epoxi en la región de Asia y el Pacífico durante el período de pronóstico.



Figura 7.4: regiones dominantes del mercado.

7.3.- Valorización económica de la planta

Se denomina inversión inicial a la cantidad de dinero que es necesario invertir para poner en marcha un proyecto de negocio.

En el caso de estudio, la inversión inicial hace referencia a la cantidad de dinero necesario para poner en marcha la planta de resina epoxi líquida, tanto a efectos fiscales como a efectos de construcción. Su finalidad es conseguir los bienes y servicios necesarios para la planta que permitan obtener beneficios en un determinado periodo de tiempo. La inversión inicial consta de 4 componentes:

- **Costes previos:** capital destinado a cubrir los gastos que se producen previamente al inicio del proyecto. En esta categoría se incluyen gastos de gestión, estudio de mercado, investigación y gestiones administrativas entre otros.
Se trata de inversiones poco significativas comparándolas con las que habrá que realizar posteriormente, en caso de que el proyecto reciba el visto bueno. En caso contrario, si el proceso carece de rentabilidad no se recupera la inversión.
- **Capital inmovilizado:** parte del capital destinado a la adquisición de bienes de producción. En esta categoría se incluyen los gastos en la compra del terreno en el cual se construirá la planta, la maquinaria, los equipos necesarios para que el proceso funcione y su instalación.
Se trata de una inversión elevada que, salvo en el caso de los terrenos, pierde valor con el paso del tiempo, pero se recupera a través de una correcta política de amortización a lo largo de su vida útil.
- **Capital circulante:** es el conjunto de liquidez o dinero que tiene una empresa para poder disponer de él en cualquier momento. Está en movimiento durante todo el funcionamiento de la planta y garantiza normalidad. En esta categoría se incluyen los gastos de la compra de materias primas, el pago de salarios y los pagos de caja entre otros.
Se trata de una inversión no amortizable que supone uno de los costes de mayor dimensión para la empresa.
- **Puesta en marcha:** parte del capital destinado a la puesta en marcha de la planta, en los cuales se incluyen los costes extra, los gastos no previstos, etc.

7.3.1.- Capital inmovilizado

Para estimar el coste de inversión del capital inmovilizado se pueden utilizar varios métodos. En la empresa *Resytech* hemos decidido utilizar el método del factor múltiple, que es reconocido como el método más fiable y con un menor porcentaje de error (10-20%). En este estudio de la economía de la empresa se utiliza el método VIAN.

7.3.1.1.- Coste del terreno

Para poder realizar un cálculo que se ajuste a la realidad, es necesario hacer un estudio del coste del terreno en la ciudad de La Canonja, ubicada en la provincia de Tarragona.

Después de analizar distintas parcelas de la zona, las cuales están tasadas a diferentes precios, es posible estimar un valor medio aproximado de 100€/m².

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el área necesaria para poder construir la planta es de 53235 m², el coste final del terreno será:

$$C_{\text{terreno}} = P_{\text{parcela}} \cdot A_{\text{parcela}} = 100 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 53.235 \text{€} = 5.323.500 \text{€}$$

(Ecuación 7.1)

Dónde:

C_{terreno} = coste final del terreno (€)

P_{parcela} = precio parcela (€/m²)

A_{parcela} = Área parcela (m²)

7.3.1.2.- Coste de equipos

El coste de los equipos se puede calcular a través de dos métodos distintos. Uno de ellos corresponde al método algorítmico de J.R.Couper, mientras que el otro corresponde al método de correlaciones de Sinnot&Towler.

El método de Couper utiliza diferentes ecuaciones en función del tipo de equipo y el material del cual está fabricado. Ofrece el valor de los equipos para el año 2002.

Con el método de Sinnot&Towler es posible estimar el precio del equipo en el año 2006 a través de la ecuación que se muestra a continuación:

$$C_e = a + b * S^n$$

(Ecuación 7.2)

Dónde:

- Ce: coste equipo
- a y b: parámetros que dependen del tipo de equipo.
- S: valor del parámetro característico del equipo.

Debido a que ninguno de los dos métodos estima el precio estimado en la actualidad, es necesario realizar una conversión para transformar los \$ en € y actualizar el valor al año actual a través de los índices CEPCI.

Conversión actual de \$ a €:

$$1 \$ = 0,93 €$$

En la tabla que se muestra a continuación se observa el índice CEPCI, actualizado en febrero del 2022:

Tabla 7.1: Índice anual CEPCI.

ÍNDICE CEPCI ANUAL	
2002	395,6
2006	509,7
2022	806,3

Por otra parte, también hay que tener en cuenta que el método Sinnot&Towler calcula el precio de los equipos para una construcción con acero inoxidable 304. Los equipos de la planta de ResyTech S.L se construyen con acero inoxidable 316, por lo tanto, es necesario utilizar el siguiente factor de conversión para estimar el precio de los equipos de manera adecuada.

Tabla 7.2: Tabla de correlación de precio de materiales de fabricación.

CORRELACIÓN DE PRECIOS	
Acero inoxidable 304	1,0
Acero inoxidable 316	1,3

A continuación, se procede a estimar el precio de los equipos uno a uno:

• **TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de 12 tanques de almacenamiento.

Para estimar el precio de los tanques de almacenamiento se utiliza el método algorítmico. A continuación, se observa el ejemplo de cálculo de uno de ellos:

EJEMPLO DE CÁLCULO TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T-105)

Para estimar el precio de los tanques de almacenamiento se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 1,218 * Fm * \exp (11,662 - 0,6104 * \ln(V) + 0,04536 * (\ln(V))^2)$$

(Ecuación 7.3)

Al estar fabricado de acero inoxidable 316, el factor de materia (Fm) tiene un valor de 2,7. El volumen, expresado en galones, es de 53045,75 US gal. Por lo tanto, al substituirlo en la ecuación anterior:

$$C = 1,218 * 2,7 * \exp (11,662 - 0,6104 * \ln(53045,75) + 0,04536 * (\ln(53045,75))^2) = 106.976\$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 106.976 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 203.771 €$$

Este es el ejemplo de cálculo para el tanque de almacenamiento de bisfenol A (T-105). En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada uno de los tanques de almacenamiento, calculado a través del mismo método, y el precio total correspondiente a estos tanques.

Tabla 7.3: Estimación de los costes de los tanques de almacenamiento.

EQUIPO Y REFERENCIA	Fm	V (m3)	V (US gal)	Precio 2002 (\$)	Precio 2022 (€)
T-101	2,7	202,89	53597,85	107394,67	204.568
T-102	2,7	202,89	53597,85	107394,67	204.568
T-103	2,7	202,89	53597,85	107394,67	204.568
T-104	2,7	202,89	53597,85	107394,67	204.568
T-105	2,7	200,8	53045,73	106976,25	203.771
T-106	2,7	2,375	627,40	49152,68	93.627
T-107	2,7	42,63	11261,65	66554,03	126.774
T-108	2,7	107,77	28469,81	86129,51	164.062
T-800	2,7	27,8	7343,98	60669,11	115.564

T-801	2,7	27,8	7343,98	60669,11	115.564
T-802	2,7	27,8	7343,98	60669,11	115.564
T-803	2,7	27,8	7343,98	60669,11	115.564
TOTAL	-	-	-	-	1.868.768

Como se puede observar en la tabla 7.3, el coste total de los tanques de almacenamiento es de 1.868.768 €.

- **TANQUES MEZCLADORES**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de 5 mezcladores. Estos equipos permiten la mezcla de fases homogéneas y heterogéneas.

En el caso de los mezcladores, se estima el precio a través del método de Sinnott&Towler. A continuación, se observa un ejemplo de cálculo.

EJEMPLO DE CÁLCULO MEZCLADOR (T-200)

Para estimar el precio de los tanques de almacenamiento se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 500 + 1030 * Q^{0,4}$$

(Ecuación 7.4)

La Q hace referencia al caudal de líquido expresado en L/s. En el caso del mezclador T-200 el caudal que circula es de 1,39 L/s. Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$C = 500 + 1030 * 1,39^{0,4} = 1.675 \$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2006. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 1.675 \$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{509,7 \$_{2006}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 2.476 €$$

Este precio se ha estimado suponiendo que el equipo está fabricado de acero inoxidable 304. Los mezcladores de la planta de ResyTech S.L son fabricados de acero inoxidable 316 y, por lo tanto, hay que multiplicar el valor obtenido por 1,3 (tabla 3). Finalmente se obtiene un coste total de 3.219 €.

En el caso de los mezcladores también es necesario sumar el precio de los agitadores. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 15000 + 990 * P^{1,05}$$

(Ecuación 7.5)

La P hace referencia a la potencia de agitación y, en el caso del mezclador T-200 es de 0,07 KW.

$$C = 15000 + 990 * 0,07^{1,05} = 15.060,7 \text{ €}$$

Este precio estimado hace referencia al año 2006. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 15.060,7 \$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{509,7 \$_{2006}} * \frac{1 \text{ €}}{1,07 \$} = 22.266 \text{ €}$$

Por lo tanto, el coste total del mezclador T-200 consiste en sumar el coste estimado del tanque y la agitación.

$$C = 3.219 + 22.266 = 25.485 \text{ €}$$

Este es el ejemplo de cálculo para el tanque de mezcla de bisfenol A y epíclorhidrina (T-200).

En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada uno de los tanques mezcladores, calculado a través del mismo método, y el precio total correspondiente a estos tanques.

Tabla 7.4: Estimación de los costes de los tanques mezcladores.

EQUIPO	TANQUE			AGITACIÓN			COSTE TOTAL (€)
	Q (L/s)	Precio 2006 (\$)	Precio 2022 (€)	P (KW)	Precio 2006 (\$)	Precio 2022 (€)	
T-109	0,007	641,5	1233,0	0,000	15000	22176	23.409
T-200	1,39	1675,0	3219,3	0,070	15060	22266	25.485
T-300	1,113	1575,1	3027,2	0,000	15000	22176	25.203
T-301	0,94	1504,8	2892,2	0,000	15000	22176	25.068
T-500	0,943	1506,1	2894,6	0,002	15001	22179	25.073
TOTAL	-	6902,5	13266,3	-	75062	110974	124.240

Como se observar en la tabla 7.4, el coste total de los tanques de mezcla es de 124.240 €.

• INTERCAMBIADORES DE CALOR

En la planta de ResyTech S.L se dispone de 7 intercambiadores de calor. Para estimar el precio de los intercambiadores se utiliza el método de las correlaciones de Couper. A continuación, se observa el ejemplo de cálculo de uno de ellos:

EJEMPLO DE CÁLCULO INTERCAMBIADOR DE CALOR (IC-200)

Para estimar el precio de los intercambiadores de calor se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 1,218 * Fd * Fm * Fp * Cb$$

(Ecuación 7.6)

Los parámetros presentes en la ecuación anterior se calculan:

- $Fp = 0.7771 + 0.04981 * \ln(A)$ (Ecuación 7.7)
- $Fd = \exp(-1,1156 + 0,0906 * \ln(A))$ (Ecuación 7.8)
- $Fm = g1 + g2 * \ln(A)$ (Ecuación 7.9)
- $Cb = \exp(8,821 - 0,30863 * \ln(A) + 0,0681 * (\ln(A))^2)$ (Ecuación 7.10)

El parámetro A hace referencia a la superficie efectiva de intercambio expresada en ft² y g1 y g2 son parámetros que dependen del material. En este caso, al estar fabricados de acero inoxidable 316, tienen un valor de 0,8603 y 0,15984 respectivamente.

En el caso del intercambiador de calor IC-200, el área de intercambio de calor efectiva es de 24,48 m² que, expresado en pies cuadrados equivale a 263,5 ft². Por lo tanto, mediante cálculos sencillos es posible obtener los siguientes resultados:

- $Fp = 0.7771 + 0.04981 * \ln(24,48) = 1,05$
- $Fd = \exp(-1,1156 + 0,0906 * \ln(24,48)) = 0,54$
- $Fm = 0,8193 + 0,15984 * \ln(24,48) = 1,69$
- $Cb = \exp(8,821 - 0,30863 * \ln(24,48) + 0,0681 * (\ln(24,48))^2) = 10.062,3$

Sustituyendo estos parámetros en la ecuación de costes, obtenemos:

$$C = 1,218 * Fd * Fm * Fp * Cb = 1,218 * 0,54 * 1,69 * 1,05 * 10.062,3 = 11.912 \$_{2002}$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 11.912 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 22.690,4 €$$

Este es el ejemplo de cálculo para el intercambiador IC-200. En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada uno de los intercambiadores, calculado a través del mismo método, y el precio total.

Tabla 7.5: Estimación de los costes de los intercambiadores de calor.

EQUIPO	A (m ²)	A (ft ²)	Fd	Fm	Fp	Cb	C 2002 \$	C 2022 €
IC-200	24,48	263,50	0,54	1,69	1,05	10062,3	11912,0	22.690
IC-201	23,69	254,99	0,54	1,69	1,05	9915,41	11649,0	22.189
IC-300	13,57	146,06	0,51	1,60	1,02	7898,52	8137,97	15.501
IC-301	8,5	91,49	0,49	1,52	1,00	6742,30	6203,53	11.816
IC-500	22,34	240,46	0,53	1,68	1,05	9661,51	11196,8	21.328
IC-602-2	24,05	258,87	0,54	1,69	1,05	9982,50	11769,0	22.418
IC-602-1	7,54	81,15	0,48	1,50	0,99	6505,5	5811,95	11.070
TOTAL	-	-	-	-	-	-	66680,52	127015

Como se puede observar en la tabla 7.5, el coste total de los intercambiadores de calor es de 127.015 €.

- **REACTORES**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de 3 reactores. Para estimar el precio de los reactores se utiliza el método algorítmico. A continuación, se observa el ejemplo de cálculo de uno de ellos:

EJEMPLO DE CÁLCULO REACTOR (R-200)

Para estimar el precio de los intercambiadores de calor se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = Fm * Cb + Ca$$

(Ecuación 7.11)

Dónde Cb y Ca se calculan:

- $Cb = 1,218 \cdot \exp [9,1 - 0,2889 \cdot (\ln (W) + 0,04576 \cdot (\ln W)^2)]$ (Ecuación 7.12)
- $Ca = 300 * D^{0,7396} \cdot L^{0,7068}$ (Ecuación 7.13)

Fm es un factor de coste que depende de que material se utiliza para la fabricación de los reactores. Para los tres reactores de la planta de ResyTech S.L se utiliza acero inoxidable 316 y, por lo tanto, el valor de este factor es de 2,7.

La W hace referencia al peso de la carcasa en lb, la D indica el diámetro de la carcasa en ft i la L la longitud de la carcasa en ft.

En el caso del reactor R-200:

- $W = 1172,6 \text{ kg} = 2583,82 \text{ lb}$
- $D = 1,551 \text{ m} = 5,09 \text{ ft}$
- $L = 5,88 \text{ m} = 19,29 \text{ ft}$

Al sustituirlo en las ecuaciones correspondientes:

- $Cb = 1,218 \cdot \exp [9,1 - 0,2889 \cdot (\ln (2583,82)) + 0,04576 \cdot (\ln (2583,82))^2] = 19.000$
- $Ca = 300 * 5,09^{0,7396} \cdot 19,29^{0,7068} = 8.096,22$

Y, por lo tanto, el coste total del equipo es de:

$$C = Fm * Cb + Ca = 2,7 * 19.000 + 8.096,22 = 59.396,22 \text{ €}$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 59.396,22 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 \text{ €}}{1,07 \$} = 113.141,36 \text{ €}$$

Este es el ejemplo de cálculo para el reactor R-200. En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada uno de los intercambiadores, calculado a través del mismo método, y el precio total.

Tabla 7.6: Estimación de los costes de los reactores.

EQUIPO	W	D	L	Cb	Ca	C 2002 \$	C 2022 €
R-200/201	2583,8	5,1	19,3	19000,3	8096,2	59397,0	113.141
R-300/301	536,6	5,6	20,5	10819,6	9067,7	38280,5	72.917
R-500/501	3125,1	2,3	12,4	20654,4	3345,9	59112,7	112.599
TOTAL	-	-	-	-	-	156790,2	298.659

Como se puede observar en la tabla 7.6, el coste total de los reactores es de 298.659 €.

- **EVAPORADORES**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de un solo evaporador. Para estimar su precio se utiliza el método de las correlaciones.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO EVAPORADOR (EV-601)

$$C = 280 + 30500 * (A)^{0,55}$$

(Ecuación 7.14)

Dónde el parámetro A hace referencia al área de intercambio en m². El valor del área de intercambio en el caso del evaporador EV-601 es de 3,59 m² y, por lo tanto:

$$C = 280 + 30500 * (3,59)^{0,55} = 61.882,99$$

Este precio estimado hace referencia al año 2006. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 61882,99 \$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{509,7 \$_{2006}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 91489,1 €$$

Tabla 7.7: Estimación de los costes del evaporador.

EQUIPO	A (m ²)	C 2006 \$	C 2022 €
EV-601	3,59	61882,99	91489

Como se puede observar en la tabla 7.7, el coste total del evaporador es de 91.489 €.

- **CENTRIFUGADORA**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de una sola centrifugadora. Para estimar su precio se utiliza el método algorítmico.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO CENTRIFUGADORA (CE-400)

$$C = 1,218 * (a + bW)$$

(Ecuación 7.15)

Dónde a (81,50) y b (4,28) son las constantes calculadas a partir del material utilizado para el diseño de estos equipos y W el caudal en toneladas/hora. El valor del caudal es de 2,73 toneladas/hora, por lo tanto:

$$C = 1,218 * (81,50 + 4,28*2,73) = 113.500 \$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 61882,99 \$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 216200 €$$

Tabla 7.8: Estimación de los costes de la centrifugadora.

EQUIPO	Q (kg/h)	Q (ton/h)	C 2002 \$	C 2022 €
CE-400	2730,45	2,73045	113.500	216.200

Como se puede observar en la tabla 7.8, el coste total de la centrifugadora es de 216.200 €.

- **DECANTADOR**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de dos decantadores. Para estimar su precio se utiliza el método algorítmico.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO DECANTADOR (D-300)

$$C = 1.218 \cdot F_M \cdot \exp (2.631+1.3673 \cdot \ln(V)-0.06309 \cdot (\ln V)^2)$$

(Ecuación 7.16)

F_M es un factor de coste que depende de que material se utiliza para la fabricación de los decantadores. Para los dos decantadores de la planta de ResyTech S.L se utiliza acero inoxidable 316 y, por lo tanto, el valor de este factor es de 2,7.

El parámetro V hace referencia al volumen del decantador en galones, y en el caso de D-300 es de 1,384 m³, que corresponde a 365,61 gal.

$$C = 1.218 \cdot 2,7 \cdot \exp (2.631+1.3673 \cdot \ln (365,61)-0.06309 \cdot (\ln (365,61))^2) = 16.209$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 16.209 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 30.876 €$$

Este es el ejemplo de cálculo para el reactor D-300. En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada uno de los decantadores, calculado a través del mismo método, y el precio total.

Tabla 7.9: Estimación de los costes de los decantadores.

EQUIPO	V(m3)	V(gal)	Precio 2002 (\$)	Precio 2022 (€)
D-300	1,384	365,61	16209,52	30876
D-301	0,179	47,28	3483,90	6636
TOTAL	-	-	19693,43	37512

Como se puede observar en la tabla 7.9, el coste total de los decantadores es de 37.512,7 €.

- **COLUMNA DE DESTILACIÓN**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de una columna de destilación. Para estimar su precio se utiliza el método algorítmico.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO COLUMNA DE DESTILACIÓN (DC-600)

$$C = 1.218 * [f1 * Cb + N * f2 * f3 * f4 * Ct + Cpt]$$

(Ecuación 7.17)

Dónde:

$$Cb = 1,218 * \exp (7,123 + 0,1478 * \ln W + 0,02488 * (\ln W)^2) \text{ (Ecuación 7.18)}$$

$$Ct = 457.7 \cdot \exp (0.1739 * D_{\text{plato}}) \text{ (Ecuación 7.19)}$$

$$Cpt = 249,6 * D^{0.6332} * L^{0.6016} \text{ (Ecuación 7.20)}$$

$$f1 = 2,10$$

$$f2 = 1,401 + 0,0742D$$

$$f3 = 0,95$$

$$f4 = 2,25 / 1,0414^N \text{ (Ecuación 7.21)}$$

Para el caso de la columna de destilación DC-600, el peso de la carcasa (W) es de 17096,85 lb, el diámetro de la columna (D) es de 4,92 ft, la longitud de la columna (L) es de 19,85 ft y N hace referencia al número de platos, 10 en el caso de la columna de destilación diseñada.

Por lo tanto, al sustituir estos valores en las ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

$$f2 = 1,401 + 0,0742 * 4,92 = 1,76$$

$$f4 = 2,25 / 1,0414^{10} = 1,49$$

$$Cpt = 249,6 * 4,92^{0.6332} * 19,85^{0.6016} = 4131,7$$

$$Ct = 457.7 \cdot \exp (0.1739 * 4,92) = 1076,85$$

$$Cb = 1,218 * \exp (7,123 + 0,1478 * \ln (17096,85) + 0,02488 * (\ln (17096,85))^2) \\ = 67798,45$$

$$C = 1.218 * [2,1 * 67798,45 + 10 * 1,76 * 0,95 * 1,49 * 1076,85 + 4131,7] = 211449,46$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 211449,46 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 402.775,6 €$$

Tabla 7.10: Estimación de los costes de la columna de destilación.

EQUIPO	D (ft)	L (ft)	N	W (lb)	f1	f2	f3	f4
DC-600	4,92	19,85	10	17096,85	2,1	1,76	0,95	1,49
Cpt	Ct		Cb		Precio 2002 (\$)		Precio 2022 (€)	
4131,70	1076,85		67798,45		211449,46		402775	

Como se puede observar en la tabla 7.10, el coste total de la columna de destilación es de 402.775€.

- **FILTRO DE PRENSA**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de un filtro de prensa. En el caso de este equipo, se realiza la compra de un filtro de prensa ya diseñado con anterioridad por la empresa directindustry. El coste del filtro de prensa es de 17.773 €.

- **COALESCEDOR**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de un coalescedor. En el caso de este equipo, se realiza la compra de un coalescedor ya diseñado con anterioridad por la empresa grafiberia. El coste del coalescedor es de 4.726 €.

- **BOMBAS**

En la planta de ResyTech S.L se dispone de 26 bombas. Para estimar el precio de las bombas se utiliza el método de las correlaciones.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo de uno de ellos:

EJEMPLO DE CÁLCULO BOMBA (P-101 A1)

Para estimar el precio de las bombas se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 6900 + 206 * Q^{0,9}$$

El parámetro Q hace referencia al caudal en litros segundo, que en el caso de la bomba P-101 A1 es de 0,956 L/s.

$$C = 6900 + 206 * 0,956^{0,9} = 7097,8 \$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2006. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 7.097,8 \$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{509,7 \$_{2006}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 10.493,5 €$$

Este es el ejemplo de cálculo para la bomba P-101 A1. En la tabla que se muestra a continuación se observa el precio de cada una de las bombas, calculado a través del mismo método, y el precio total.

Tabla 7.11: Estimación de los costes de las bombas.

EQUIPO	Q (L/s)	Precio 2002 (\$)	Precio 2022 (€)
P-101 A1	0,96	7097,82	10493
P-107 A1	0,05	6913,95	13169
P-108 A1	0,00	6900,58	13144
P-109 A1	0,01	6901,93	13147
P-109 A2	0,01	6902,13	13147
P-200 A1	1,12	7127,20	13576
C-200 A1	0,89	7085,86	13497
PV-300 A1	0,64	7037,08	13404
PV-300 A2	0,00	6900,58	13144
PV-301 A1	0,70	7049,44	13427
P-301 A1	0,65	7040,37	13410
C-301 A1	0,66	7042,21	13414
P-300 A1	0,93	7092,98	13510
P-300 A2	0,93	7092,98	13510
P-301 A2	0,15	6936,73	13213
P-301 A3	0,01	6903,03	13149
P-400 A1	0,52	7014,75	13361
P-400 A2	0,01	6901,86	13146
P-500 A1	0,81	7071,17	13469
PV-601 A1	0,53	7015,35	13363
C-601 A1	0,08	6921,93	13185
P-601 A1	0,53	7015,35	13363
P-602 A1	0,07	6919,15	13179
P-602 A2	0,41	6993,15	13320
P-800 A1	0,41	6993,15	13320

P-800 A2	0,41	6993,15	13320
TOTAL	-	-	343393

Hay que tener en cuenta que por cada bomba que se utiliza en la planta, también se dispone de otra de repuesto, por lo tanto, una vez calculado el precio total del equipo, es necesario multiplicar este valor por dos para estimar su coste de forma adecuada.

Por lo tanto, el coste total de las bombas presentes en la planta de ResyTech S.L es de 686.787 €.

- **EQUIPOS AUXILIARES**

En la planta de Resytech S.L se dispone de una torre de refrigeración. Para estimar su precio se utiliza el método algorítmico.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO TORRE DE REFRIGERACIÓN (TR-700)

$$C = 178 * f * Q^{0,65}$$

(Ecuación 7.22)

El parámetro f depende de la temperatura y Q hace referencia al caudal de la torre de refrigeración expresado en Kgal/min. Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$C = 178 * 1 * 1,92^{0,65} = 272,08K \$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2002. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 272083,9 \$_{2002} * \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 402254,69 €$$

Tabla 7.12: Estimación del coste de la torre de refrigeración.

EQUIPO	Q (m3/h)	Q (kgal/min)	Precio 2002 (\$)	Precio 2022 (€)
TR-700	436,29	1,92	272083,92	402254

Dentro de equipos auxiliares, la planta también dispone de una caldera de vapor y una de aceite térmico. Para estimar su coste se utiliza el método de las correlaciones.

A continuación, se observa el ejemplo de cálculo de la caldera de vapor:

EJEMPLO DE CÁLCULO CALDERA DE VAPOR (CV-700)

Para estimar el precio de las calderas se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = 110000 + 4.5 * Q^{0,9}$$

(Ecuación 7.23)

El parámetro Q hace referencia al caudal de vapor de agua expresado en kg/h.

$$C = 110000 + 4.5 * 14779,8^{0,9} = 135.463,3 \$$$

Este precio estimado hace referencia al año 2006. Utilizando los índice CEPCI y utilizando el cambio de divisa:

$$C = 135.463,3\$_{2006} * \frac{806,3 \$_{2022}}{509,7 \$_{2006}} * \frac{1 €}{1,07 \$} = 200.271,8 €$$

Este es el ejemplo de cálculo para la caldera de vapor. En la tabla que se muestra a continuación se observa también el precio de la caldera de aceite térmico, calculado a través del mismo método.

EQUIPO	Q (kg/h)	Precio 2006 (\$)	Precio 2022 (€)
CV-700	14779,8	135463,272	200271
CT-700	4113,42	118053,697	174533
TOTAL	-	-	374804

En la siguiente tabla se observa el precio total de los equipos auxiliares.

EQUIPO	PRECIO TOTAL 2022 (€)
TR-700	402254
CV-700	200271
CT-700	174533
TOTAL	777.059

Por lo tanto, el coste total de los equipos auxiliares en la planta de ResyTech S.L es de 777.060 €.

- **TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y SEGURIDAD**

La estimación del coste del equipo de protección contra incendios se obtiene a través de la información obtenida en diferentes webs, que permiten estimar las siguientes cantidades:

EQUIPO	Precio 2022 (€)
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	850.000

- **COSTE TOTAL DE LOS EQUIPOS**

Una vez observado el precio de los equipos por separado, en la tabla que se muestra a continuación se observa el coste total de la suma de todos los equipos presentes en la planta de Resytech S.L.

EQUIPO	Precio 2022 (€)
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	1868768
TANQUES MEZCLADORES	124240
INTERCAMBIADORES DE CALOR	127015
REACTORES	298659
EVAPORADORES	91489
CENTRIFUGADORAS	216200
DECANTADORES	37513
COLUMNAS DE DESTILACIÓN	402776
FILTROS DE PRENSA	17773
COALESCEDOR	4726
BOMBAS	686787
EQUIPOS AUXILIARES	777060
SEGURIDAD	850000
TOTAL	5.503.006

Se estima que el coste total de los equipos es de 5.503.006 €.

7.3.1.3- Método VIAN

El método VIAN consiste en calcular las diferentes fracciones que forman el capital inmovilizado a través de una serie de ecuaciones, que se muestran a continuación.

Tabla 7.13: Método VIAN.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	EQUACIÓ
I1	Maquinaria i aparatos	X
I2	Instalación	35 – 50 % de X
I3	Tuberías y válvulas	10 % de X (sólidos) 60 % de X (fluidos)
I4	Instrumentación	5 – 30 % de I1
I5	Aislamientos	3 – 10% de I1
I6	Instalación eléctrica	10 – 20 % de I1
I7	Terrenos y edificios	Terrenos: Valorización concreta
		Edificaciones interiores: 20 – 30 % de I1

		Edificaciones mixtas: 12 – 15 % de I1
		Edificaciones exteriores: 5% de I1
I8	Instalaciones auxiliares	25 – 70 % de I1
Y	Capital físico o primario	Sumatorio I1-I8
I9	Honorarios de proyecto y dirección de montaje	20 – 30 % de Y
Z	Capital directo o secundario	Y + I9
I10	Contratista	4 – 10% de Z
I11	Gastos imprevistos	10 – 30 % de Z

Para poder llevar a cabo el cálculo a través del método VIAN, primero es necesario analizar la maquinaria y aparatos (parámetro I1), a través del cual se pueden estimar el resto de los valores indicados en la tabla, que permiten obtener un valor aproximado del capital inmovilizado.

El coste de este primer parámetro corresponde al apartado anterior referente al coste de los equipos necesarios para llevar a cabo la producción de resina epoxi líquida en la planta de ResyTech y tiene un valor de 5.503.0066 €. A partir de este coste, es posible estimar el coste del capital inmovilizado, que se observa en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 7.14: Cálculo con método VIAN.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	EQUACIÓ	COSTE
I1	Maquinaria i aparatos	X	5503006
I2	Instalación	45 % de X	2476352
I3	Tuberías y válvulas	10 % de X (sólidos)	3852104
		60 % de X (fluidos)	
I4	Instrumentación	20 % de	1100601

I5	Aislamientos	7% de I1	384210
I6	Instalación eléctrica	15 % de I1	825450
I7	Terrenos y edificios	Terrenos: Valorización concreta	5323500
		Edificaciones interiores: 25 % de I1	1375751
		Edificaciones mixtas: 13 % de I1	715390
		Edificaciones exteriores: 5% de I1	275150
I8	Instalaciones auxiliares	40% de I1	2201202
Y	Capital físico o primario	Sumatorio I1-I8	24033720
I9	Honorarios de proyecto y dirección de montaje	25 % de Y	6008430
Z	Capital directo o secundario	Y + I9	30042150
I10	Contratista	7% de Z	2102950
I11	Gastos imprevistos	20 % de Z	6008430
CAPITAL INMOVILIZADO			38.153.531

El coste total del capital inmovilizado es de 38.153.531 €.

7.3.2.- Capital circulante

El capital circulante hace referencia, en resumen, a todo el dinero invertido en llevar a cabo el proceso.

Para realizar una estimación se ha decidido usar el método global, que es aquel que estima que el capital circulante será entre el 10% y el 30% del capital inmovilizado, calculado anteriormente. En este caso se ha fijado un valor medio del 15%.

Por lo tanto, el valor de la inversión del capital circulante se calcula como:

$$C_C = 0,15 * C_I = 0,15 * 38.153.531 = 5.723.030 \text{ €}$$

(Ecuación 7.24)

Dónde:

C_C = Capital circulante (€)

C_I = Capital inmovilizado (€)

7.3.3.- Puesta en marcha

El coste de la puesta en marcha es siempre muy inferior al del capital inmovilizado y, por lo tanto, se suele menospreciar. No obstante, en este caso y debido a la complejidad de la planta, se considera que los costes de la puesta en marcha serán un 5% del capital inmovilizado.

Por lo tanto, el valor de la inversión de la puesta en marcha se calcula como:

$$C_{pm} = 0,05 * C_I = 0,05 * 38.152.531 = 1.907.677 \text{ €}$$

(Ecuación 7.25)

Dónde:

C_{pm} = Coste de la puesta en marcha (€)

7.3.4.- Inversión inicial total

Para el cálculo de la inversión inicial total se tiene en cuenta el capital inmovilizado, el capital circulante y los costes de la puesta en marcha de la planta. Por otra parte, los costes previos se consideran despreciables al compararlos con la inversión global.

En la tabla 7.15, que se muestra a continuación, se pueden observar el valor total de la inversión inicial que ha de realizar la empresa para poder llevar a la práctica el estudio realizado.

Tabla 7.15: Inversión inicial total.

	Valor (€)
Capital inmovilizado	38.153.531
Capital circulante	5.723.030
Costes puesta en marcha	1.907.677
Inversión inicial total	45.784.237 €

Como se puede observar en la tabla anterior, la inversión inicial total es de 45.784.237 €.

7.4.- Estimación de los costes de producción

En este apartado se calculan los costes de la planta relacionados con el proceso de producción. Para poder realizar un cálculo con la mayor exactitud posible, se utiliza el método VIAN, que clasifica estos gastos en dos grupos: los costes de fabricación (M) y los costes generales (G).

Ambos grupos están subdivididos en diferentes partidas: los costes fijos (que no varían en función de la producción) y los costes variables (ligados a la variación de la producción).

7.4.1.- Costes de fabricación (M)

Se pueden clasificar en costes directos (relacionados de manera directa con el ciclo de producción de la planta) o indirectos (no intervienen en el ciclo de producción).

Tabla 7.16: Costes de operación.

COSTES DE FABRICACIÓN (M)			
Costes directos	Variables	M1	Materias primeras
		M2	Mano de obra directa
		M3	Patentes
Costes indirectos		M4	Mano de obra indirecta
		M5	Servicios

		M6	Suministro
		M7	Mantenimiento
		M8	Laboratorio
		M9	Envasado
		M10	Expedición
	Fijos	M11	Dirección y servicio técnico
		M12	Amortización
		M13	Impuestos
		M14	Seguros

- **MATERIAS PRIMERAS (M1)**

En este apartado se calculan los costes anuales de materias primeras del proceso según el precio encontrado en el estudio de mercado:

Tabla 7.17: Estimación del coste de las materias primeras.

MATERIA PRIMERA	CANTIDAD ANUAL (T/año)	COSTE UNITARIO (€/T)	COSTE ANUAL (€/año)
BISFENOL A	10398,46613	1070	11126358
EPICLORHIDRINA	41510,136	1450	60189697
BTAC	109,938	2700	296.832
NaOH	17930,2308	530	9503022
TOTAL	-	-	81.114.911

Por lo tanto, el coste total de las materias primeras es de 81.114.911€.

- **MANO DE OBRA DIRECTA (M2)**

Estos costes pertenecen a los costes de los empleados de la planta. La jornada laboral se estima de unas 8 horas laborales durante 300 días al año, por lo tanto, un trabajador de la empresa ResyTech S.L habrá trabajado 2400 horas al finalizar el año.

Debido a que la planta de producción trabaja en continuo 24 horas al día de lunes a domingo, se ha decidido hacer 5 turnos diferentes repartidos durante la semana. Entre semana se diferencian tres turnos de 8 horas cada uno de ellos, mientras que los fines de semana se dividen en dos turnos de 12 horas cada uno.

En la tabla que se muestra a continuación se observa el sueldo promedio, así como los costes que representan la seguridad social de cada trabajador, cuyo valor estimado es del 33% del salario bruto mensual.

Tabla 7.18: Estimación del coste de la mano de obra directa.

DEPARTAMENTO	PUESTO	PERSONAL	SUELDO ANUAL BRUTO (€/año)	S.S (€/año)	COSTE (€/año)
DIRECCIÓN	Director general	1	81000	26730	107730
	Asistente de gerencia	1	40500	13365	53865
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO	Director técnico	1	62000	20460	82460
	Encargado de turno	4	32000	10560	170240
	Operarios de producción	10	25000	8250	332500
	Jefe de mantenimiento	1	32000	10560	42560
	Operarios de mantenimiento	4	25000	8250	133000
	Jefe de almacén	1	28000	9240	37240
	Operarios de almacén	4	25000	8250	133000
DEPARTAMENTO COMERCIAL Y MARKETING	Director comercial	1	58000	19140	77140
	Comerciales	2	35000	11550	93100
	Jefe de marketing	1	40000	13200	53200
	Personal de marketing	1	35000	11550	46550
DEPARTAMENTO DE CALIDAD	Director de calidad y regulatorio	1	47000	15510	62510
	Técnicos de calidad	4	31000	10230	164920
	Jefe regulatorio	1	35000	11550	46550
	Responsable de medio ambiente	1	32000	10560	42560

	Responsable de normas de calidad	1	31000	10230	41230
DEPARTAMENTO DE SERVICIO AL CLIENTE	Director costumer service	1	37000	12210	49210
	Operarios de servicio al cliente	3	31000	10230	123690
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y AVASTECIMIENTO	Responsable de logística	1	35000	11550	46550
	Personal de compra	2	25000	8250	66500
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS	Director de recursos humanos	1	42000	13860	55860
	Operarios de recursos humanos	2	30000	9900	79800
DEPARTAMENTO FINANCIERO	Director de finanzas	1	51000	16830	67830
	Contables	3	31000	10230	123690
DEPARTAMENTO DE LIMPIEZA	Jefe de limpieza	1	30000	9900	39900
	Operarios de limpieza	6	22000	7260	175560
COSTE TOTAL (€)				2.548.945 €	

Los costes de mano de obra directos se han estimado a través de los sueldos del personal que trabaja en la planta y ascienden a un total de 2.548.945 €.

- **PATENTES (M3)**

Las patentes en general suelen tener unos 15-20 años de validez. Una vez se ha vencido el plazo, no es estrictamente necesario realizar un pago al dueño de dicha patente. Así mismo, según el registro el valor de las patentes disminuye al paso del tiempo.

En caso de las patentes necesarias para llevar al cabo el proceso de la empresa de ResyTech S.L, todas las patentes utilizadas tienen más de 15 años de vida por lo que el coste referido a patentes es nulo.

- **MANO DE OBRA INDIRECTA (M4)**

Los costes destinados a la mano de obra indirecta son aquellos que no intervienen de forma directa en la producción de la planta. Su valor se estima entre el 12 y el 45% del coste de la mano de obra directa. En el caso de la empresa ResyTech S.L se estima se considera un valor del 20% tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Coste de mano de obra indirecta} = 0,20 \cdot 2.548.945 \text{ €} = 509.789 \text{ €}$$

(Ecuación 7.26)

- **SERVICIOS (M5)**

En este apartado se incluyen los costes para obtener las necesidades y requerimientos para un buen funcionamiento de la planta. A continuación, se observa el coste de cada uno por separado según el consumo requerido.

Tabla 7.19: Estimación del coste de servicios.

SERVICIO	COSTE ANUAL
AGUA	124.324
GAS NATURAL	22.976
ELECTRICIDAD	36.648
ACEITE TÉRMICO	28.068
TOTAL (M5)	212.016

- **SUMINISTROS (M6)**

En este apartado se incluyen los costes dirigidos a aquellas adquisiciones de carácter regular necesarias para la producción, pero no son considerados materias primeras. Los costes de suministros se encuentran en un rango de entre el 0,2 y 1,5% del capital inmovilizado. En el caso de la planta de ResyTech S.L se aproximan al 0,75%.

$$\text{Coste de suministros} = 0,0075 * 38.153.531 = 286.151 \text{ €}$$

(Ecuación 7.27)

- **MANTENIMIENTO (M7)**

Los costes de mantenimiento se estiman en función del tipo de producción que se lleva a cabo. En el caso de la industria química se estima que estos costes suelen estar entre el 5 y el 7% del capital inmovilizado. Para la planta ResyTech S.L se aproximan al 6%.

$$\text{Coste de mantenimiento} = 0,06 * 38.153.531 = 2.289.212 \text{ €}$$

(Ecuación 7.28)

- **LABORATORIO (M8)**

En el laboratorio de la planta de ResyTech S.L se lleva a cabo el control de calidad de productos y de materias primeras. Los costes de laboratorio se encuentran en un rango de entre el 5 y 35% del coste de mano de obra directa. En el caso de la planta de ResyTech S.L se aproximan al 15%.

$$\text{Coste de laboratorio} = 0,15 * 2.548.945 = 382.341,75 \text{ €}$$

(Ecuación 7.29)

- **ENVASADO (M9)**

En los costes de envasado se incluyen los costes referentes al material, equipos y personal que se encarga del envasado de productos. Para facilitar los cálculos se ha estimado que este valor es menospreciable, debido a la distribución de los camiones cisterna.

- **EXPEDICIÓN (M10)**

En este apartado se hace referencia a los costes de transporte. Es un valor muy variable ya que depende de diferentes factores como el volumen de transporte, la distancia, el medio y además el precio de las compañías de transporte varía continuamente. Se estima que el coste de expedición es el 10% de los costes de mano de obra directa.

$$\text{Coste de expedición} = 0,1 * 2.548.945 = 254.894,5 \text{ €}$$

(Ecuación 7.30)

- **DIRECCIÓN Y SERVICIO TÉCNICO (M11)**

Estos costes van referidos a la dirección del proceso productivo. Se trata de costes muy variables dependiendo del sector. Se estiman de entre el 10 y el 40% del coste de mano de obra directa y, en el caso de la empresa ResyTech S.L, se suponen del 20%.

$$\text{Coste de dirección y servicio técnico} = 0,2 * 2.548.945 = 509.789 \text{ €}$$

(Ecuación 7.31)

- **AMORTIZACIÓN (M12)**

En economía, se denomina amortización a la depreciación o disminución de valor de un activo o pasivo. La planta de ResyTech S.L tiene considerada una vida útil de 15 años. Este valor se observa en el apartado referente a la rentabilidad del proyecto y, por lo tanto, no se tiene en cuenta para calcular el valor de los costes de fabricación.

- **IMPUESTOS (M13)**

Este término hace referencia a impuestos locales o medioambientales. Se estima su valor entre el 0,5 y 1% del capital inmovilizado, en el caso de la planta de ResyTech S.L se supone un valor de 0,5%. Por lo tanto:

$$\text{Coste de impuestos} = 0,005 * 38.153.531 = 190.768 \text{ €}$$

(Ecuación 7.32)

- **SEGUROS (M14)**

Este término hace referencia a los seguros contra incendios, robos, etc. Se estima un valor del 1% del capital inmovilizado. Por lo tanto:

$$\text{Coste de seguro} = 0,01 * 38.153.531 = 381.535 \text{ €}$$

(Ecuación 7.33)

- **COSTE DE FABRICACIÓN TOTAL (M)**

Una vez calculados todos los parámetros necesarios, es posible calcular el coste de fabricación total a través de la suma de las variables ya calculadas. La tabla que se muestra a continuación indica el valor del coste de fabricación total de la planta de ResyTech S.L:

Tabla 7.20: Coste total de fabricación.

CONCEPTO	COSTE (€)
Materias primeras (M1)	81.115.911
Mano de obra directa (M2)	2.548.945

Patentes (M3)	0
Mano de obra indirecta (M4)	509.789
Servicios (M5)	212.016
Suministro (M6)	286.151
Mantenimiento (M7)	2.289.212
Laboratorio (M8)	382.342
Envasado (M9)	0
Expedición (M10)	254.895
Dirección y servicio técnico (M11)	509.789
Amortización (M12)	0
Impuestos (M13)	190.768
Seguros (M14)	381.535
COSTE DE FABRICACIÓN (M)	90.589.502,89

El coste de fabricación total anual es de 90.589.502€.

7.4.2.- Costes generales (G)

Los costes generales son los asociados a administración y ventas. Se dividen en tres bloques: costes comerciales, costes de administración y costes de investigación. El coste de cada uno de ellos se calcula a través de un porcentaje del valor de los costes de fabricación (M).

Tabla 7.21: Costes generales.

COSTES GENERALES (G)		
Variables	G1	Costes comerciales
Fijos	G2	Costes de administración
	G3	Costes de investigación

- **Costes comerciales:** costes asociados a las gestiones comerciales de la empresa. Permiten a la empresa promocionar el producto. Viajes, publicidad y marketing entra dentro de esta sección.

Se estima que el coste oscila entre el 5 y el 20% de los costes de fabricación. En el caso de *Resytech*, al tratarse de una empresa de reciente creación, se pueden estimar unos gastos aproximados del 7%.

Por lo tanto, el valor asociado a los costes comerciales se calcula:

$$G_1 = 0,07 * M = 0,07 * 90.589.502 = 6.341.256€$$

(Ecuación 7.34)

Dónde:

G_1 = Costes comerciales (€).

M = Costes de fabricación (€).

- **Costes de administración:** costes que han sido contraídos durante el control y la dirección de una empresa y que son necesarios para realizar trámites y movimientos internos. Se trata de un coste fijo no asociado al ritmo de producción que se estima entre el 3 y el 6% de los costes de fabricación totales. En el caso de *Resytech*, se ha estimado que los gastos de administración serán del 4%.

Por lo tanto, el valor asociado a los costes de administración se calcula:

$$G_2 = 0,04 * M = 0,04 * 90.589.502 = 3.623.580 €$$

(Ecuación 7.35)

Dónde:

G_2 = Costes de administración (€).

- **Costes de investigación:** Costes destinados al sector I+D+R y al servicio pre y postventa. Se estima un valor entre el 0,5 y el 3% de los costes de fabricación

totales. En el caso de *Resytech*, se ha estimado que los gastos de investigación serán del 2%.

Por lo tanto, el valor asociado a los costes de investigación se calcula:

$$G_3 = 0,02 * M = 0,02 * 90.589.502 = 1.811.790 \text{ €}$$

(Ecuación 7.36)

Dónde:

G_3 = Costes de investigación (€).

7.4.3.- Costes totales de producción

Finalmente, los costes totales de producción se calculan a través del sumatorio de los costes de fabricación y los costes generales. Por tanto:

Tabla 7.22: Costes totales de producción.

COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN	
Costes de fabricación (M)	90.589.502
Costes generales (G)	11.776.635
Costes totales de producción	102.366.138

Los costes totales de producción ascienden a un total de 102.366.138 €.

7.5.- Ingresos por ventas

Se define ingreso por ventas como la entrega de bienes o servicios que son objeto del tráfico de la empresa a cambio de un precio.

Los ingresos por venta permiten a la empresa obtener ingresos a través de la venta de productos fabricados. En el caso de *Resytech*, la principal fuente de ingresos anual consiste en la venta del producto principal generado, la resina epoxi líquida. A partir de la producción anual, que es de toneladas y sabiendo que el kilogramo se vende a 8,8€, es posible obtener los ingresos por ventas de la planta:

Tabla 7.23: Ingresos por ventas.

PRODUCTO	Producción anual (kg)	Precio de venta (€/kg)	Ingresos por ventas (€)
Resina Epoxi Líquida	12.507.192	8,8	110.063.289

Por lo tanto, la empresa ResyTech S.L percibe unos ingresos anuales de 110.063.289 € a través de la venta de resina epoxi líquida.

7.6.- Rentabilidad de la planta

Se define como rentabilidad económica a la relación entre los ingresos y las pérdidas de una empresa a la hora de realizar un proyecto.

Antes de iniciar un nuevo proyecto siempre se debe de analizar la rentabilidad que su actividad va a generar en la empresa. En el caso de nuestro estudio, el concepto de rentabilidad de la planta se basa principalmente en el beneficio económico que aportará la venta de los productos producidos en compararla con las pérdidas económicas que se han producido a la hora de diseñarlo y llevarlo a la práctica.

Es importante establecer este análisis al principio ya que nos permitirá saber antes de empezar, si el plan de negocio que está llevando a cabo la empresa *Resytech* tiene futuro y, de esta manera, predecir los riesgos que supone adentrarse en el proyecto.

Para estudiar la rentabilidad de la planta de ResyTech S.L, se analiza el flujo de caja, el VAN y el TIR.

7.6.1. Amortización

En economía, se denomina amortización a la depreciación o disminución de valor de un activo o pasivo. Se trata de una forma de cuantificar la pérdida de valor de los bienes adquiridos.

Se puede discernir entre los siguientes elementos básicos:

- Vida útil: Es el número de años que se va a considerar.
- Valor residual: Es el valor del bien al final de su vida útil.
- Base de amortización: Diferencia entre valor de adquisición y valor residual.
- Tipo: Será el criterio empleado a la hora de establecerla (cuota, desgaste...).

Para el caso de la planta química de ResyTech S.L, se escoge una amortización de tipo lineal:

$$A = \frac{I - V_R}{t}$$

(Ecuación 7.37)

Dónde:

- A: Valor de la amortización (€)
- I: Capital inmovilizado (€)
- V_R : Valor residual (€)
- t: vida útil de la planta (años)

Por lo tanto, en desarrollar la ecuación anterior:

$$A = \frac{38.153.531 - 5.323.500}{15} = 1.909.057 \text{ €}$$

El coste anual de la amortización lineal es de 1.909.057 €.

7.6.2. Flujos de caja

En la contabilidad financiera de una empresa, el flujo de caja es uno de los indicadores más importantes, ya que brinda información sobre los ingresos y gastos, permitiendo determinar la solvencia y liquidez del negocio.

Hacen referencia a la información sobre los recursos que genera una empresa, tanto los flujos de entrada como de salida, en un periodo de tiempo específico. Para determinar su valor es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- construcción de la instalación: se estima que se necesitan dos años para la construcción de la planta, momento a partir del cual se podrá empezar a explotar. El capital inmovilizado se divide proporcionalmente en los dos años de construcción.
- Vida útil de la planta: para la planta de ResyTech S.L se considera una vida útil de 15 años, momento en el cual se recupera el valor residual y el capital circulante.
- Impuestos: en caso de que el beneficio del año previo sea positivo, los impuestos considerados son del 36% sobre la base imponible del año anterior. Por el contrario, si la empresa tiene un beneficio nulo o negativo, la base imponible será 0.
- Beneficios: en este caso se considera que se venden todos los productos generados en la planta y que el precio de estos no varía a lo largo de los años de vida de la planta.
- valor residual: hace referencia al valor que tiene un inmovilizado al final de su vida útil, una vez deducidos los gastos por amortización y depreciación. Se tiene en cuenta el dinero que se puede recuperar a través de la venta del terreno, del equipo, etc. En el caso de la planta de ResyTech S.L solo se tiene en cuenta como valor residual de la venta de los terrenos y el resto de las ventas se consideran menospreciables.

- Amortización: como ya se ha indicado en el apartado anterior, el tipo de amortización escogida es lineal.

A continuación, se muestran los flujos de caja:

Tabla 7.24: Flujos de caja.

AÑOS	0	1	2	3	4	5
CAPITAL INMOVILIZADO (€)	-19.076.765,5	-19.076.765,5				
CAPITAL CIRCULANTE (€)		-5.723.030				
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€)			110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289
COSTES ANUALES (€)			-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138
AMORTIZACIONES (€)			-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)			5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094
BASE IMPONIBLE			5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%)				-2.083.714,056	-2.083.714	-2.083.714
NFC	-19.076.765	-24.799.795	7.697.151	5.613.437	5.613.437	5.613.437

AÑOS	6	7	8	9	10	11
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€)	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.290
COSTES ANUALES (€)	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094
BASE IMPONIBLE	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%)	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714
NFC	5.613.437	5.613.437	5.613.437	5.613.437	5.613.437	5.613.437



AÑOS	12	13	14	15	16	17
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						5.093.902
VALOR RESIDUAL (€)						5.323.500
INGRESOS ANUALES (€)	110.063.290	110.063.290	110.063.290	110.063.290	110.063.290	
COSTES ANUALES (€)	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	
BENEFICIO BRUTO (€)	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	
BASE IMPONIBLE	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	5.788.094	
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%)	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714	-2.083.714
NFC	5.613.437	5.613.437	5.613.437	5.613.437	5.613.437	8.333.688

7.6.3. Valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR)

Las siglas VAN y TIR corresponden a Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno. Las dos fórmulas se relacionan de forma directa con el flujo de caja de una empresa y permiten obtener una mayor precisión a la hora de saber cuánto tiempo tardará un negocio en recuperar su inversión inicial.

El VAN se determina a través de la actualización de los flujos de caja futuros del proyecto. Si el VAN tiene un valor positivo, significa que el proyecto tiene ganancias y, por lo tanto, es viable llevarlo a cabo.

La ecuación para calcular el VAN es la siguiente:

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

(Ecuación 7.38)

Dónde:

- VAN: Valor Actual Neto (€)
- NCF_n : Flujos de caja anuales (€)
- i : interés (%)

Por lo tanto, para poder realizar de forma adecuada el análisis de rentabilidad de la planta, se estudian los valores obtenidos del VAN para diferentes tipos de interés:

Tabla 7.25: Análisis del VAN según el tipo de interés.

interés	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
VAN	50.742.405	36.365.475	24.988.808	15.888.836	8.533.427	2.527.630

interés	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
VAN	-2.424.334	-6.545.925	-10.007.410	-12.939.621	-15.443.907

Como era de esperar, al aumentar el tipo de interés tiene una influencia directa en el VAN, el cual decrece de forma progresiva. A continuación, se muestra la gráfica representativa de la tabla anterior:

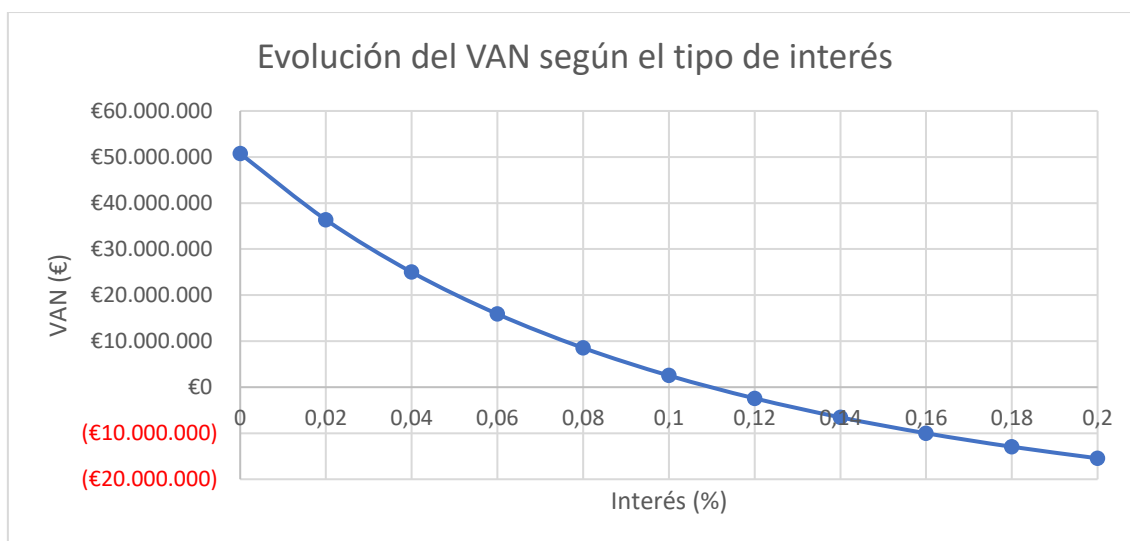


Figura 7.5: Evolución del VAN según el tipo de interés.

El concepto TIR hace referencia al valor de la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, para un determinado proyecto de inversión. Su resultado viene expresado en valor porcentual. Al igualar el VAN a 0, el TIR permite saber a partir de qué tipo de interés el proyecto deja de ser rentable. El valor del TIR calculado, que también se puede observar en la tabla, es de 11,3%.

7.6.4.- Tiempo de retorno (pay-back)

En el presente apartado se pretende calcular el tiempo que se tardará en recuperar toda la inversión inicial. Este factor es importante debido a que un proyecto cuyo pay-back es bajo resulta mucho más atractivo para posibles inversores.

El pay-back nos permite saber el número de periodos (años en el caso de la planta de ResyTech S.L) que se tarda en recuperar una inversión realizada en el comienzo de un proyecto y se trata de un dato crucial para determinar si este se llevará a cabo o no.

Para estudiar el pay-back se utiliza la siguiente ecuación

$$Pay - back = a + \frac{I_0 - b}{NCF_t}$$

(Ecuación 7.39)

Dónde:

- I_0 : Inversión inicial (€).
- a : año en que se recupera la inversión inicial.

- b: suma de los flujos de caja desde el inicio hasta el año referido en el parámetro a (€).

-NCf: valor del flujo de caja en el año en que se recupera la inversión (€).

Sustituyendo los parámetros comentados en la ecuación:

$$Pay - back = 8 + \frac{45.784.237 - 41.377.776}{5.613.437} = 8,78$$

Por lo tanto, es posible afirmar que la empresa, según los cálculos estimados, tardara entre 8 y 9 años en recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto.

7.7.- Estudio de la sensibilidad

Debido a que los precios de los productos a través de los cuales se ha realizado el estudio no son estáticos y pueden variar a lo largo del tiempo, es necesario realizar un estudio de sensibilidad. En este estudio se parten de diferentes hipótesis con una premisa conjunta: determinar si la variación de parámetros clave afecta a la rentabilidad del proyecto.

Se basa en dos suposiciones:

7.7.1.- Disminución del precio de venta

La primera suposición consiste en reducir el precio de venta en un 10% respecto al supuesto para realizar los cálculos anteriores. Esta variación tiene una repercusión directa en los ingresos obtenidos por la planta ResyTech S.L y, por lo tanto, en los beneficios obtenidos.

La diferencia se observa en los ingresos por ventas de la resina epoxi líquida:

Tabla 7.26: Ingresos por ventas.

PRODUCTO	PRODUCCIÓN ANUAL (kg)	COSTE (€/kg)	INGRESOS POR VENTAS
Resina Epoxi Líquida	12.507.192	0,8	104.560.125

Al disminuir los ingresos por ventas y mantener el resto de los parámetros iguales, se observan diferencias significativas en los flujos de caja, que se muestran a continuación:

Tabla 7.27: Flujos de caja.

AÑOS	0	1	2	3	4	5
CAPITAL INMOVILIZADO (€)	-19.076.765	-19.076.765				
CAPITAL CIRCULANTE (€)		-5.723.030				
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€)			104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125
COSTES ANUALES (€)			-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138
AMORTIZACIONES (€)			-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)			284.930	284.930	284.930	284.930
BASE IMPONIBLE			284.930	284.930	284.930	284.930
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%, €)				-102.574,8	-102.574,8	-102.574,8
NFC	-19.076.765,5	-24.799.795,50	2.193.987	2.091.412,2	2.091.412,2	2.091.412,2

AÑOS	6	7	8	9	10	11
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€) (VENTAS)	104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125
COSTES ANUALES (€) (M+G)	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138	-102.366.138
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930
BASE IMPONIBLE	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%)	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574
NFC	2.091.412	2.091.412	2.091.412	2.091.412	2.091.412	2.091.412

AÑOS	12	13	14	15	16	17
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						5.093.902
VALOR RESIDUAL (€)						5.323.500
INGRESOS ANUALES (€)	104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125	104.560.125	
COSTES ANUALES (€)	-102.366.138	-102.366.138	-	-	-102.366.138	
			102.366.138	102.366.138		
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	
BENEFICIO BRUTO (€)	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930	
BASE IMPONIBLE	284.930	284.930	284.930	284.930	284.930	
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%, €)	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574	-102.574
NFC	2.091.412	2.091.412	2.091.412	2.091.412	2.091.412	10.314.827

Al observar los flujos de caja obtenidos, es posible llegar a una conclusión. 15 años de explotación de la planta no es tiempo suficiente para que el proyecto sea totalmente rentable para la empresa en caso de que el precio del producto disminuyera un 10%. Es posible llegar a este razonamiento al observar que, la suma de los flujos de caja presentes durante los 15 años de vida útil de la empresa acaba dando como resultado un déficit económico de 2M€. Por lo tanto, 15 años no son suficientes para obtener beneficios en caso de que el precio del LER disminuya y el proyecto pierde la rentabilidad de la que disponía sin tener en cuenta esta suposición.

Es posible afirmar que el precio de venta de los productos es una variable que influye de manera directa y significativa en el estudio de la rentabilidad de una planta. Como es evidente, mientras menor sea el precio de venta de los productos fabricados, menores serán los ingresos que percibe la empresa, la cual cosa afecta de manera directa al beneficio y por lo tanto hace peligrar la viabilidad del proyecto.

7.7.2.- Aumento del precio de las materias primas

El precio de adquisición de las materias primas necesarias para poder producir resina epoxi líquida no dependen de la empresa ResyTech S.L. El precio de estas fluctúa en el mercado constantemente y tiene una influencia directa sobre la rentabilidad de la planta. Es por este motivo que se ha decidido estudiar la rentabilidad de la empresa en caso de que se produzca un aumento del 10% en el precio de adquisición de las materias primas.

Al variar el precio de las materias primas, el coste de fabricación y, en consecuencia, los costes generales, también varían. Finalmente se obtiene que el coste anual total es de 106.949.186 €.

A continuación, se muestran los flujos de caja calculados:

Tabla 7.28: Flujos de caja.

AÑOS	0	1	2	3	4	5
CAPITAL INMOVILIZADO (€)	-19.076.765	-19.076.765				
CAPITAL CIRCULANTE (€)		-5.723.030				
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€)			110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289
COSTES ANUALES (€)			-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186
AMORTIZACIONES (€)			-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)			1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045
BASE IMPONIBLE			1.205.0456	1.205.045	1.205.045	1.205.045
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%, €)				-433.816	-433.816	-433.816
NFC	-19.076.765	-24.799.795	3.114.102	2.680.286	2.680.286	2.680.286

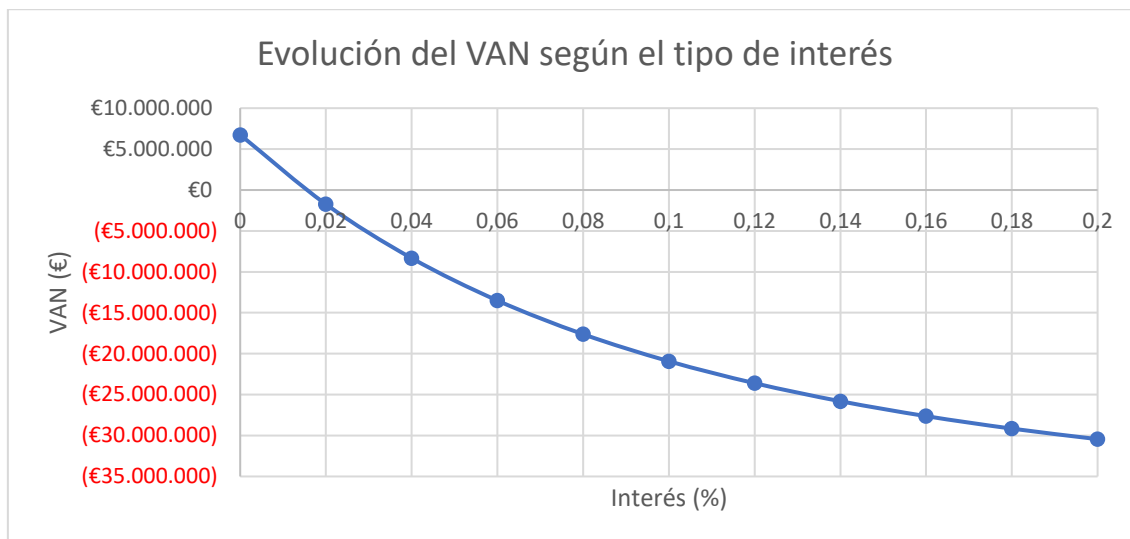
AÑOS	6	7	8	9	10	11
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						
VALOR RESIDUAL (€)						
INGRESOS ANUALES (€)	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289
COSTES ANUALES (€)	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057
BENEFICIO BRUTO (€)	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045
BASE IMPONIBLE	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%, €)	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816
NFC	2.680.286	2.680.286	2.680.286	2.680.286	2.680.286	2.680.286



AÑOS	12	13	14	15	16	17
CAPITAL INMOVILIZADO (€)						
CAPITAL CIRCULANTE (€)						5.093.902,50
VALOR RESIDUAL (€)						5.323.500
INGRESOS ANUALES (€)	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	110.063.289	
COSTES ANUALES (€)	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.186	-106.949.187	-106.949.187	
AMORTIZACIONES (€)	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	-1.909.057	
BENEFICIO BRUTO (€)	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	
BASE IMPONIBLE	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	1.205.045	
IMPUESTOS SOBRE LOS BENEFICIOS (36%, €)	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816	-433.816
NFC	2.680.286	2.680.286	2.680.286	2.680.286	2.680.286	9.983.585

En la siguiente figura se muestra el VAN calculado. Como se puede observar en la gráfica, la planta deja de ser rentable para intereses superiores al 1,7% (TIR).

Tabla 7.29: Evolución del VAN según el tipo de interés.



En observar los valores obtenidos suponiendo un aumento de las materias primas obtenemos los resultados que se muestran previamente. El proyecto tiene una vida útil demasiado escasa (15 años) para poder considerarlo rentable. Es posible llegar a esta conclusión al observar que el proyecto tiene un payback demasiado elevado, de entre 14 y 15 años y, por lo tanto, no se obtienen beneficios hasta que se venden los terrenos y se recupera el capital circulante el último año.

7.8.- Conclusiones

En este apartado se exponen las conclusiones del estudio realizado:

- ✓ A la vista de los resultados obtenidos en el apartado de análisis de rentabilidad, es posible afirmar que la planta de ResyTech S.L es rentable debido a que genera beneficios. Estos beneficios se obtienen a partir del octavo año de vida útil de la empresa (Pay-Back).
- ✓ Pasados los 15 años de vida útil de la empresa, se esperan unos beneficios aproximados de 51M €.
- ✓ A través del estudio del mercado y de las posibilidades que este ofrece, es posible seguir mejorando en la búsqueda y obtención tanto de equipos como de materias primeras que permitan reducir costes futuros y maximizar los beneficios, buscando optimizar el proceso. Por lo tanto, la empresa ResyTech S.L sigue teniendo un amplio margen de mejora en el terreno económico.
- ✗ Al realizar el estudio de sensibilidad, se ha podido observar como variaciones en el precio de compra de materias primeras y de venta del producto fabricado podrían comprometer a largo plazo a la estabilidad de la empresa y a su viabilidad económica. Por lo tanto, es posible afirmar que variaciones en los precios futuros afectan de manera directa y significativa a los beneficios obtenidos.
- ✗ Los 15 años de vida útil estimados para la empresa permiten su viabilidad económica en las condiciones normales del estudio, pero observado el análisis de sensibilidad se ha determinado que 20 años sería el tiempo de vida útil ideal ya que permitiría a la empresa obtener mayores beneficios y tapar incertidumbres relacionadas con variaciones de precios que podrían afectar de forma directa a su rentabilidad e integridad futura.

7.9.- Bibliografía y webgrafía

- I. *Terrenos y Solares en Eixample, Tarragona - habitacalia.* (2020, 12 julio).
https://www.habitaclia.com/terrenos_y_solares-eixample-tarragona.html
- II. *Cómo hacer un estudio de mercado.* (2022, 23 mayo). Infoautonomos.
<https://www.infoautonomos.com/estudio-de-mercado/breve-guia-para-estudio-de-mercado/>
- III. *Mercado mundial de resinas epoxi | 2022 - 27 | Participación, tamaño y crecimiento de la industria - Mordor Intelligence.*
<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-epoxy-resin-market-industry>
- IV. Cupp, L. (2022, 20 abril). *[Informe más reciente] El mercado Resinas epoxi líquidas: análisis integral de la industria y pronóstico para 2030.* Portal Constructores.
<https://portalconstructores.com/mercado-resinas-epoxi-liquidadas-principal/>
- V. Software DELSOL. (2021, 14 diciembre). *Inmovilizado: ¿Qué es exactamente? DELSOL.*
<https://www.sdelsol.com/glosario/inmovilizado/#:%7E:text=Se%20llama%20inmovilizado%20o%20capital,la%20misma%20de%20manera%20efectiva.>
- VI. Morales, V. V. (2021, 30 julio). *Valor actual neto (VAN).* Economipedia.
Recuperado
<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- VII. BBVA. (2022, 13 junio). *Información.* https://www.bbva.mx/educacion-financiera/t/tasa_interna_de_retornotir.html

- VIII. A. (2021, 30 junio). *Qué es el Flujo de Caja y cómo se calcula* | Blog MBA Cámara de Oviedo. MBA Asturias - Master Oviedo | Cámara de Comercio de Oviedo.
<https://www.mba-asturias.com/economia/flujo-de-caja/>
- IX. 17. *Sistema lineal de amortización*. (2019, 21 septiembre). Centro de Estudios Financieros.
<https://www.cef.es/es/sistema-lineal-amortizacion.html>
- X. Romero, P. (2021, 9 diciembre). *¿Cómo calcular costes de producción en tu empresa?* Geinfor ERP. <https://geinfor.com/business/como-calcular-costes-de-produccion-en-tu-empresa/#:%7E:text=Se%20denominan%20costes%20de%20producci%C3%B3n,la%20hora%20de%20tomar%20decisiones.>
- XI. *Análisis de sensibilidad: ¿qué es y cuál es su importancia en un proyecto?* / Conexión ESAN. (2021, 16 julio). <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/analisis-de-sensibilidad-que-es-y-cual-es-su-importancia-en-un-proyecto#:%7E:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20sensibilidad%20permite%20a%20las%20empresas%20pronosticar%20el,el%20negocio%20o%20las%20inversiones.>
- XII. *ECHEMI: Online Chemical Company to Buy Chemical Products*. (2020, 21 enero). ECHEMI. <https://www.echemi.com/>
- XIII. *Find quality Manufacturers, Suppliers, Exporters, Importers, Buyers, Wholesalers, Products and Trade Leads from our award-winning International Trade Site. Import & Export on alibaba.com*.
<https://www.alibaba.com/?spm=a2700.8293689.scGlobalHomeHeader.4.2fc567afmX4N3d>