FORMICS
INDUSTRIAL CHEMICAL
FORMALDEHIDO DE CALIDAD

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FORMALDEHÍDO

LUIS M. APARICIO SÁNCHEZ
ALEJANDRO JUÁREZ SÁNCHEZ
MASOUMEH HONARKAR ASHNA
MANEL NÁJERA ROCABAYERA
EDUARD MARTÍ CARDONER
DAVID A. SARRIA VALDIVIA

TUTOR : JOSEP A. TORÀ SUAREZ

JUNIO 2026

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY NC ND

FORMICS
INDUSTRIAL CHEMICAL
FORMALDEHIDO DE CALIDAD

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FORMALDEHÍDO

CAPÍTULO 7. VALORACIÓN ECONÓMICA

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY NC ND

Tabla de contenido

Capítulo 7. Valoración económica 3
7.1 Introducción 4
7.2 Estudio de mercado 4
7.3 Valoración económica de la planta 8
7.3.1. Capital inmovilizado 8
7.3.1.1. Coste del terreno 8
7.3.1.2 Coste de los equipos 10
7.3.1.3 Consideraciones adicionales 16
7.3.2 Capital circulante 18
7.3.3 Puesta en marcha 18
7.3.4 Inversión necesaria 19
7.4 Estimación de los costes asociados a la producción 19
7.4.1 Costes de fabricación (M) 19
7.4.1.1 Materias primas (M1) 20
7.4.1.2 Mano de obra directa (M2) 20
7.4.1.3 Patentes (M3) 23
7.4.1.4 Mano de obra indirecta (M4) 23
7.4.1.5 Servicios generales (M5) 23
7.4.1.6 Suministros (M6) 24
7.4.1.7 Conservación (M7) 24
7.4.1.8 Laboratorio (M8) 24
7.4.1.9 Envasado (M9) 25
7.4.1.10 Expedición (M10) 25
7.4.1.11 Directivos y empleados (M11) 25
7.4.1.12 Amortización (M12) 26
7.4.1.13 Alquiler (M13) 26
7.4.1.14 Impuestos de fábrica (M14) 26
7.4.1.15 Seguros (M15) 26
7.4.2 Costes de administración y ventas (G) 28
7.4.2.1 Gastos comerciales (G1) 28
7.4.2.2 Costes de gerencia (G2) 28
7.4.2.3 Gastos financieros (G3) 28
7.4.2.4 Investigaciones y servicios técnicos (G4) 29
7.4.3 Costes totales de producción 29
7.5 Ingresos por ventas 30
7.6 Estudio de la rentabilidad del proyecto 30
7.6.1 Amortización 30
7.6.2 Net Cash Flow (NCF) 31
7.6.3 VAN y TIR 37

7.6.4 Payback 38
7.7 Bibliografía 39

Capítulo 7. Valoración económica

7.1 Introducción

En el diseño y desarrollo de una planta química, no solo es necesario garantizar la viabilidad técnica del proceso y su correcto funcionamiento desde el punto de vista de la ingeniería, sino que también resulta imprescindible evaluar su viabilidad económica. La implantación de una planta industrial implica una inversión elevada, por lo que es fundamental analizar si los ingresos generados por la venta del producto serán suficientes para cubrir los costes asociados y generar beneficios.

En este contexto, la valoración económica permite determinar la rentabilidad del proyecto mediante el estudio detallado de las inversiones iniciales, los costes de operación y los ingresos previstos. El análisis económico constituye, por tanto, una herramienta clave para decidir si el proyecto es viable y si resulta adecuado llevarlo a cabo a escala industrial, ya que un proceso químico eficiente puede no ser viable si no se sostiene económicamente.

En el caso del presente proyecto, basado en el proceso Formox para la producción de formaldehído, se llevará a cabo un estudio económico completo que permita evaluar la viabilidad de la planta propuesta. Para ello, en primer lugar, se estimará la inversión inicial necesaria, incluyendo el capital inmovilizado, el capital circulante y los costes de puesta en marcha. Posteriormente, se analizarán los costes de producción derivados de la operación de la planta, teniendo en cuenta tanto los costes de fabricación como los costes generales asociados a la actividad industrial.

Finalmente, a partir de los ingresos esperados por la venta del formaldehído, se realizará un análisis de rentabilidad económica mediante indicadores financieros como el flujo neto de caja, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), lo que permitirá determinar si el proyecto es económicamente viable y evaluar su rentabilidad a lo largo del tiempo.

7.2 Estudio de mercado

El estudio de mercado constituye una etapa fundamental en la evaluación de la viabilidad de una planta química, ya que permite analizar la demanda del producto, la competencia existente y las tendencias del sector. En el caso del presente proyecto, este análisis se centra en el formaldehído, producto obtenido mediante el proceso Formox, ampliamente utilizado como intermediario químico en múltiples industrias.

El formaldehído es un compuesto de gran relevancia industrial debido a su versatilidad y a su uso como materia prima en la fabricación de resinas (urea-formaldehído, fenol-formaldehído y melamina-formaldehído), adhesivos, materiales de construcción y productos derivados de la madera, así como en aplicaciones en sectores como la automoción, el textil o la industria química en general. Esta amplia gama de aplicaciones favorece una demanda estable y sostenida a lo largo del tiempo.

En la siguiente figura se muestra la distribución del mercado global de formaldehído en función de sus principales aplicaciones industriales.

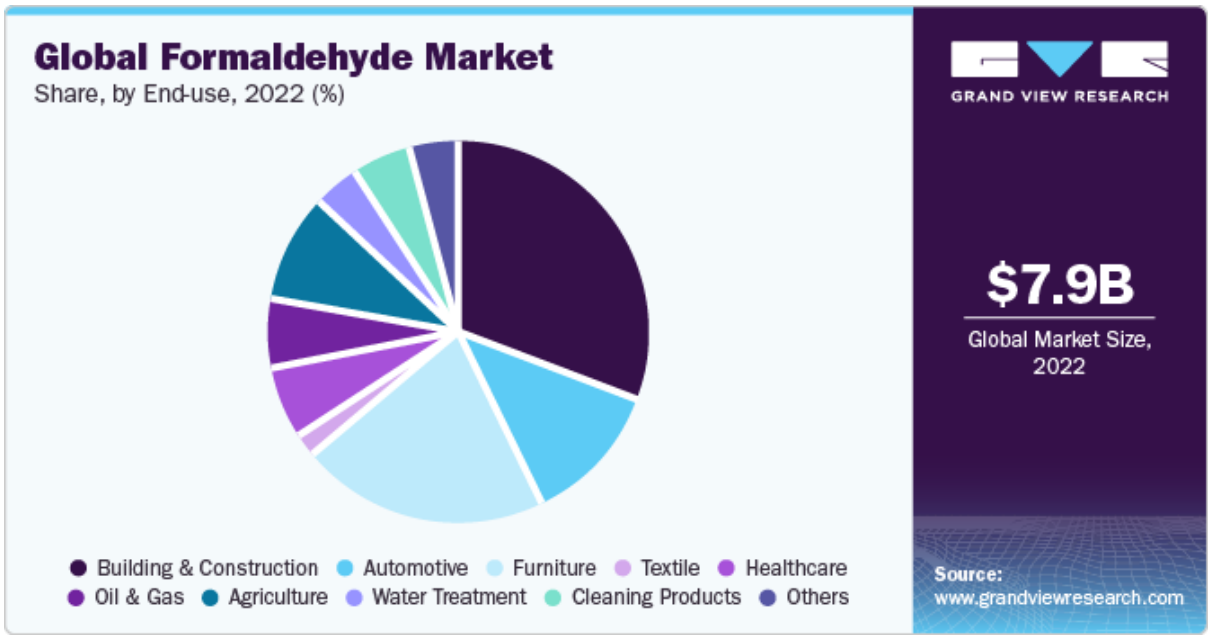


Figura 7.2.1. Distribución del mercado global de formaldehído por aplicación industrial
Fuente: Grand View Research (2026)

Como se observa en la figura, el principal uso del formaldehído se concentra en el sector de la construcción y los materiales derivados de la madera, debido a su empleo en la producción de resinas. Otros sectores relevantes incluyen la automoción, el mobiliario y diversas aplicaciones industriales, aunque con menor peso relativo. Esta distribución pone de manifiesto la fuerte dependencia del mercado del formaldehído respecto al sector de la construcción, lo que explica su crecimiento sostenido a nivel global.

A nivel global, el mercado del formaldehído se encuentra consolidado, con un crecimiento moderado impulsado principalmente por el sector de la construcción y la producción de materiales derivados de la madera. El aumento de la demanda de tableros de partículas, MDF y otros productos estructurales está directamente relacionado con el consumo de resinas que contienen formaldehído.

Desde el punto de vista geográfico, el consumo de formaldehído se concentra principalmente en regiones con elevada actividad industrial, destacando Asia-Pacífico como el principal mercado debido a su crecimiento económico y desarrollo industrial. Asimismo, Europa y América del Norte mantienen una demanda significativa, aunque más estable, vinculada a aplicaciones industriales consolidadas.

En la siguiente figura se muestra la distribución geográfica del mercado del formaldehído, destacando las regiones con mayor tamaño de mercado y aquellas con mayor crecimiento.



Figura 7.2.2. Distribución geográfica del mercado global de formaldehído
Fuente: Grand View Research (2026)

Como se observa en la figura, la región de Asia-Pacífico representa el principal mercado del formaldehído a nivel mundial, concentrando aproximadamente el 54% de la cuota de mercado. Además, esta región también presenta el mayor ritmo de crecimiento, impulsado por el desarrollo industrial, la urbanización y la elevada demanda de materiales de construcción. Por otro lado, regiones como Europa y América del Norte muestran una participación relevante, aunque con un crecimiento más moderado, asociado a mercados más maduros y consolidados.

En la siguiente figura se observa la evolución del tamaño del mercado global de formaldehído, donde se aprecia un incremento progresivo del volumen de producción desde los 23,05 millones de toneladas en 2025 hasta los 30,98 millones de toneladas previstos para 2031. Y también se pueden ver los principales actores del sector.

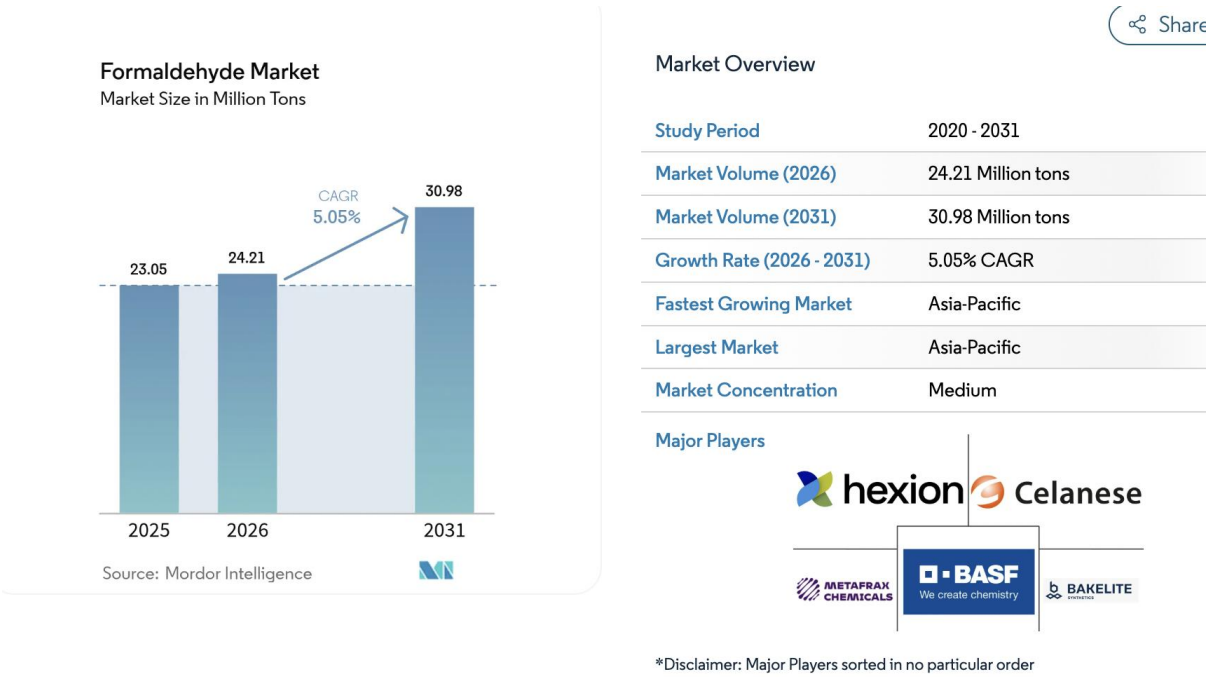


Figura 7.2.3. Evolución del tamaño del mercado global de formaldehído
Fuente: Adaptado de Mordor Intelligence (2026)

Este crecimiento corresponde a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 5,05%, lo que refleja una tendencia positiva y sostenida en la demanda de este compuesto a nivel mundial, impulsada principalmente por su amplia aplicación en la industria química y en el sector de la construcción.

Como se observa, el mercado presenta un crecimiento sostenido, con Asia-Pacífico como principal región tanto en tamaño como en crecimiento. Además, destaca la presencia de grandes empresas químicas como BASF, Celanese o Hexion, que dominan el sector y refuerzan la elevada competitividad del mercado.

En cuanto a la competencia, el mercado del formaldehído está dominado por grandes empresas químicas con amplia capacidad productiva y economías de escala, lo que supone una barrera de entrada para nuevos proyectos industriales. Sin embargo, existen oportunidades en mercados locales o en la producción especializada, donde factores como la proximidad al cliente, la optimización logística y la eficiencia del proceso pueden representar ventajas competitivas.

Para el caso del presente proyecto, la producción de formaldehído mediante el proceso Formox se plantea en un contexto de demanda estable y amplia aplicación industrial, lo que favorece su viabilidad comercial. No obstante, será necesario establecer una estrategia adecuada que permita posicionar el producto en el mercado, teniendo en cuenta tanto la competencia existente como las condiciones económicas del sector.

7.3 Valoración económica de la planta

7.3.1. Capital inmovilizado

El capital inmovilizado comprende todos aquellos costes asociados a la construcción e instalación de la planta, incluyendo el terreno, los equipos, las instalaciones auxiliares y otros costes indirectos necesarios para su puesta en funcionamiento.

Para la estimación del capital inmovilizado de la planta se ha optado por emplear un método de factor múltiple, ya que este tipo de metodologías permite obtener resultados más precisos que los métodos globales o de factor único. En particular, se han utilizado diversas metodologías, pero principalmente se ha tomado de referencia el método de Vian, implementando correlaciones típicas de ingeniería de procesos que permiten estimar el coste de la inversión a partir del coste de los equipos principales y otras consideraciones adicionales.

7.3.1.1. Coste del terreno

El coste del terreno se determina a partir de la superficie total necesaria para la implantación de la planta y del precio unitario del suelo en la zona seleccionada. La superficie requerida incluye tanto la zona de producción como las áreas auxiliares, tales como oficinas, laboratorios, almacenamiento y servicios.

En el caso de una planta de producción de formaldehído mediante proceso Formox, la superficie total puede estimarse a partir de instalaciones similares, considerando tanto el área de proceso como las infraestructuras adicionales necesarias para su operación. Una vez determinada la superficie, el coste del terreno se calcula mediante la expresión:

$$C_{terreno} = A \cdot P$$

donde:

- A es la superficie total de la planta (m^2)
- P es el precio del suelo (€/m^2)

Este valor depende de la localización de la planta, en este caso la planta se ubica en el polígono industrial “satel·lits” en Tarragona. Para esta ubicación, y según el portal de *fotocasa*, se ha encontrado un terreno en esta zona el cual indica que el precio del suelo es de 250 €/m^2.



Figura 7.3.1. Referencia para el precio del terreno en Tarragona

Y el área necesaria para las diferentes secciones de la planta es de 6717,6 m², que, al multiplicarla por 2,8 como factor de consideración de los viales y seguridad, esto da un área total de 18809,28 m².

Por lo que el coste del terreno es el siguiente:

$$C_{terreno} = 18809{,}28\, m^2 \cdot 250\, €/m^2 = 4702320€$$

7.3.1.2 Coste de los equipos

El coste de los equipos principales de la planta se ha estimado mediante el uso de correlaciones empíricas ampliamente utilizadas en ingeniería química, como las propuestas por Sinnott y Towler, que permiten relacionar el coste de un equipo con un parámetro característico del mismo (por ejemplo, capacidad, potencia o área).

La expresión general utilizada es la siguiente:

$C_{e\,(2007)} = a + b \cdot S^{\,n}$

donde:

- C_e es el coste del equipo. (USD, en base el enero del 2007)
- a, b y n son constantes características del equipo

- S es el parámetro característico (capacidad, área, volumen, etc.)

Dado que las correlaciones se encuentran referidas a un año base (2007), es necesario actualizar los costes mediante índices de costes de ingeniería química, como el Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI), utilizando la expresión:

$$C_{actual} = C_{base} \cdot \frac{CEPCI_{actual}}{CEPCI_{base}}$$

Donde el coste base corresponde a una aproximación del año 2007 en USD y se ha obtenido siguiendo las indicaciones de Sinnott-Towler, habiendo de actualizarlo ($CEPCI_{2007} = 509{,}7$ y $CEPCI_{2024} = 798{,}8$). Se ha usado como valor de referencia el de 2024 al ser este el último dato anual disponible en los registros bibliográficos abiertos.

Asimismo, al trabajar con distintas divisas se deberá realizar la correspondiente conversión monetaria para obtener los valores en euros, en este caso la conversión será la siguiente (cambio de divisa consultado el 25 de mayo de 2026 en la página web del banco de España):

$$C_{€} = C_{USD} \cdot \frac{0{,}86\ €}{1\ USD}$$

Cabe destacar que este método proporciona una estimación aproximada del coste de los equipos, siendo necesario recurrir a proveedores si se quieren obtener valores exactos en fases posteriores del proyecto.

Los diversos equipos a evaluar sus costes son los correspondientes a la Tabla 7.3.1.

Tabla 7.3.1. Equipos y sus cantidades correspondientes

Equipos	Cantidad
Tanques de almacenamiento	8
Mixers	1
Reactores	2
Columnas de absorción	2
Intercambiadores de calor	9
Bombas	8
Compresores	2
Calderas	1

El coste de los tanques de almacenamiento se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C_{e\,(2007)} = 5000 + 1400 \cdot S^{0,65}$$

A partir de esta expresión se han obtenido los costes de esta tipología de equipo, esto sabiendo que en este caso S corresponde a la capacidad de los tanques en m^3. Los valores se muestran a continuación:

Tabla 7.3.2. Coste de los tanques de almacenamiento

Tanques de almacenamiento				
Nombre	**Capacidad (m^3)**	**$C_{e\,2007}$ (USD)**	**$C_{e\,2024}$ (USD)**	**$C_{e\,2024}$ (€)**
T-101	402,70	74082,19	116101,34	99847,15
T-102	402,70	74082,19	116101,34	99847,15
T-103	402,70	74082,19	116101,34	99847,15
T-104	402,70	74082,19	116101,34	99847,15
T-401	564,96	91087,39	142751,83	122766,57
T-402	564,96	91087,39	142751,83	122766,57
T-403	564,96	91087,39	142751,83	122766,57
T-404	564,96	91087,39	142751,83	122766,57

Para el mixer (MZ-201) no se han podido seguir las indicaciones de Sinnott-Towler al estar fuera de los límites de la S. Por eso se ha utilizado un valor de 7312,02 €, típico para este tipo de equipos con el límite superior de S.

En cuanto a los reactores el coste de estos se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C_{e\,(2007)} = 53000 + 28000 \cdot S^{0,8}$$

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 7.3.3. Coste de los reactores

Reactores				
Nombre	**Volumen (m^3)**	**$C_{e\,2007}$ (USD)**	**$C_{e\,2024}$ (USD)**	**$C_{e\,2024}$ (€)**
R-201	6,3	175076,05	274378,55	235965,56
R-202	6,3	175076,05	274378,55	235965,56

Para las columnas de absorción se ha de realizar un sumatorio de los costes de la carcasa y los del relleno. Para la carcasa la expresión es la que se muestra a continuación:

$$C_{carcasa\ (2007)} = 15000 + 68 \cdot S^{0,85}$$

Y para el relleno:

$$C_{relleno\ (2007)} = 7700 \cdot S$$

Los valores obtenidos son los siguientes:

Tabla 7.3.4. Coste de las columnas de absorción

Columnas de absorción					
Nombre	**Peso de carcasa (kg)**	**m^3 de relleno**	**$C_{e\ 2007}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (€)**
CA-301	4855	36,95	392926	614240,38	528246,73
SC-301	4855	36,95	392926	614240,38	528246,73

En cuanto a los intercambiadores de calor la expresión correspondiente es la siguiente:

$$C_{e\ (2007)} = 24000 + 46 \cdot S^{1,2}$$

Tabla 7.3.5. Coste de los intercambiadores de calor

Intercambiadores de calor				
Nombre	**Área de intercambio (m^2)**	**$C_{e\ 2007}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (€)**
E-201	165,9	45211,60	70855,46	60935,70
E-202	178,6	47174,78	73932,14	63581,64
E-203	46,24	28579,09	44789,05	38518,58
E-204	34,71	27245,66	42699,30	36721,40
AC-201	753	154290,22	241803,07	207950,64
AC-202	16,6	25339,33	39711,71	34152,07
AC-203	10	24729,05	38755,28	33329,54

Intercambiadores de calor				
Nombre	**Área de intercambio (m^2)**	**$C_{e\ 2007}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (€)**
C-301	503,5	104381,70	163586,63	140684,50
C-302	10	24729,05	38755,28	33329,54

Para las bombas se ha usado la siguiente expresión:

$$C_{e\ (2007)} = 6900 + 206 \cdot S^{0,9}$$

Tabla 7.3.6. Coste de las bombas

Bombas				
Nombre	**Caudal (L/s)**	**$C_{e\ 2007}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (€)**
P-101	0,34	6978,02	10935,93	9404,90
P-102	0,34	6978,02	10935,93	9404,90
P-103	1,79	7247,88	11358,86	9768,62
P-104	1,79	7247,88	11358,86	9768,62
P-301	1,20	7142,73	11194,07	9626,90
P-302	1,20	7142,73	11194,07	9626,90
P-401	3,25	7495,06	11746,23	10101,76
P-402	3,25	7495,06	11746,23	10101,76

Para los compresores se han estimado sus costes usando la siguiente expresión:

$$C_{e\ (2007)} = 490000 + 16800 \cdot S^{0,6}$$

Tabla 7.3.7. Coste de los compresores

Compresores				
Nombre	**Potencia (kW)**	**$C_{e\ 2007}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (USD)**	**$C_{e\ 2024}$ (€)**
K-201	2155	2170264,48	3401230,66	2925058,36
K-202	3776	2842493,72	4454745,90	3831081,47

Finalmente, para la caldera pirotubular (CR-201) la S es el caudal de vapor de agua (kg/h) y con esto la estimación ha sido la que se puede consultar a continuación:

$$C_{e\ (2007)} = 106000\ + 8{,}7\ \cdot\ S = 106000\ + 8{,}7\ \cdot\ 5000 = 149500\ USD$$

Con lo que se obtiene el siguiente coste:

$$C_{e\ (2024)} = 149500\ USD \cdot \frac{798{,}8}{509{,}7} = 234295{,}86\ USD$$

$$C_{e\ (2024)} = 234295{,}86\ USD \cdot \frac{0{,}86\ €}{1\ USD} = 201494{,}44\ €$$

7.3.1.3 Consideraciones adicionales

Además del coste de los equipos principales y del terreno, el capital inmovilizado incluye otros costes indirectos asociados a la construcción de la planta, tales como:

- Instalación de equipos
- Tuberías e instrumentación
- Edificaciones
- Sistemas eléctricos
- Sistemas de seguridad

Estos costes suelen estimarse como un porcentaje del coste de los equipos, esto siguiendo metodologías clásicas de diseño de plantas químicas como la de Happel. De este modo, el capital inmovilizado total se obtiene como la suma de todos estos conceptos, proporcionando una estimación global de la inversión necesaria para la implantación de la planta.

Se obtiene así el capital inmovilizado total de la planta, el cual se puede consultar a continuación en la Tabla 7.3.8.

Tabla 7.3.8. Método Happel

Concepto	Porcentaje	Material	Porcentaje para mano de obra	Mano de obra
Recipientes (A)	—	1.369.698,04	10 %	136.969,80
Torres fabricadas en el terreno (B)	—	0	30 %	0
Torres prefabricadas (C)	—	1.056.493,46	13 %	137.344,15
Intercambiadores (D)	—	649.203,61	10 %	64.920,36
Bombas, compresores, … (E)	—	6.833.944,18	10 %	683.394,42
Instrumentos (F)	12 %	1.189.120,72	13 %	154.585,69
Suma de A a F (G)	—	11.098.460,01	—	—
Aislamiento (H)	8 %	887.876,80	150 %	1.331.815,20
Tuberías (I)	40 %	4.439.384,00	100 %	4.439.384,00
Cimentaciones (J)	4 %	443.938,40	150 %	665.907,60
Edificaciones (K)	4 %	5.146.258,40	70 %	3.602.380,88
Estructuras (L)	4 %	443.938,40	20 %	88.787,68
Material contra incendios (M)	1 %	110.984,60	670 %	743.596,82
Electricidad (N)	4 %	443.938,40	150 %	665.907,60
Pintura y limpieza (O)	1 %	110.984,60	590 %	654.809,14
Suma de material y mano de obra (P)	—	36.495.566,96		
Costes de equipos especiales instalados (Q)	—	201.494,44		

Concepto	Porcentaje	Material	Porcentaje para mano de obra	Mano de obra
Suma de P y Q (R)	—	36.697.061,40		
Despesas generales	30 %	11.009.118,42		
Honorarios de ingeniería	13 %	4.770.617,98		
Contingencias	13 %	4.770.617,98		
Inmovilizado total	156 %	57.247.415,78		

7.3.2 Capital circulante

El Capital Circulante constituye el capital líquido necesario para garantizar la continuidad operativa de la planta de formaldehído desde el momento de la puesta en marcha hasta la estabilización del flujo de caja gracias a los ingresos derivados de la venta del formol al 37%. Esta partida sufraga los desfases financieros causados por la compra inicial de las materias primas, el almacenamiento preventivo de productos, los gastos corrientes de personal y servicios auxiliares, así como los periodos de cobro concedidos a clientes industriales.

Cabe destacar que una vez finalizada la actividad teóricamente se recupera este capital, cosa a tener en cuenta a la hora de realizar el NCF que se podrá consultar más adelante en este mismo capítulo.

Para el cálculo del Capital Circulante se han seguido las recomendaciones de autores clásicos como *Sinnott & Towler* que establecen que este se puede estimar de forma directa como una fracción de la inversión en activos fijos. Esto en un rango de entre el 10 al 20 %, por lo que en el caso de Formics se ha decidido realizar esta estimación con un 15 % del capital inmovilizado.

Por tanto, el Capital Circulante es el que se muestra a continuación:

$$C_{circ.} = I \cdot 0{,}15 = 57.247.415{,}78 \cdot 0{,}15 = 8.587.112{,}67\ €$$

7.3.3 Puesta en marcha

A diferencia del Capital Circulante, el capital necesario para la puesta en marcha es un importe que se contabiliza como un gasto de inversión diferido pero que no se recupera al final del ciclo de vida del proyecto.

Esta tipología de capital contempla gastos como el de la inertización de las líneas previa al inicio de la actividad productiva, y una estimación de su valor se obtiene siguiendo el mismo procedimiento que con el Capital Circulante, esta vez representando un 5 % del capital inmovilizado:

$$C_{Puesta\ en\ marcha} = I \cdot 0{,}05 = 57.247.415{,}78 \cdot 0{,}05 = 2.862.370{,}79\ €$$

7.3.4 Inversión necesaria

Una vez obtenidos estos valores, se puede dar a conocer una aproximación del capital necesario a invertir para llevar a cabo este proyecto. Este monto representa la suma del capital inmovilizado, el circulante y el necesario para la puesta en marcha de la planta.

El valor final obtenido es el que se puede consultar seguidamente:

$$Inversión = I + C_{circ.} + C_{Puesta\ en\ marcha}$$

$$Inversión = (57.247.415{,}78 + 8.587.112{,}67 + 2.862.370{,}79)\ € = 68.696.898{,}94\ €$$

7.4 Estimación de los costes asociados a la producción

Los costes asociados a la producción corresponden a los gastos por parte de la empresa a la hora de realizar la actividad productiva tales como la compra de las materias primeras o el jornal por la mano de obra. En este apartado se han tenido en cuenta tanto los costes de fabricación (M) como los costes generales (G), siendo la suma de estos los asociados a la producción, los cuales corresponden a los que se tendrán en cuenta dentro del NCF que se podrá consultar más adelante.

7.4.1 Costes de fabricación (M)

Los costes de fabricación engloban todos los gastos directamente relacionados con la producción del formaldehído al 37% en la planta Formics, ya sean estos costes directos o indirectos, variables o fijos. Estos se han estimado siguiendo una metodología la cual algunas partidas se calculan de forma independiente y otras se estiman como una fracción de otro coste.

7.4.1.1 Materias primas (M1)

La principal materia prima del proceso Formox es el metanol, que se oxida catalíticamente para obtener formaldehído. El coste anual de las materias primas se ha calculado a partir del consumo específico de metanol necesario para producir las 100.000 toneladas anuales de

formol al 37 % (el diseño es para una producción ligeramente mayor para estar cubiertos ante incidencias, pero para esta estimación se ha calculado con esta producción que es la que se busca tener anualmente y para la que también se han calculado los ingresos por ventas), considerando el precio de mercado del metanol, el cual siguiendo el registro histórico de la empresa *Methanex*, se ha podido estimar un precio de 590 €/Tonelada.

Teniendo esto en cuenta, el coste anual de materias primas es el siguiente:

M1 = 590 €/Tonelada · 40.518,72 Toneladas/año = 23.906.045 €/año

7.4.1.2 Mano de obra directa (M2)

La mano de obra directa comprende el personal de operación de la planta, incluyendo operadores de proceso, técnicos de turno y personal de control entre otros. Se ha estimado considerando los turnos necesarios para garantizar la operación continua de la planta (24 horas al día, 330 días al año), así como el convenio colectivo aplicable al sector químico en la provincia de Tarragona y el coste debido a la Seguridad Social, con lo que se han obtenido los siguientes valores:

Tabla 7.4.1. Costes debidos a la mano de obra directa (M2)

Perfil	Sueldo (€/año)	Personal total	Sueldo total (€/año)	Seguridad social (€/año)	Coste para Formics (€/año)
Departamento de Producción					
Responsable de producción	55.000	1	55.000	13.750	68.750
Jefes de turno	42.000	5	210.000	52.500	262.500
Operadores de sala de control	32.000	10	320.000	80.000	400.000
Operadores de campo	26.000	10	260.000	65.000	325.000
Departamento de Ingeniería y Mantenimiento					
Responsable mantenimiento	50.000	1	50.000	12.500	62.500
Ingenieros de mantenimiento	38.000	2	76.000	19.000	95.000

Perfil	Sueldo (€/año)	Personal total	Sueldo total (€/año)	Seguridad social (€/año)	Coste para Formics (€/año)
Técnicos de mantenimiento	28.000	10	280.000	70.000	350.000
Departamento de SSMA					
Responsable de SSMA	48.000	1	48.000	12.000	60.000
Técnicos de seguridad y m.a.	32.000	2	64.000	16.000	80.000
Técnicos de salud laboral	30.000	1	30.000	7.500	37.500
Departamento de Calidad					
Responsable de calidad	46.000	1	46.000	11.500	57.500
Técnicos de calidad	28.000	10	280.000	70.000	350.000
Técnico de garantía de calidad	32.000	1	32.000	8.000	40.000
Departamento de Logística					
Responsable de logística	45.000	1	45.000	11.250	56.250
Técnicos de logística	30.000	10	300.000	75.000	375.000
Operarios de almacén	24.000	10	240.000	60.000	300.000
Departamento de Laboratorio					
Responsable de laboratorio	45.000	1	45.000	11.250	56.250

Perfil	Sueldo (€/año)	Personal total	Sueldo total (€/año)	Seguridad social (€/año)	Coste para Formics (€/año)
Técnicos de laboratorio	28.000	10	280.000	70.000	350.000
Departamento de I+D+i					
Responsable de I+D	48.000	1	48.000	12.000	60.000
Técnicos e ingenieros	34.000	2	68.000	17.000	85.000
Dirección y Administración					
Dirección y administración	50.000	3	150.000	37.500	187.000
Mano de obra directa (M2)					3.658.250

7.4.1.3 Patentes (M3)

El proceso Formox está sujeto al pago de royalties por el uso de la tecnología patentada. Este coste se estima habitualmente como un porcentaje de los ingresos por ventas, siendo un valor típico del 1-5 % sobre estas. Por lo que, para esta estimación, se ha seleccionado un 3 % respecto a los ingresos por ventas, lo que corresponde al siguiente coste anual:

$M3 = 0{,}03 \cdot 48.160.000$ €/año = 1.444.800 €/año

7.4.1.4 Mano de obra indirecta (M4)

La mano de obra indirecta incluye el personal de mantenimiento, laboratorio, almacén y otros servicios auxiliares no directamente implicados en la operación del proceso. Se estima habitualmente como un porcentaje de la mano de obra directa, con un valor típico de entre el 12 % y el 45 % de M2. En este caso se ha aproximado este coste mediante una aplicación del 18 % a M2, por lo que el coste anual de mano de obra indirecta es el siguiente:

$M4 = 0{,}18 \cdot 3.658.250$ €/año = 658.485 €/año

7.4.1.5 Servicios generales (M5)

Esta partida incluye los costes de los servicios industriales necesarios para la operación de la planta, tales como el suministro de electricidad, agua de proceso y nitrógeno, entre otros. Estos se han estimado a partir de los balances de energía y materia del proceso, y a partir del precio de cada servicio.

El coste anual de servicios es el siguiente:

M5 = 350.000 €/año

Este valor se sustenta en el balance energético integrado de la planta, y es que, aunque se dispone de una caldera pirotubular alimentada con gas natural, durante la operación en régimen continuo, al darse una reacción altamente exotérmica en el reactor Formox, esto permite cubrir gran parte de las necesidades térmicas de los intercambiadores de calor y de la columna de absorción, minimizando el gasto en combustible.

Por consiguiente, el coste que se asigna a M5 se da fundamentalmente por el consumo eléctrico del soplador principal de aire y los sistemas de bombeo, y, de manera destacada, el suministro continuo de nitrógeno dedicado a la inertización y mantenimiento del colchón de gas en los tanques de almacenamiento de metanol y formol.

7.4.1.6 Suministros (M6)

Los suministros comprenden los materiales de consumo necesarios para el mantenimiento y la operación de la planta, como lubricantes, catalizador de óxido de hierro-molibdeno del reactor Formox y otros consumibles. Este capital se estima como un porcentaje del capital inmovilizado, típicamente entre el 0,2 y el 1,5 %.

En este caso la aproximación se ha realizado con un 0,8 %, siendo el coste anual de suministros el siguiente:

M6 = 0,008 · 57.247.415,78 €/año = 457.979,33 €/año

7.4.1.7 Conservación (M7)

Los costes de conservación y mantenimiento incluyen la reparación y el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones de la planta. Estos habitualmente se aproximan como un porcentaje del capital inmovilizado, con un valor típico del 2 al 10 % de este.

En consiguiente, al usarse un 2 %, el coste anual de conservación es el que se puede ver seguidamente:

M7 = 0,02 · 57.247.415,78 €/año = 1.144.948,32 €/año

7.4.1.8 Laboratorio (M8)

Los costes de laboratorio incluyen los análisis de control de calidad del producto final (formol al 37%), así como los análisis de materias primas y corrientes de proceso necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la planta. Esta partida se estima típicamente en un rango de entre el 5% y el 25% de la mano de obra directa (M2). Para el presente proyecto se ha adoptado un valor del 6 % de M2.

El coste anual de laboratorio es el siguiente:

M8 = 0,06 · 3.658.250 €/año = 219.495 €/año

7.4.1.9 Envasado (M9)

Los costes de envasado comprenden los materiales y la operación necesarios para el acondicionamiento del formol al 37% para su comercialización, incluyendo los depósitos, cisternas y otros sistemas de expedición del producto final. Esta partida se estima de forma directa a partir de las condiciones de entrega del producto, por lo que teniendo en cuenta que la presentación del producto final se realiza en bulk en cisternas con capacidad para 33 toneladas, esto hace que el coste anual de envasado sea el siguiente:

M9 = 151.500 €/año

Este valor se justifica considerando una producción anual de 100.000 toneladas de formaldehído comercial, lo que equivale a la gestión, preparación y carga de aproximadamente 3.030 cisternas al año (unas 9 cisternas diarias durante los 330 días de actividad de la planta), habiendo estimado en unos 50 € el precio a pagar por cada cisterna.

7.4.1.10 Expedición (M10)

Los costes de expedición incluyen los gastos logísticos asociados al transporte del producto final desde la planta hasta los clientes, así como los gastos de gestión documental y administrativa de los pedidos. Esta partida se estima de forma directa a partir de las condiciones comerciales del proyecto. Por lo que los costes anuales de expedición de Formics se asumen nulos al suponer que serán los clientes los encargados de cubrir estos costes:

M10 = 0 €/año

7.4.1.11 Directivos y empleados (M11)

Esta partida incluye los salarios y cargas sociales del personal directivo, administrativo y de gestión de la planta, no incluido en las partidas de mano de obra directa e indirecta. Esta tipología de coste se suele asumir que representa entre el 10% y el 40% de la mano de obra

directa (M2). Concretamente, para el presente proyecto se ha adoptado un valor del 15 % de M2.

Por lo que el coste anual de directivos y empleados es el siguiente:

M11 = 0,15 · 3.658.250 €/año = 548.737,5 €/año

7.4.1.12 Amortización (M12)

La amortización de los activos fijos de la planta representa la depreciación del capital inmovilizado a lo largo de la vida útil del proyecto, y aunque este parámetro no constituye un flujo de salida de caja real, permite reducir la base imponible. Su cálculo se suele realizar mediante métodos en relación con el capital inmovilizado (I). El cálculo detallado se puede consultar en el apartado 7.6.1 del presente capítulo, donde se ha adoptado una amortización lineal para una vida útil de 20 años, por lo que para este apartado se le dará un valor nulo para no dar lugar a repeticiones en la consideración de este valor.

Así mismo, M12 = 0 €/año.

7.4.1.13 Alquiler (M13)

Dado que el terreno donde se ubica la planta ha sido adquirido en propiedad y no en régimen de alquiler, esta partida no es aplicable al presente proyecto. Por lo que se ha utilizado un valor de 0 €/año para M13.

7.4.1.14 Impuestos de fábrica (M14)

Los impuestos de fábrica incluyen los tributos locales y autonómicos asociados a la actividad industrial de la planta, tales como el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) de carácter industrial o las tasas municipales aplicables en el municipio de Tarragona entre otros. Esta partida se estima según la normativa vigente en relación con el capital inmovilizado (I). En este caso se ha utilizado un 1 % del monto total del capital inmovilizado, obteniendo el siguiente coste anual de impuestos de fábrica:

M14 = 0,01 · 57.247.415,78 €/año = 572.474,16 €/año

7.4.1.15 Seguros (M15)

Los costes de seguros incluyen las primas de los seguros industriales necesarios para cubrir los riesgos asociados a la actividad de la planta, tales como el seguro de responsabilidad civil, el seguro de daños materiales y el seguro de accidentes. Esta partida se estima según la cobertura contratada en relación con el capital inmovilizado (I), soliendo representar entre un 0,5 y un 1

% de este, y dadas las características de riesgo intrínseco del proceso FORMOX, que involucra reactivos inflamables (metanol) y productos tóxicos (formaldehído) se ha decidido adoptar un factor del 1 % sobre la inversión fija para cubrir de forma integral las pólizas de daños materiales, accidentes y responsabilidad civil industrial.

Teniendo esto en cuenta el coste anual de seguros es el siguiente:

$$M15 = 0{,}01 \cdot 57.247.415{,}78\ €/año = 572.474{,}16\ €/año$$

Por lo consiguiente, una vez estimados todos estos parámetros, el valor que adoptan los costes de fabricación (M) es el que se puede ver en la siguiente tabla resumen:

Tabla 7.4.2. Tabla resumen de los costes de fabricación

Parámetro	Coste anual (€/año)
Materias primas (M1)	23.906.045
Mano de obra directa (M2)	3.658.250
Patentes (M3)	1.444.800
Mano de obra indirecta (M4)	658.485
Servicios generales (M5)	350.000
Suministros (M6)	457.979,33
Conservación (M7)	1.144.948,32
Laboratorio (M8)	219.495
Envasado (M9)	151.500
Expedición (M10)	0
Directivos y empleados (M11)	548.737,50
Amortización (M12)	0
Alquiler (M13)	0
Impuestos de fábrica (M14)	572.474,16
Seguros (M15)	572.474,16
Costes de fabricación (M)	33.685.118

7.4.2 Costes de administración y ventas (G)

Los costes de administración y ventas corresponden a los asociados a la gestión global de la empresa y no son directamente imputables al proceso productivo. Estos se han estimado como un porcentaje de los costes totales de fabricación (M), distinguiendo entre costes variables (G1) y fijos (G2, G3 y G4).

7.4.2.1 Gastos comerciales (G1)

Los gastos comerciales incluyen los costes asociados a la comercialización y venta del formol al 37 %, tales como las comisiones a agentes comerciales y otros gastos de promoción. Normalmente esta partida se estima en un rango de entre el 5 % y el 20 % de los costes totales de fabricación (M).

Para el presente proyecto se ha adoptado un valor del 5 % de M, con lo que el coste anual de gastos comerciales corresponde al siguiente:

$G1 = 0{,}05 \cdot 33.685.118$ €/año = 1.684.259,41 €/año

7.4.2.2 Costes de gerencia (G2)

Los costes de gerencia incluyen los gastos asociados a la dirección y administración general de la empresa Formics, tales como los salarios de la alta dirección, los gastos de representación y los servicios jurídicos y contables. Estos se suelen asumir que corresponden a un rango de entre el 3 % y el 6 % de los costes totales de fabricación (M). Teniendo esto en cuenta, para el presente proyecto se ha adoptado un valor del 3 %, con lo que el coste anual de gerencia estimado es el que se puede consultar a continuación:

$G2 = 0{,}03 \cdot 33.685.118$ €/año = 1.010.555,65 €/año

7.4.2.3 Gastos financieros (G3)

En referencia a los gastos financieros se ha asumido un escenario de financiación propia en su totalidad, prescindiendo de capital ajeno o créditos bancarios externos. Consecuentemente, los costes asociados a este tipo de financiación son nulos, fijando la partida de gastos financieros en G3 = 0 €/año.

7.4.2.4 Investigaciones y servicios técnicos (G4)

Los costes por investigación y servicios técnicos abarcan los gastos que tiene la empresa Formics para el desarrollo tecnológico, permitiendo que esta siga siendo competitiva en el

mercado, así como los servicios técnicos externos contratados para el soporte y la mejora continua del proceso Formox. Esta partida se plantea como una fracción de M, normalmente estando en un rango de entre el 0 y el 5 % de los costes totales de fabricación. En este caso se ha decidido aproximar esta tipología de gasto mediante un 2 % de M, obteniendo así el siguiente valor:

$$G4 = 0{,}02 \cdot 33.685.118\ €/año = 673.703{,}77\ €/año$$

Habiendo ya estimado todos estos parámetros, el valor que adoptan los costes de administración y ventas (G) es el que se puede ver en la siguiente tabla resumen:

Tabla 7.4.3. Tabla resumen de los costes de administración y ventas

Parámetro	Coste anual (€/año)
Gastos comerciales (G1)	1.684.259,41
Costes de gerencia (G2)	1.010.555,65
Gastos financieros (G3)	0
Investigaciones y servicios técnicos (G4)	673.703,77
Costes de administración y ventas (G)	3.368.518,83

7.4.3 Costes totales de producción

Una vez desgranados los distintos costes que tendrá Formics, se pueden conocer los costes totales de producción como la suma de los costes de fabricación (M) y los de administración y ventas (G).

Estos costes corresponden a los que se utilizan a la hora de hacer el NCF, y su valor se da a conocer en la Tabla 7.4.4.

Tabla 7.4.4. Sumatorio de costes

Concepto	Coste anual (€/año)
Costes de fabricación (M)	33.685.188
Costes de administración y ventas (G)	3.368.518,83
Costes totales de producción	37.053.707,08

7.5 Ingresos por ventas

Actualmente, a mayo de 2026, el precio por kg del formaldehído es de unos 0,56 USD, habiendo incrementado su valor un 5,7 % respecto a su anterior valor (datos extraídos del informe publicado por *IMARC Group*).

Por lo que considerando esto, los ingresos por la venta de la producción de las 100000 toneladas al año (la producción está diseñada para una producción mínimamente superior previniendo así posibles incidencias), suponen una inyección de capital positivo para la empresa del siguiente valor:

$$V = 100000\ T/\text{año} \cdot \frac{10^3\ kg}{1\ T} \cdot \frac{0{,}56\ USD}{1\ kg} \cdot \frac{0{,}86\ €}{1\ USD} = 48.160.000\ €/\text{año}$$

7.6 Estudio de la rentabilidad del proyecto

Una vez hecha la estimación de los costes y ganancias que se tendrán por parte de Formics, el siguiente paso para verificar la viabilidad del proyecto es la realización de un estudio de la rentabilidad de este mismo. Para este estudio se han calculado diversos parámetros clave tales como la amortización, el NCF, el VAN, el TIR y por último el pay-back, consiguiendo así una visión general de cómo de rentable resulta el proyecto.

7.6.1 Amortización

La amortización representa la depreciación de los activos y aunque no constituye un flujo de salida de caja real, su inclusión en el NCF es indispensable ya que permite reducir la base imponible, conllevando así que Formics deba asumir unos impuestos menores sobre las ganancias que se hayan podido tener por su actividad.

Además, este efecto sobre el NCF también tiene su repercusión en los demás parámetros, es por esto que un buen cálculo e implementación de la amortización es esencial para un óptimo estudio de la rentabilidad del proyecto.

Cabe recalcar que se han tomado diversas consideraciones para el cálculo de la amortización. Y es que se ha supuesto una amortización lineal para una actividad útil de la planta de 20 años, típica para este tipo de procesos, y se ha estimado un valor residual de 7.564.690,79, el cual corresponde al 5 % del capital inmovilizado y al monto total de la compra de la parcela, esto debido a que se estima que al término de los 20 años de explotación se pueden revender partes de los equipos del proceso como los motores de las bombas o las carcasas de acero inoxidable de las columnas o tanques de almacenamiento, y se asume que la parcela como tal no pierde valor, es por eso que se considera en su totalidad para el valor residual.

Con estas consideraciones se puede obtener la siguiente amortización anual:

$$A = \frac{I - V_R}{t} = \frac{(57.247.415{,}78\ -\ 7.564.690{,}79)\ €}{20\ años} = 2.484.136{,}25\ €/año$$

Donde:

- A es la amortización anual (€/año)
- I es el capital inmovilizado (€)
- V_R es el valor residual (€)
- t es los años de actividad de la planta (años)

7.6.2 Net Cash Flow (NCF)

El Net Cash Flow (NCF) representa la diferencia entre los ingresos y los desembolsos reales de caja en cada período, esto teniendo en cuenta el efecto fiscal de la amortización.

Para este proyecto en concreto cabe tener en cuenta varias consideraciones. Primeramente, es necesario comentar que se ha estimado que se tomarán 2 años en la construcción de la planta, por lo que la actividad productiva empezará en el año 2, y en este periodo se distribuirá el pago de los costes inmovilizados, distribuyéndolos de forma uniforme entre el año 0 y el 1. Además, el capital circulante se ha considerado en el año previo al inicio de la actividad al representar este el dinero en efectivo y el inventario de metanol que se debe tener comprado y disponible justo al final de la construcción, listo para que las máquinas arranquen el día 1 del Año 2.

Otra consideración más que hay que tomar es que se ha propuesto un valor para los impuestos del 25% sobre la base imponible, esto debido a que la planta se sitúa en España, donde el Impuesto sobre Sociedades (IS) para grandes actividades industriales y empresas de tipo general está fijado por ley exactamente en este valor.

Por último, hay que tener en cuenta que se añade al final de los 20 años de actividad (correspondiente al año 21 del NCF) un año más, el cual permite cerrar el ejercicio financiero al poder tener en cuenta la recuperación del capital circulante, el cobro de los últimos impuestos, los cuales siempre se toman en cuenta a año vencido, y se permite contabilizar como ganancias el valor residual.

Teniendo todo esto en cuenta el NCF obtenido es el que se puede ver a continuación.

Año	0	1	2	3	4	5
Capital inmovilizado	-28.623.707,89	-28.623.707,89				
Capital circulante		-8.587.112,37				
Valor residual						
Ventas			48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00
Costes			-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08
Amortización			-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25
Benefició sucio			8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Base imponible			8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Impuestos				-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17
NCF	-28.623.707,89	-37.210.820,26	11.106.292,92	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75

Año	6	7	8	9	10	11
Capital inmovilizado						
Capital circulante						
Valor residual						
Ventas	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00
Costes	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08
Amortización	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25
Benefició sucio	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Base imponible	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Impuestos	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17
NCF	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75

Año	12	13	14	15	16	17
Capital inmovilizado						
Capital circulante						
Valor residual						
Ventas	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00
Costes	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08
Amortización	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25
Benefició sucio	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Base imponible	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67
Impuestos	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17
NCF	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75

Año	18	19	20	21	22
Capital inmovilizado					
Capital circulante					8.587.112,37
Valor residual					7.564.690,79
Ventas	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	48.160.000,00	
Costes	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	-37.053.707,08	
Amortización	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	-2.484.136,25	
Benefició sucio	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	
Base imponible	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	8.622.156,67	
Impuestos	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17	-2.155.539,17
NCF	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	8.950.753,75	13.996.263,99

7.6.3 VAN y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) es el criterio económico más importante para determinar si la planta es rentable. Su objetivo es traer al presente (año 0) todos los flujos de caja futuros que va a generar Formics a lo largo de su vida útil, y, además, este depende del interés aplicable.

Se ha calculado su valor aplicando la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{n=0}^{t} \frac{NCF_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- NCF_n: Flujo neto de caja para el año n
- t: Años de vida del proyecto
- i: Tasa de interés

Teniendo todo esto en cuenta, se ha realizado el cálculo del VAN para diversas tasas de interés, verificando así la rentabilidad del proyecto frente a diferentes escenarios económicos.

Esta evaluación se puede ver a continuación en la Figura 7.6.1.

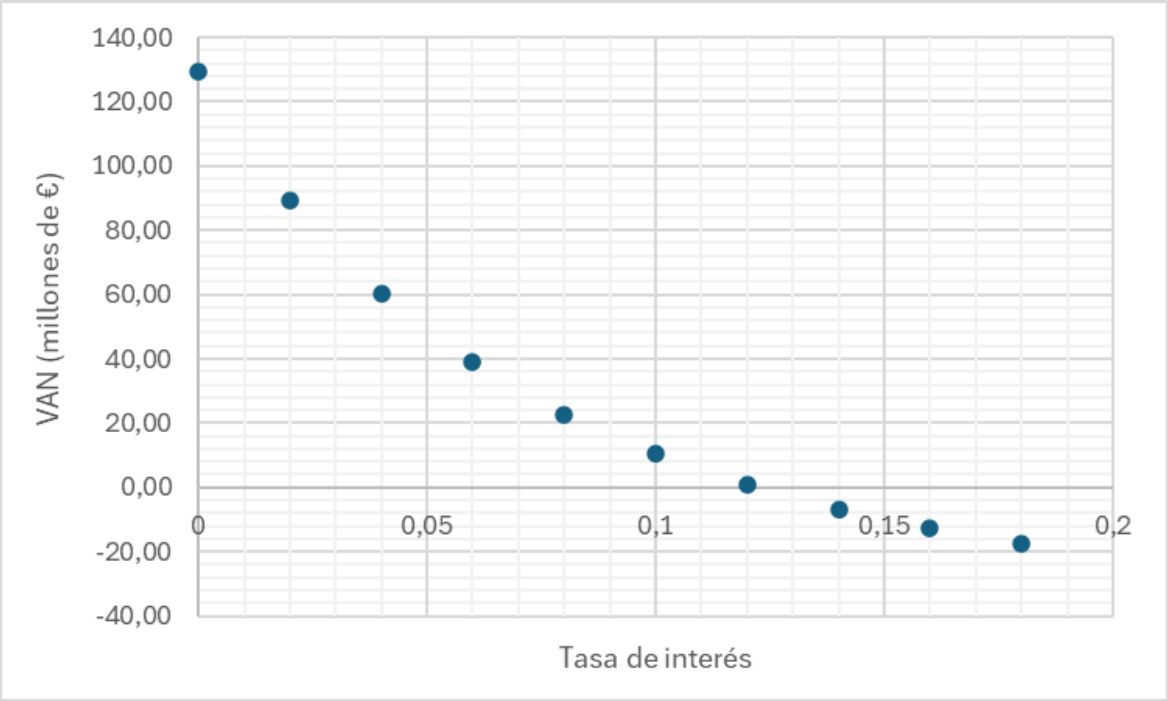


Figura 7.6.1. Evaluación del VAN frente diversos escenarios económicos

A partir de esta evaluación se puede observar que, aplicando el criterio de rentabilidad que determina que un proyecto es rentable si el VAN es mayor que 0, la planta de producción de formol de Formics será rentable siempre y cuando la tasa de interés del mercado se mueva entre

el intervalo del 0 al 12 %, viendo así que aun estando bajo un escenario financiero más exigente y restrictivo como es una tasa de interés del 12 %, el proyecto sigue teniendo un VAN positivo (en concreto el obtenido ha sido de 0,72 millones de euros).

Además, la TIR, la cual corresponde a la tasa de interés en la cual un proyecto pasa de ser rentable a dejar de serlo (cuando el valor del VAN = 0), es cercana al 12,2 %. Y tomando como referencia el indicador para el sector de Productos Químicos (Básicos) en Europa de *InvestPro*, se establece un coste de capital propio (Ke) de referencia del 9,90 % y un coste promedio ponderado del capital (WACC) del 7,57 %, que bajo un estricto criterio de prudencia de ingeniería frente a posibles fluctuaciones inflacionarias o comerciales, se ha redondeado al alza fijando la tasa de interés exigida en un 10%, umbral que la TIR del presente proyecto supera holgadamente por lo que se concluye que este mismo es rentable.

7.6.4 Payback

El Payback se define como el periodo de tiempo necesario para que la planta de producción recupere la inversión económica inicial a través de los flujos netos de caja generados por la venta del formol al 37% (los 20 años de actividad de la planta).

Este es el último parámetro económico evaluado y depende del flujo de caja medio anual y de la inversión inicial del proyecto. Esto se plasma perfectamente en la expresión necesaria para el cálculo del payback.

$$Payback = \frac{Inversión\ inicial}{\overline{NCF}} = \frac{68.696.898{,}94\ €}{9.058.530{,}71\ €/año} \simeq 7{,}58\ años$$

Se observa que son necesarios aproximadamente 7 años y medio para poder recuperar el desembolso inicial del proyecto mediante las ganancias de la actividad productiva de formol, lo que indica un escenario viable y realista.

7.7 Bibliografía

[1] Banco de España. (2026). *Conversor de divisas*. https://www.bde.es/webbe/es/estadisticas/recursos/conversor-divisas.html

[2] Fotocasa. (2026). *Terreno en venta en Tarragona Capital, Nou Eixample Nord*. https://www.fotocasa.es/es/comprar/terreno/tarragona-capital/nou-eixample-nord/181998949/d

[3] Grand View Research. (2026). *Formaldehyde Market Size, Share & Trends Analysis Report*. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/formaldehyde-market

[4] IMARC Group. (2026). *Formaldehyde Pricing Report*. https://www.imarcgroup.com/formaldehyde-pricing-report

[5] Investigación y Finanzas Pro. (2026). *Calculadora de WACC por Industria*. https://www.investigacionyfinanzaspro.com/educacionyfinanzas/calculadora_WACC/wacc.html

[6] Methanex Corporation. (2026). *Methanol Pricing: Europe Regional Posted Contract Prices*. https://www.methanex.com/our-products/about-methanol/pricing/

[7] Mordor Intelligence. (2026). *Formaldehyde Market Size & Share Analysis*. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/formaldehyde-market

[8] Sinnott, R., & Towler, G. (2012). *Chemical Engineering Design* (5ª ed.). Editorial Reverté.