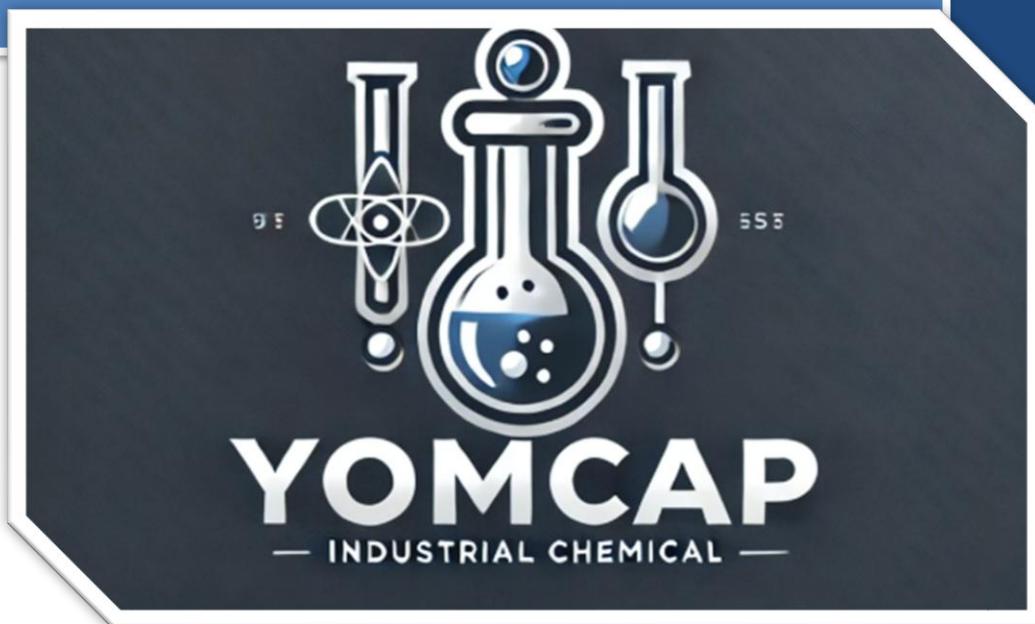


PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MDA

PROYECTO DE FIN DE GRADO

INGENIERÍA QUÍMICA



Abel Baños Garcia

Victor C. Becerra Hernández

Yhamiley R. Mila Nuñez

Claude F. Kamnang Tchatchouang

Patrícia Jover Segura

Oscar Lorenzo Lama

Miquel Ruiz Zamorano

TUTOR:

Antoni Sánchez Ferrer

PLANTA DE PRODUCCIÓN

PROYECTO DE FIN DE

INGENIERÍA QUÍMICA



**CAPÍTULO 7:
EVALUACIÓN
ECONÓMICA**

ÍNDICE

7.1 Introducción	3
7.2 Estudio de mercado	4
7.2.1 Salida al mercado	6
7.2.1.1. Diferenciación por eficiencia y sostenibilidad	7
7.2.1.2. Segmentación de clientes y enfoque B2B.....	7
7.2.1.3. Política de precios competitiva	8
7.2.1.4. Alianzas estratégicas y contratos de suministro.....	8
7.2.1.5. Marketing industrial y comunicación técnica	8
7.2.1.6. Reputación y cumplimiento normativo	8
7.3 Valorización económica	9
7.3.1 Capital inmovilizado	9
7.3.1.1 Costo del terreno	9
7.3.1.2 Costo de los equipos	10
7.3.1.2.1 Tanque de almacenamiento.....	11
7.3.1.2.2 Intercambiadores de calor.....	13
7.3.1.2.3 Reactores y tanque de mezclado	14
7.3.1.2.4 Equipos de separación.....	15
7.3.1.2.5 Bombas.....	16
7.3.1.2.6 Equipos complementarios	17
7.3.1.2.7 Coste de equipos total.....	17
7.3.1.3 Método Vian	17
7.3.2 Capital circulante y costo de puesta en marcha	18
7.3.3. Inversión inicial	19
7.4 Coste de producción	19
7.4.1. Costes de fabricación.....	19
7.4.1.1 Materias primas	19
7.4.1.2. Mano de obra directa	20

7.4.1.3. Coste de patente	21
7.4.1.4. Mano de obra indirecta	22
7.4.1.5. Servicios generales	22
7.4.1.6. Suministros.....	23
7.4.1.7. Conservación.....	23
7.4.1.8. Laboratorio	23
7.4.1.9. Envasado y expedición.....	23
7.4.1.10. Dirección	24
7.4.1.11. Alquiler	24
7.4.1.12. Impuestos de fabricación	24
7.4.1.13. Seguros	24
7.4.2. Costes generales	25
7.4.2.1 Costes comerciales	25
7.4.2.2. Costes de administración y gerencia	25
7.4.2.3. Gastos financieros	25
7.4.2.4. Gastos de investigación y servicios técnicos	25
7.4.3. Costes totales de producción	26
7.5 Ingresos	26
7.6 Rentabilidad de la planta	27
7.6.1 amortización.....	27
7.6.2 Net Cash Flow (NCF).....	27
7.6.3 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Rentabilidad Interna	30
7.7 Viabilidad del proyecto.....	31
7.8. Bibliografía	32

7.1 Introducción

La evaluación económica de una planta industrial constituye uno de los pilares fundamentales para determinar la viabilidad del proyecto, su competitividad en el mercado y su capacidad de generar valor sostenible a lo largo del tiempo.

En el caso particular de la planta de producción de MDA como compuesto intermedio clave en la síntesis de MDI, resulta indispensable analizar en profundidad todos los parámetros económicos asociados a su operación.

Desde el punto de vista financiero, se deben considerar dos componentes esenciales del valor económico de la planta: el capital inmovilizado y el capital circulante. El capital inmovilizado comprende todas las inversiones iniciales realizadas en instalaciones, equipos, infraestructura, y sistemas de control y seguridad, que representan activos fijos fundamentales para la operatividad del proceso. Por otro lado, el capital circulante incluye recursos necesarios para la continuidad del proceso productivo, como materias primas, insumos auxiliares, personal operativo y servicios de mantenimiento.

Además, el análisis económico debe contemplar los costos totales de producción, que incluyen tanto los costos fijos (salarios, amortización de activos, seguros, impuestos) como los costos variables (consumo energético, reactivos, transporte, tratamiento de residuos y consumo de agua). En este sentido, se deben establecer estrategias que permitan reducir el costo unitario del MDA, manteniendo la calidad y rendimiento del producto, lo que puede traducirse en una ventaja competitiva frente a otras empresas del sector.

La valorización económica también contempla el período de recuperación del capital (payback period), el valor actual neto (VAN), los flujos netos de caja. Indicadores financieros que permiten dimensionar el impacto económico de la inversión inicial. En conjunto, estos elementos contribuyen al análisis de la viabilidad económica de la planta, que se abordará con mayor detalle al final del presente capítulo.

7.2 Estudio de mercado

El **estudio de mercado** es una herramienta fundamental en la planificación estratégica de cualquier empresa, ya que permite comprender las dinámicas del sector, identificar oportunidades y amenazas y tomar decisiones informadas.

Elementos que constituyen un estudio de mercado

Un estudio de mercado integral debe abordar los siguientes componentes:

1. **Análisis de la demanda:** Evaluación del tamaño del mercado, tasas de crecimiento, tendencias de consumo y factores que influyen en la demanda del producto.
2. **Análisis de la oferta:** Identificación de los principales productores, capacidades de producción, cuotas de mercado y estrategias competitivas.
3. **Análisis de precios:** Estudio de la evolución histórica de los precios, factores que los afectan y previsiones futuras.
4. **Análisis de clientes:** Segmentación del mercado, identificación de clientes clave y comprensión de sus necesidades y comportamientos de compra.
5. **Análisis de la competencia:** Evaluación de los competidores directos e indirectos, sus fortalezas y debilidades, y sus estrategias de mercado.
6. **Análisis del entorno:** Consideración de factores macroeconómicos, políticos, legales, tecnológicos y socioculturales que puedan impactar en el mercado.

El mercado global de MDA está estrechamente vinculado al de MDI, dado que este último es el principal producto derivado del MDA. La demanda de MDI ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años.

Este crecimiento ha generado un aumento en la demanda de MDA, lo que ha llevado a una expansión de la capacidad de producción a nivel mundial. Sin embargo, el mercado también enfrenta desafíos, como la volatilidad en los precios de las materias primas, regulaciones ambientales más estrictas y la necesidad de innovación tecnológica para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos.

El mercado de MDA se caracteriza por su alta concentración, con un número limitado de grandes productores que controlan la mayor parte de la capacidad instalada. Esta concentración otorga a estas empresas un poder significativo en la fijación de precios y en la negociación con proveedores y clientes.

Entre las principales empresas productoras de MDA a nivel mundial se encuentran [1]:

- BASF SE (Alemania)
- Wanhua Chemical Group (China)
- LANXESS AG (Alemania)

- Jiangsu Victory Chemical Co., Ltd. (China)
- Honghu Shuangma New Material Technology Co., Ltd. (China).

Estas empresas desempeñan un papel crucial en la cadena de suministro global de MDA, abasteciendo a diversas industrias como la automotriz, la construcción y la fabricación de espumas de poliuretano.

El MDA se produce principalmente a partir de anilina y formaldehído cuyos precios están sujetos a fluctuaciones en los mercados globales. Factores como la disponibilidad de materias primas, los costos de energía, las políticas ambientales y las condiciones geopolíticas pueden influir en estos precios. Una subida en los precios de las materias primas puede reducir los márgenes de beneficio de los productores de MDA, especialmente si no pueden trasladar estos aumentos a los precios de venta.

El mercado global del MDA se valoró en aproximadamente 1.500 millones de USD en 2022 y se proyecta que alcanzará los 2.300 millones de USD para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 6.0% entre 2024 y 2030. Se espera que el mercado del MDA continúe su crecimiento en los próximos años, impulsado por la demanda en aplicaciones industriales y la tendencia hacia materiales de alto rendimiento. La figura 7.1 muestra la tendencia al alza de los precios del MDA hasta el presente año.[2]

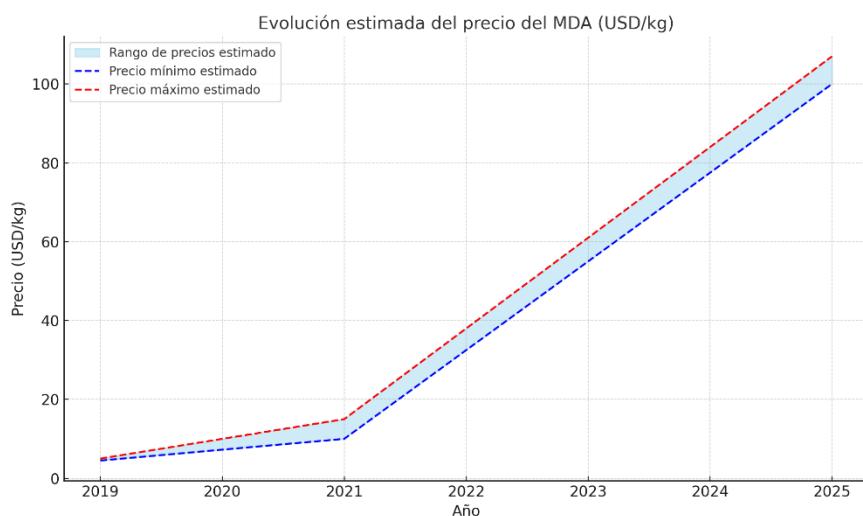


Figura 7.1: Evolución estimada del precio de MDA

El análisis del mercado internacional muestra una tendencia relativamente estable, aunque con fluctuaciones sensibles al coste de las materias primas, especialmente del anilina, formaldehído y energía. En los últimos años, el precio del MDA ha oscilado entre 2.000 y 3.000 USD por tonelada, con picos relacionados con interrupciones logísticas globales,

regulaciones medioambientales más estrictas en Asia y variaciones en la oferta de los principales productores.

Desde el punto de vista de viabilidad, el precio actual del MDA permite márgenes de rentabilidad moderados siempre que se optimicen los costes operativos. Factores como la eficiencia energética, el reciclaje de subproductos, la automatización de procesos y acuerdos estables de suministro son esenciales para mantener competitividad. La rentabilidad de la planta también se apoya en la demanda creciente de MDI, lo que ofrece seguridad de mercado si se establecen acuerdos con transformadores industriales de poliuretanos.



Figura 7.2: Evolución estimada del mercado de MDI en los próximos años

7.2.1 Salida al mercado

La planta requiere de una alta inversión inicial, opera en un sector altamente regulado y compite a escala internacional, la forma jurídica más adecuada es la Sociedad Anónima (S.A.). Esta estructura proporciona importantes ventajas:

- Acceso al capital:** La S.A. permite la emisión de acciones, lo cual es fundamental para captar inversiones significativas, ya sea a través de inversores privados, fondos industriales o eventualmente mediante la salida a bolsa.
- Limitación de responsabilidad:** Los accionistas no responden con su patrimonio personal, lo que reduce el riesgo financiero individual y aumenta la atracción de inversión.

- **Transparencia y credibilidad:** Esta figura exige una contabilidad rigurosa y auditorías externas, lo cual facilita la generación de confianza ante socios, bancos y clientes.
- **Internacionalización:** La S.A. es reconocida legalmente a nivel global, facilitando alianzas estratégicas y expansión a otros mercados, como el asiático o americano, donde el MDI tiene gran demanda.

La entrada al mercado requiere una estrategia de lanzamiento rigurosamente planificada. Esta debe contemplar aspectos comerciales, industriales, regulatorios y de posicionamiento competitivo. A continuación, se enumera una serie de estrategias que como empresa que quiere introducirse en el mercado internacional ha de considerar para expandirse y posicionarse en un mundo cada vez más globalizado.

7.2.1.1. Diferenciación por eficiencia y sostenibilidad

La empresa debe posicionarse desde el inicio como una alternativa competitiva frente a los grandes productores globales, diferenciándose mediante:

- Eficiencia en procesos productivos: El uso de tecnologías modernas que reduzcan el consumo energético (por ejemplo, integración de calderas de alta eficiencia, recuperación de calor o cogeneración) permite ofrecer precios más bajos sin comprometer la calidad del producto.
- Compromiso ambiental: Incorporar un enfoque de producción limpia, con sistemas de control de emisiones atmosféricas, gestión avanzada de residuos y un sistema de gestión ambiental certificado (ISO 14001), contribuye a mejorar la imagen de marca y cumplir con normativas europeas estrictas, lo cual es valorado por clientes industriales.

7.2.1.2. Segmentación de clientes y enfoque B2B

Debe de seguirse una estrategia (business to business), dirigido a empresas que producen MDI, espumas rígidas, adhesivos, recubrimientos y elastómeros.

- Se deben identificar clientes clave por región, volumen de consumo y exigencias técnicas.
- Ofrecer contratos de suministro a medio y largo plazo a grandes transformadores, garantizando estabilidad de precios y calidad.
- Establecer relaciones comerciales mediante ferias del sector químico (ej. EUROCOAT, PU TECH o ACHEMA) y visitas comerciales estratégicas.

7.2.1.3. Política de precios competitiva

La competencia con grandes actores como BASF o Wanhua Chemical obliga a establecer una política de precios inteligente:

- Aprovechar el menor coste operativo local y las economías de escala para reducir el precio por tonelada de MDA sin sacrificar márgenes.
- Ofrecer condiciones especiales de lanzamiento (descuentos por volumen, flexibilidad en pagos) para captar cuota de mercado inicial.
- Ajustar los precios según la evolución de las materias primas clave.

7.2.1.4. Alianzas estratégicas y contratos de suministro

La firma de acuerdos de colaboración es fundamental para garantizar ventas estables y entrada en nuevos mercados. Estas alianzas pueden adoptar distintas formas:

- Contratos de suministro con grandes grupos industriales que utilicen MDA como intermediario en procesos de síntesis.
- Acuerdos con distribuidores especializados en productos químicos intermedios, con presencia en mercados internacionales.
- Participación en plataformas europeas de subastas industriales o consorcios de compra, que faciliten visibilidad y acceso a clientes medianos.

7.2.1.5. Marketing industrial y comunicación técnica

La estrategia de marketing debe ser técnica, rigurosa y orientada a los beneficios industriales del producto:

- Desarrollo de fichas técnicas, hojas de seguridad y documentación de proceso personalizada para cada cliente potencial.
- Publicaciones en revistas técnicas del sector químico y participación en conferencias profesionales.
- Creación de una página web corporativa con acceso restringido para clientes, donde puedan consultar características del producto, trazabilidad, certificados de análisis, etc.

7.2.1.6. Reputación y cumplimiento normativo

Una parte crucial de la estrategia es cumplir con las regulaciones REACH, CLP y otras normativas medioambientales o de seguridad industrial europeas. Esto no solo evita sanciones, sino que posiciona a la empresa como un proveedor fiable y comprometido:

- Obtener certificaciones de calidad (ISO 9001) y medio ambiente (ISO 14001).

- Promover auditorías externas y transparencia en los reportes de sostenibilidad.

La combinación de una producción eficaz con una visión empresarial sólida permitirá que esta empresa emergente se posicione con éxito en un mercado altamente técnico y exigente.

7.3 Valorización económica

La valorización económica de una planta industrial constituye un paso esencial en la evaluación de su viabilidad financiera, ya que permite cuantificar el esfuerzo de inversión inicial y su recuperación a lo largo del tiempo. Uno de los pilares fundamentales de este análisis es la determinación del **capital inmovilizado**, es decir, los recursos económicos destinados a la adquisición, construcción e instalación de los bienes de producción necesarios para el funcionamiento de la planta.

Se ha optado por aplicar el **método de Vian** para estimar el capital inmovilizado. Esta metodología ha demostrado ser especialmente útil en entornos industriales complejos, como es el caso de la industria química. Además, este método Permite obtener estimaciones razonablemente precisas en plazos cortos, sin requerir el detalle exhaustivo que demandan otras metodologías más complejas como análisis por partidas o presupuestos de ejecución real.

7.3.1 Capital inmovilizado

En el capital inmovilizado hace referencia a la inversión destinada a los bienes de la empresa que, tal y como su nombre indica, permanecen fijos, estos activos son la base sobre la que se sostiene el funcionamiento habitual de la planta. El primero de estos activos es el terreno donde se edificará la planta además de los equipos y las instalaciones correspondientes de los mismos.

7.3.1.1 Costo del terreno

Uno de los aspectos fundamentales en la valorización económica de cualquier planta industrial es el análisis detallado del costo del terreno. Este parámetro forma parte del capital inmovilizado y representa la base física sobre la cual se establecerán las infraestructuras productivas, logísticas y administrativas de la empresa.

El precio del metro cuadrado en el polígono petroquímico de Tarragona se sitúa en un rango que oscila entre **80 y 105 euros/m²**, dependiendo de factores como la localización exacta dentro del polígono, las condiciones urbanísticas, y la cercanía a servicios comunes o infraestructuras críticas. Para la estimación de este apartado se tomará como base un valor promedio ponderado, considerando precios de referencia disponibles en portales inmobiliarios especializados y datos del entorno industrial local. Se ha estimado un costo medio de 90 €/m², sabiendo que la planta ocupa 65 m², el coste del terreno se puede saber por la siguiente formula:

$$\text{Coste del terreno} = \text{Area} \cdot \text{precio unitario} = 16732 \cdot 90 = 1.505.880\text{€}$$

7.3.1.2 Costo de los equipos

Existen diversos métodos para llevar a cabo esta estimación, que varían en precisión, disponibilidad de datos y aplicabilidad según la etapa del diseño del proyecto. El método de Sinnott-Towler es ampliamente reconocido por su practicidad en proyectos de ingeniería química. Está diseñado para la estimación del costo base de equipos estándar utilizados en procesos industriales, especialmente en la industria química y petroquímica.

El costo base de un equipo se estima mediante la expresión del método Sinnott-Towler:

$$Ce = a + b \cdot S^n$$

Donde:

- Ce: Costo base del equipo en dólares estadounidenses (USD).
- a, b, n: Constantes específicas para cada tipo de equipo (extraídas de tablas del método).
- S: Parámetro característico del equipo (volumen, área, capacidad térmica, caudal, etc.), expresado en unidades base según el tipo de equipo.

Este costo base se ajusta para considerar materiales distintos al acero al carbono, presión de operación, temperatura, y condiciones especiales mediante factores multiplicativos. Además, los costos deben actualizarse a la fecha del estudio mediante índices como el CEPCI:

$$\text{Precio 2024} = \text{Precio 2006} \cdot (\text{CEPCI 2024} / \text{CEPCI 2006})$$

Este método es una herramienta ampliamente reconocida y utilizada para la estimación del costo de equipos industriales en fases tempranas del diseño de plantas químicas y de procesos. Consiste en un índice compuesto que refleja la evolución de los precios de los

diferentes costes asociados a la industria química, permitiendo cuantificar el impacto real de la inflación en el sector. Su principal ventaja radica en su simplicidad, rapidez y por su aplicabilidad a una amplia gama de equipos comunes en la industria química. No obstante, también presenta limitaciones que deben ser consideradas parte del supuesto de que los equipos están fabricados en acero al carbono, por lo que si se requieren materiales más costosos o resistentes, como acero inoxidable o aleaciones especiales, deben aplicarse factores de corrección. Además, los valores de costo base que emplea el método están expresados en dólares estadounidenses y corresponden a años anteriores, lo que obliga a actualizar dichos valores mediante índices como el CEPCI y a convertirlos a la moneda local, lo que introduce una cierta incertidumbre debido a las fluctuaciones económicas.

7.3.1.2.1 Tanque de almacenamiento

En la planta hay 17 tanques de almacenamiento. Se ha utilizado el método de Sinnott Towler para cada uno de ellos. En la tabla 7.1 se muestran los resultados:

Tabla 7.1: Características de los tanques y su precio

Item	Equipo	Material	Volumen (m ³)	Precio 2006 (\$)	Precio 2024 (\$)	Precio 2024 (€)
TA-201	Tanque almacenamiento Anilina	AISI 316L	1199,32	205162,44	322012,85	283371,31
TA-202	Tanque almacenamiento Anilina	AISI 316L	1199,32	205162,44	322012,85	283371,31
TA-203	Tanque almacenamiento Anilina	AISI 316L	1199,32	205162,44	322012,85	283371,31
TA-204	Tanque almacenamiento Anilina	AISI 316L	1199,32	205162,44	322012,85	283371,31
THCI-201	Tanque almacenamiento ácido clorhídrico	Hastelloy C-276	1078,63	190839,82	299532,78	263588,84

THCI-202	Tanque almacenamiento ácido clorhídrico	Hastelloy C-276	1078,63	190839,82	299532,78	263588,84	
THCI-203	Tanque almacenamiento ácido clorhídrico	Hastelloy C-276	1078,63	190839,82	299532,78	263588,84	
THCI-204	Tanque almacenamiento ácido clorhídrico	Hastelloy C-276	1078,63	190839,82	299532,78	263588,84	
TC-201	Tanque almacenamiento formaldehido	AISI 316L	530,12	118029,02	185252,53	163022,23	
TC-202	Tanque almacenamiento formaldehido	AISI 316L	530,12	118029,02	185252,53	163022,23	
TC-203	Tanque almacenamiento formaldehido	AISI 316L	530,12	118029,02	185252,53	163022,23	
TC-204	Tanque almacenamiento formaldehido	AISI 316L	530,12	118029,02	185252,53	163022,23	
TN-201	Tanque almacenamiento hidróxido de sodio	AISI 316L	812,14	157359,54	246983,78	217345,73	
TN-202	Tanque almacenamiento	AISI 316L	812,14	157359,54	246983,78	217345,73	

	ento hidróxido de sodio					
TN-203	Tanque almacenami ento hidróxido de sodio	AISI 316L	812,14	157359,54	246983,78	217345,73
TN-204	Tanque almacenami ento hidróxido de sodio	AISI 316L	812,14	157359,54	246983,78	217345,73
THO- 200	Tanque almacenami ento peróxido de hidrógeno	AISI 316L	741,89	148009,76	232308,83	204431,77
TNA-700	Tanque almacenami ento sal	AISI 316L	1064,92	189183,16	296932,56	21530,38

El desglose refleja cómo el material y el volumen de cada tanque influyen directamente en su coste, siendo los tanques de mayor capacidad y construidos con materiales especiales los que presentan una inversión más elevada.

7.3.1.2.2 Intercambiadores de calor

En YOMCAP hay dos intercambiadores de calor sin contar con el evaporador. Para estos se usa también el método de Sinott-Towler junto con la actualización del índice CEPCI, aunque esta vez el parámetro característico es el área efectiva de intercambio, valores que se muestran en la tabla 7.2.

Tabla 7.2: Características y precio de los intercambiadores de calor

Ítem	Equipo	Material	Área de intercambio efectiva (m^2)	Precio 2006 (\$)	Precio 2024 (\$)	Precio 2024 (€)
I-101	Intercambiador de calor I	AISI 316L	77,38	32493,60	51000,36	44880,31
I-300	Intercambiador de calor II	AISI 316L	48,27	28821,37	45236,60	39808,21

Como se observa, el coste está directamente relacionado con el área de intercambio, siendo el intercambiador I-101, de mayor superficie, el de precio más elevado.

7.3.1.2.3 Reactores y tanque de mezclado

En la planta se cuenta con 4 reactores, dos RCTA (R-101 y R104), un RCFP (R-103) y un reactor oxidante (RO-400). Los tres primeros diseñados para la obtención de MDA y el ultimo diseñado con la finalidad de obtener una corriente libre de sustancias orgánicas.

Para facilitar el trabajo del RCFP este tiene previamente un tanque que homogeniza los reactivos que entraran en este (R-102).

Para el cálculo se empleó el método Sinott-Towler junto con la actualización del índice CEPCI.

En este caso el parámetro característico es el volumen. En la tabla 7.3 se muestran los resultados.

Tabla 7.3: Características y precio de los reactores

Item	Equipo	Material	Volumen (m^3)	Precio 2006 (\$)	Precio 2024 (\$)	Precio 2024 (€)
R-101	RCTA I	AISI 316L	22,82	17504,49	27474,19	24177,29
R-102	Tanque mezclador	AISI 316L	18,45	15775,66	24760,70	21789,42
R-103	RCFP	AISI 316L	15,71	14626,12	22956,44	20201,66
R-104	RCTA II	AISI 316L	115,2	43827,97	68790,23	60535,40

RO-400	Reactor oxidante	AISI 316L	18	15588,11	24466,34	21530,38
--------	------------------	-----------	----	----------	----------	----------

En este caso de nuevo el parámetro característico (volumen) es el que marca la diferencia en cuanto a los precios del equipo, siendo el de mayor volumen el más caro de todos.

7.3.1.2.4 Equipos de separación

En esta sección se presentan los costes estimados de los equipos destinados a la separación de fases y acondicionamiento del producto en la planta de producción. Los precios se han obtenido a través de dos métodos diferentes. Por un lado, para equipos como el decantador (D-300) y el evaporador (E-400), se ha aplicado el método de Sinnott-Towler, utilizando como parámetro la magnitud característica correspondiente.

Por otro lado, las centrífugas (CE-300 y CE-400) y los sistemas de secado (S-300 y S-400), han sido presupuestados directamente a partir de catálogos y referencias de proveedores industriales. Se pueden observar los resultados en la tabla 7.4.

Tabla 7.4: Características y precio de los equipos destinados a la separación de fases y acondicionamiento del producto

Item	Equipo	Material	Magnitud característica	Precio 2006 (\$)	Precio 2024 (\$)	Precio 2024 (€)
D-300	Decantador	AISI 316L	178,49 (m ³)	57754,90	90649,26	79771,35
CE-300	Centrifuga	proveedor	proveedor	-	-	69000
S-300	Sistema de secado	proveedor	proveedor	-	-	115000
E-400	Evaporador	AISI 316L	37,34 (m ²)	223635,01	351006,50	308885,70
CE-400	Centrifuga	proveedor	proveedor	-	-	69000
S-400	Sistema de secado	proveedor	proveedor	-	-	115000

Como se puede observar, el coste total de los equipos de separación representa una parte significativa de la inversión en tecnología de proceso, especialmente en el caso del

evaporador, cuyo coste es elevado debido a la exigencia en materiales y área de intercambio térmico.

7.3.1.2.5 Bombas

El coste de adquisición de las bombas utilizadas en la planta se ha estimado mediante el método de Sinnott-Towler. En este caso, se ha utilizado como parámetro característico el caudal de impulsión (L/s) de cada bomba, una magnitud directamente relacionada con su capacidad hidráulica y con su precio.

Tabla 7.5: Características y precio de las bombas

Ítem	Equipo	Material	Caudal (L/s)	Precio 2006 (\$)	Precio 2024 (\$)	Precio 2024 (€)
P-101	Bomba	AISI 316L	10,397	8594,700	13489,82	11871,04
P-104	Bomba	AISI 316L	15,858	9377,987	14719,23	12952,92
P-105	Bomba	AISI 316L	11,689	8783,056	13785,45	12131,2
P-107	Bomba	AISI 316L	12,817	8945,808	14040,9	12355,99
P-201	Bomba	AISI 316L	2,497	7369,438	11566,71	10178,7
P-202	Bomba	AISI 316L	2,497	7369,438	11566,71	10178,7
P-203	Bomba	AISI 316L	3,828	7589,476	11912,07	10482,62
P-204	Bomba	AISI 316L	3,828	7589,476	11912,07	10482,62
P-206	Bomba	AISI 316L	5,7	7886,631	12378,47	10893,05
P-207	Bomba	AISI 316L	5,65	7878,838	12366,24	10882,29
P-208	Bomba	AISI 316L	5,65	7878,838	12366,24	10882,29
P-210	Bomba	AISI 316L	0,95	7096,706	11138,64	9802,004
P-D301	Bomba	AISI 316L	15,605	9342,332	14663,26	12903,67
P-D302	Bomba	AISI 316L	6,23	7968,825	12507,47	11006,58
P-CE300	Bomba	AISI 316L	2,336	7342,072	11523,75	10140,9

Aunque el coste unitario de cada bomba no representa una gran inversión en comparación con otros equipos mayores, su número total en planta supone un valor acumulado relevante dentro del coste de servicios e infraestructura de proceso.

7.3.1.2.6 Equipos complementarios

En este apartado se recogen los costes asociados a los equipos complementarios necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y seguro de la planta, aunque no estén directamente involucrados en la fabricación de MDA.

Ambos equipos han sido valorados a partir de referencias comerciales actuales, basadas en catálogos de proveedores industriales especializados, se pueden observar los resultados en la tabla 7.6.

Tabla 7.6: Magnitud característica y precio de los equipos complementarios

Equipo	Magnitud característica	Precio 2024 (€)
Generador eléctrico	56 (kW)	20000
Torre refrigeración	8,39 (m ³ /h)	15752

Aunque su peso en la inversión total es menor en comparación con los grandes equipos de proceso, estos componentes son esenciales para el correcto funcionamiento de la planta, especialmente en términos de seguridad operativa, estabilidad térmica y continuidad energética. Al tratarse de equipos adquiridos directamente a proveedores, sus precios no han requerido estimaciones mediante métodos empíricos.

7.3.1.2.7 Coste de equipos total

Una vez valoradas todas las unidades principales y auxiliares que conforman la planta de producción se ha estimado un coste total de adquisición de equipos de 5.389.851,08 €.

7.3.1.3 Método Vian

Para la estimación del capital inmovilizado total se ha utilizado el método VIAN, un enfoque empírico ampliamente utilizado en ingeniería de proyectos. Este método consiste en calcular el capital circulante y el de la puesta en marcha como un porcentaje del capital fijo total invertido, basándose en el hecho de que una proporción de ese capital se destina a la operación de la planta.

A continuación, en la tabla 7.8 se ven desglosados los conceptos que componen el valor del capital fijo invertido (o inversión inicial del proyecto).

Tabla 7.8: Conceptos y valores de la inversión inicial del proyecto

Maquinaria	5.389.851,077€
Instalación	2.094.161,612€
Válvulas y tuberías	2.991.659,446€
Instrumentación	498.609,9077€
Aislamiento	299.165,9446€
Instalación eléctrica	747.914,8615€
Terreno y edificios	2.503.099,815€
instalación auxiliar	2.243.744,585€
Proyecto y dirección	4.192.051,812€
Contratista	1.467.218,134€
Imprevistos	4.192.051,812€
Total	26.619.529,01€

7.3.2 Capital circulante y costo de puesta en marcha

El capital circulante representa el valor económico necesario para cubrir las operaciones cotidianas de la planta industrial, asegurando que se puedan adquirir materias primas, pagar salarios, cubrir los costes de mantenimiento y producción, etc.

Siguiendo el criterio del método VIAN, se considera que el capital circulante equivale típicamente al 20 % del capital fijo, lo cual nos da un valor de 4.056.687,88€.

También siguiendo el método Vian puede estimarse el precio de la puesta en marcha suponiendo que este es un 5% de los gastos fijos de la planta, dando un valor de 1.014.171,97€.

Estos gastos no forman parte de la inversión fija, pero son esenciales para pasar del estado de “obra terminada” a “planta operativa”. Por eso, el método VIAN los contempla como un componente adicional del capital total requerido.

7.3.3. Inversión inicial

La inversión inicial de este proyecto se obtiene a partir de la suma del capital inmovilizado, el capital circulante y el coste de la puesta en marcha, a continuación, se puede observar esta suma y el resultado final:

$$\text{Inversión inicial} = 20.283.439,4 + 4.056.687,88 + 1.014.171,97 = 25.354.299,25 \text{ €}$$

7.4 Coste de producción

Los costes de operación son los gastos que provienen del funcionamiento de la planta, estos gastos se dividen principalmente en dos grupos, los costes de fabricación del MDA y los costes generales.

7.4.1. Costes de fabricación

Los costes de fabricación agrupan los gastos que provienen de forma directa o indirecta del uso de los recursos para producir el MDA. Se dividen en 15 grupos.

7.4.1.1 Materias primas

Los costes de las materias primas se definen como el gasto anual en reactivos que se necesitan para alcanzar la producción de MDA esperada. Se pueden observar sus valores en la tabla 7.9.

Tabla 7.9: Materias primeras con sus respectivos precios, consumo y coste anual

Materia prima	Precio (€/Tn)	Consumo (Tn/año)	Coste anual (€/año)
Anilina	950	167.103,13	158.747.974
HCl	225	175.043,149	39.384.708,4
CH ₂ O	250	72.076,8729	18.019.218,2
NaOH	350	129.208,953	45.223.133,5
H ₂ O ₂	250	34.270,32	8.567.580
Total			269.942.614

7.4.1.2. Mano de obra directa

Para la estimación del coste de personal se han utilizado como referencia el XXI Convenio General de la Industria Química (FEIQUE, 2024) y las tablas salariales del sector químico proporcionadas por CCOO¹. En base a los grupos profesionales establecidos en estos convenios (artículos correspondientes a clasificación profesional y retribuciones), se ha elaborado la tabla 7.10 detallada que relaciona cada puesto de trabajo con su grupo profesional, sueldo bruto anual y el coste asociado a la seguridad social. Las cargas sociales correspondientes se han aproximado al 30 % del total.

La tabla incluye personal distribuido por departamentos clave en la estructura de una planta industrial y refleja tanto el coste individual de cada puesto como el coste total por función. Esta aproximación permite una estimación realista y ajustada a las condiciones laborales vigentes en el sector químico español.

Tabla 7.10: Personal distribuido por departamentos clave con el coste individual de cada puesto y su coste total por función

Departamento	Puesto de trabajo	Personas	Grupo profesional	Sueldo bruto anual	Seguridad social	Coste puesto
Dirección	Director	1	8	56.832,65	17049,795	73882,45
Ingeniería	Ingeniero de planta	1	6	38.493,20	11547,96	50041,16
	Técnicos de proceso	3	4	30.013,63	9004,089	117053,16
Laboratorio	I+D	3	6	38.493,20	11547,96	150123,48
	Calidad	3	6	38.493,20	11547,96	150123,48
Producción	Encargado de planta	1	4	30.013,63	9004,089	39017,72
	Operarios de planta	34	3	27.450,06	8235,018	1213292,65

¹ Comisiones obreras

Mantenimiento	Encargado de mantenimiento	1	5	33.563,24	10068,972	43632,21
	Mecánicos	11	3	27.450,06	8235,018	392535,86
Limpieza	Empleados de limpieza	2	1	24.294,88	7288,464	63166,69
Seguridad y medioambiente	Encargado departamento	1	5	33.563,24	10068,972	43632,21
	Operarios	4	4	30.013,63	9004,089	156070,88
Recursos humanos	Encargada de RRHH	1	4	30.013,63	9004,089	39017,72
	Personal de RRHH	3	3	27.450,06	8235,018	107055,23
Administración	Encargado de departamento	1	5	33.563,24	10068,972	43632,21
	Técnicos administrativos (*)	6	3	27.450,06	8235,018	214110,47
TOTAL						2896387,57

7.4.1.3. Coste de patente

En cuanto al pago de derechos de propiedad industrial e intelectual, se ha considerado un coste económico nulo. Esta decisión se basa en el hecho que el proceso de síntesis industrial utilizado en la planta se inspira en una patente muy antigua (de 1978). De acuerdo con la legislación internacional sobre propiedad intelectual, la duración estándar de una patente industrial es de 20 años desde su fecha de solicitud. Por lo tanto, dicha tecnología se encuentra actualmente en dominio público, lo que habilita su libre utilización.

7.4.1.4. Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta hace referencia al conjunto de trabajadores que, si bien no participan directamente en las operaciones de fabricación, son esenciales para el correcto funcionamiento de la planta. Esto incluye perfiles como personal de mantenimiento externo, técnicos externos, servicios de suministro o recogida, etc.

Para cuantificar este coste, se ha estimado como un 28,5% del coste de la mano de obra directa, lo que representa un gasto anual de 825470,46€/año.

7.4.1.5. Servicios generales

Es esencial considerar el gasto operativo derivado del consumo de servicios básicos como gas natural, agua y electricidad. En la tabla 7.11 se puede observar el consumo anual estimado para cada uno de estos servicios, los precios unitarios actuales y el coste económico total asociado, calculado en base al funcionamiento continuo de la planta durante 8.760 horas anuales.

Tabla 7.11: Consumo anual estimado para cada servicio con sus precios unitarios y el coste económico total asociado

Servicio	Coste unitario	Consumo anual	Coste anual
Gas natural	0,035 €/kWh	70674383,52 kWh	2473603,42 €
Agua	2 €/m ³	82542,20 m ³	165084,39 €
Electricidad	0,063 €/kWh	285725,00 kWh	18000,68 €

Como se observa, el gas natural representa el mayor gasto energético debido a su uso como fuente térmica en varias etapas del proceso (intercambiadores, secadores, etc.). El consumo de electricidad, si bien relevante para iluminación, control y servicios auxiliares, tiene un impacto económico mucho menor. El consumo de agua se mantiene dentro de valores esperados para una planta de este tipo (con columna de refrigeración e intercambiadores). El resultado final del gasto en estos servicios asciende a 2656688,49€/año lo que supone un grueso importante en los gastos de producción totales.

7.4.1.6. Suministros

El gasto anual en suministros auxiliares se refiere al conjunto de materiales, consumibles y productos técnicos necesarios para el funcionamiento diario de la planta. Este grupo incluye lubricantes, gases de purga como el nitrógeno, juntas, filtros, EPI's desechables, recambios menores, consumibles de laboratorio y material auxiliar de almacén y mantenimiento.

Dado que estos gastos suelen ser difusos y difíciles de desglosar en la etapa de diseño, se ha aplicado la estimación de que el gasto en suministros es un 0,85% del coste inmovilizado total. En este caso se obtiene un gasto anual por suministros de 226265,99 €/año.

7.4.1.7. Conservación

El gasto de conservación hace referencia al mantenimiento y reparaciones necesarias que puedan surgir durante un año de actividad de la planta. Su coste representa aproximadamente entre un 2 y un 10% del capital inmovilizado, para este cálculo se ha determinado un 6% dando un coste total de 1597171,74€/año.

7.4.1.8. Laboratorio

El gasto en laboratorios recoge los costes operativos asociados al funcionamiento de los laboratorios de control de calidad, I+D y análisis de producto en planta. Este gasto incluye tanto los consumibles analíticos, como el mantenimiento de equipos de análisis, la calibración periódica de instrumentos, y la renovación de pequeños equipos o software de adquisición de datos.

Dado que estos gastos dependen en gran medida del tipo de producto fabricado y del grado de control analítico requerido, y pueden variar mucho entre industrias. En este caso, se ha optado por aplicar un valor del 15% sobre el coste de mano de obra directa, lo que resulta en un gasto anual de laboratorio estimado de 434458,14 €/año.

7.4.1.9. Envasado y expedición

Estos recogen los gastos derivados de proceso de empaquetado y de reparto del producto a intermediarios para su posterior venta. En este caso el MDA es un reactivo necesario para la producción de MDI, el cual se fabrica en una parcela adyacente a la de esta planta. Es por eso por lo que se ha considerado correcto evaluar como gasto nulo tanto el envasado como la expedición de este producto.

7.4.1.10. Dirección

El concepto de gasto en dirección engloba aspectos como el soporte administrativo de alto nivel, los sistemas de gestión empresarial, la formación de cuadros intermedios, consultorías estratégicas, etc.

Este tipo de gasto puede estimarse entre un 10% y un 40% del coste de mano de obra. En este caso, se ha considerado un valor del 25% sobre la mano de obra directa, resultando en un gasto anual de dirección estimado de 724096,893 €/año.

7.4.1.11. Alquiler

Como se ha indicado al principio, se pretende comprar la parcela en la que se construirá esta fábrica, por lo que el gasto en alquiler se ha considerado nulo para el cálculo de gastos de producción, pero a cambio se ha considerado el coste de compra de la parcela en el apartado del capital inmovilizado.

7.4.1.12. Impuestos de fabricación

El gasto imputado bajo el concepto de impuestos de fabricación se ha estimado considerando las tasas vinculadas a las emisiones de CO₂ derivadas de la actividad industrial, en concordancia con lo establecido en la Ley 16/2013, de 29 de octubre (BOE (BOE-A-2017-11001)). En particular resultan de procesos de combustión asociados al uso de gas natural y al funcionamiento del reactor oxidante.

Dado que la planta no está sujeta a grandes emisiones industriales más allá de las asociadas al consumo energético térmico, se ha considerado que los impuestos por emisiones constituyan el grueso de los impuestos relacionados con la fabricación. Por lo tanto, el gasto en impuestos de fabricación se ha estimado de un valor de 551696,88€/año.

7.4.1.13. Seguros

El gasto anual en seguros industriales se ha calculado considerando la necesidad de cobertura frente a riesgos propios de una instalación química: incendio, explosión, daños materiales, responsabilidad civil, interrupción de actividad, y daños a terceros. Para este tipo de plantas, es habitual asegurar tanto los equipos como las infraestructuras críticas frente a siniestros o imprevistos que podrían comprometer la continuidad operativa.

El valor asegurado se ha estimado como el resultado de restar el valor residual del proyecto al coste de inmovilizado inicial, ya que este último representa los activos sujetos a riesgo real durante la vida útil de la instalación. Se ha aplicado un 0,75% anual sobre ese valor amortizable, por lo que el importe resultante es de 190228,85€/año.

7.4.2. Costes generales.

Los costes generales están relacionados con la administración y la gestión de ventas en su mayoría estos gastos se deducen de los de producción.

7.4.2.1 Costes comerciales

Los costes comerciales son aquellos que se derivan de los gastos en publicidad, marketing y viajes de negocios de los empleados, obsequios a los clientes, comisiones por ventas y gastos de correo, teléfono o Internet de las oficinas, entre otros. Este gasto varía entre el 5 y el 20% de los costes de fabricación. En este caso se ha determinado un valor del 12,5 % dando un valor total de 35.005.634,8€.

7.4.2.2. Costes de administración y gerencia

Los costes de administración se generan debido a la actividad de la administración, organización y dirección de la empresa y no están relacionados con la producción o fabricación de la planta. Son imprescindibles para mantener el correcto funcionamiento de la empresa a nivel interno y los costes se concentran en departamentos como la contabilidad o recursos humanos.

Este coste suele ser des de un 3% hasta un 6% de los costes de fabricación. En el caso de YOMCAP se ha seleccionado un porcentaje del 4,5% dando un valor total de 12.602.028,54€.

7.4.2.3. Gastos financieros

Estos costes van relacionados con los préstamos bancarios de la empresa, teniendo en cuenta que no se prevé la realización de ningún préstamo, su valor es de 0€.

7.4.2.4. Gastos de investigación y servicios técnicos

Los gastos relacionados con la investigación y los diferentes servicios técnicos hechos en la empresa son del 2,5% de los costes de fabricación, siendo el valor total de 7.001.126,97€.

Una vez vistos todos los parámetros involucrados en los costes generales de la planta se calculan los costes generales totales. En la tabla 7.12 se pueden observar todos los valores.

Tabla 7.12: Parámetros y costes respectivos

Parámetro	Definición	Coste (€)
G1	Costes comerciales	35.005.634,8
G2	Costes de administración y gerencia	12.602.028,5
G3	Gastos financieros	0
G4	Gastos de investigación y servicios técnicos	7.001.126,97
Costes generales totales		54.608.790,4

7.4.3. Costes totales de producción

Los costes totales de producción son la suma de los costes totales de fabricación y los costes totales generales, en la tabla 7.13 se pueden ver los valores de los tres gastos.

Tabla 7.13: Recopilación de los diferentes costes de la planta

	Coste (€)
Costes de fabricación	280.045.079
Costes generales	54.608.790,4
Costes totales de producción	334.653.869

Esto quiere decir que los gastos anuales esperados en YOMCAP son de 334.653.869€.

7.5 Ingresos

El principal ingreso de la planta proviene de la venta del producto principal, MDA. Para conocer este valor se ha realizado un estudio respecto el precio unitario de MDA, teniendo en cuenta que puede haber variaciones en su precio hasta el inicio el proceso de producción y, por tanto, empezar a generar ingresos a través de su venta. Habiendo hecho un estudio de mercado se ha encontrado que el precio previsto es de 2.150 €/tn.

Conociendo el precio unitario por tonelada de MDA y sabiendo que la producción anual de MDA para la planta de YOMCAP es de 158.489,209 tn/año se puede obtener a partir del

producto de las dos variables de la venta anual en €/año. Finalmente resultaría en un ingreso de 344.714.029 €/año por ventas.

7.6 Rentabilidad de la planta

Una vez determinados los costes y los ingresos anuales se analizará los beneficios respecto a la inversión, de esta manera se comprueba la rentabilidad a largo plazo del proyecto.

7.6.1 amortización

La amortización es la reducción de valor de un activo fruto del paso del tiempo, es una manera de cuantificar la pérdida de valor de los bienes de la planta.

Para la planta industrial se ha elegido una amortización lineal, a la que le corresponde la siguiente ecuación.

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

Para emplear este método se requieren el capital inmovilizado calculado en el apartado 7.3.1, el valor residual, que se ha aproximado como un 5% del capital inmovilizado excluyendo el terreno y la vida útil de la planta que se prevé de unos 15 años.

La amortización obtenida de esta manera es de unos 1.690.923,1€ anuales durante los 15 años de vida útil de la planta.

7.6.2 Net Cash Flow (NCF)

El flujo de caja neto muestra cuánto efectivo real gana o pierde una empresa después de contabilizar todos los ingresos y egresos de efectivo. Es un indicador clave de la liquidez y la capacidad de una empresa para financiar sus operaciones y cumplir con sus obligaciones.

Para el cálculo de impuestos se han asumido unos impuestos del 36% para los años respecto a los beneficios, en caso de unos beneficios nulos o perdidas la base imponible se considera y por tanto no se pagarían impuestos al año siguiente, sus valores se pueden observar en la tabla 7.14.

Tabla 7.14: Net Cash Flow

Año	0	1	2	3	4	5
CI	-26619529					
CC		-5323905,8				
Vr						
Ingresos			344714029	344714029	344714028,7	344714029
Costes			-334653869	-334653869	-334653869,1	-334653869
Amortización			-1690923,1	-1690923,1	-1690923,104	-1690923,1
Beneficio bruto			8369236,52	8369236,52	8369236,515	8369236,52
Base imponible			8369236,52	8369236,52	8369236,515	8369236,52
Impuestos		0	0	-3012925,15	-3012925,145	-3012925,15
NCF	-26619529	-5323905,8	10060159,6	7047234,47	7047234,473	7047234,47

Año	6	7	8	9	10	11
CI						
CC						
Vr						
Ingresos	344714029	344714028,7	344714029	344714029	344714029	344714029
Costes	-334653869	-334653869,1	-334653869	-334653869	-334653869	-334653869
Amortización	-1690923,1	-1690923,104	-1690923,1	-1690923,1	-1690923,1	-1690923,1
Beneficio bruto	8369236,52	8369236,515	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52

Capítulo 7: Evaluación económica

Base imponible	8369236,52	8369236,515	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52
Impuestos	-3012925,15	-3012925,145	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15
NCF	7047234,47	7047234,473	7047234,47	7047234,47	7047234,47	7047234,47

Año	12	13	14	15	16	17
CI						
CC						5323905,8
Vr						1255682,45
Ingresos	344714029	344714029	344714029	344714029	344714029	
Costes	-334653869	-334653869	-334653869	-334653869	-334653869	
Amortización	-1690923,1	-1690923,1	-1690923,1	-1690923,1	-1690923,1	
Beneficio bruto	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52	
Base imponible	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52	8369236,52	
Impuestos	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15	-3012925,15
NCF	7047234,47	7047234,47	7047234,47	7047234,47	7047234,47	3566663,11

7.6.3 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Rentabilidad Interna

El VAN es un criterio de inversión que se emplea para estudiar la rentabilidad de un proyecto. Este método calcula el valor actual de la suma de los flujos de dinero que se esperan obtener.

Para actualizar el valor de los flujos de caja de cada año se ha empleado la siguiente formula.

$$\text{Factor actualización} = (1 + i)^{-n}$$

Donde n es la cantidad de años de diferencia respecto al presente i el interés.

Para estudiar el valor VAN en tasas de interés diferentes se estudia el TIR, que es el valor de interés donde el VAN es 0, siendo por tanto el interés a partir del cual la planta dejaría de ser rentable.

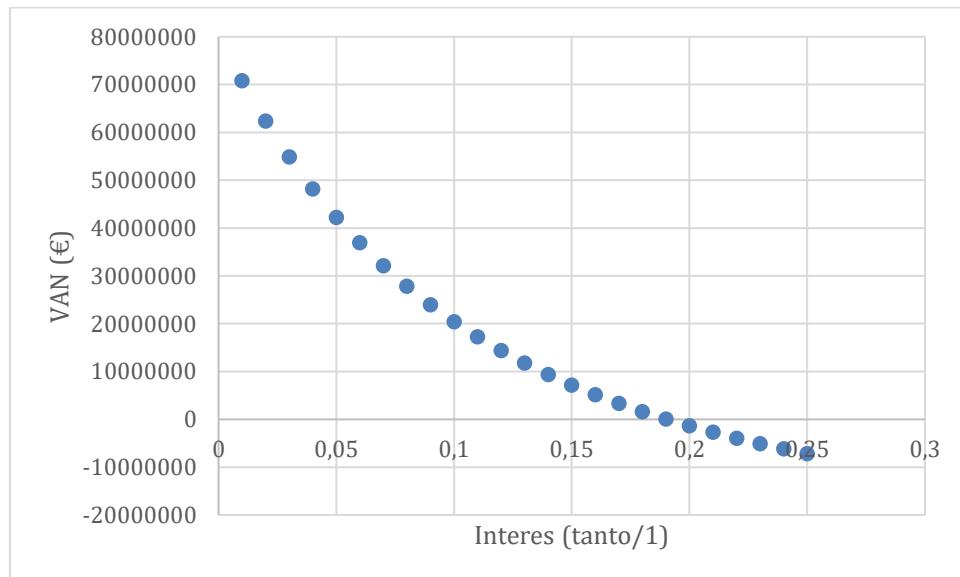


Figura 7.3: Evolución del VAN en función de los intereses

Como se puede observar en la figura 7.3 el VAN es igual a 0 aproximadamente en un interés del 0,19.

7.7 Viabilidad del proyecto

Como conclusión a los apartados vistos en este capítulo se puede afirmar que la planta es rentable ya que genera beneficios que superan a los costes de la inversión inicial antes de alcanzar el ecuador de la vida útil de la planta. Además, hay que tener en cuenta que se han conseguido estos beneficios con un precio competitivo de MDA que podría aumentarse en caso de considerarse adecuado, también hay que valorar la situación actual del mercado ya que se espera un crecimiento considerable, lo cual plantea una buena proyección a futuro del proyecto.

7.8. Bibliografía

1. Maria Dolors Benaiges Massa (2024). *Tema 4: Estimació de costos i anàlisi econòmica de projectes*. Assignatura: Projectes i seguretat. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
2. MarketsandMarkets. (2023). Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI) Market by Type, Application, End-Use Industry, and Region - Global Forecast to 2028.
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/methylene-diphenyl-diisocyanate-market-1111.html>
3. Statista. (2024). *Average price of methylene diphenyl diisocyanate (MDI) worldwide from 2018 to 2024 (in U.S. dollars per metric ton)*.
<https://www.statista.com/statistics/1313174/global-mdi-price/>
4. Comisión Obrera Nacional de la Industria (CCOO). (2023). *Tablas salariales aplicables en la industria química* (2023). Federación de Industria de CCOO. Recuperado de <https://industria.ccoo.es/6f77d7d7f665e75c9f88471a9b1584b2000060.pdf>
5. Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE). (2023). *XXI Convenio General de la Industria Química*. Recuperado de <https://www.feiique.org/wp-content/uploads/2024/11/XXI-CONVENIO-GENERAL-DE-LA-INDUSTRIA-QUIMICA.pdf>
6. Universidad de La Rioja. (2020). *Estimado del costo de inversión*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7450731.pdf>
7. Fivemen Machinery. (s.f.). *Lw Horizontal Screw Industrial Continuous Decanter Centrifuge Separator Machine Price*. Made-in-China. Recuperado el 4 de junio de 2025 de https://es.made-in-china.com/co_fivemen/product_Lw-Horizontal-Screw-Industrial-Continuous-Decanter-Centrifuge-Separator-Machine-Price_oysuyioeg.html
8. Yutong Drying Equipment Co., Ltd. (s.f.). *Dwt Hot Air Circulating Mesh Belt Dryer Conveyor Dryer*. Made-in-China. Recuperado el 4 de junio de 2025 de https://es.made-in-china.com/co_ytdrying/product_Dwt-Hot-Air-Circulating-Mesh-Belt-Dryer-Conveyor-Dryer_yureoiysug.html

-
9. Himoinsa. (s.f.). *Grupo electrógeno 56kVA diésel insonorizado HYW para instalaciones industriales.* Recuperado el 4 de junio de 2025 de <https://www.himoinsa.com/generadores-electricos/grupo-electrogeno-34kva-diesel-insonorizado-hyw/grupos-electrogenos-para-instalaciones-fijas/grupos-electrogenos-para-industria/3-6-24880/esp.html>
10. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2017). *Ley 16/2013, de 29 de octubre, consolidada en BOE-A-2017-11001.* Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-11001-consolidado.pdf>
11. Federación de Industria de CCOO. (s.f.). *Costes salariales y recomendaciones para proyectos industriales.* Recuperado el 4 de junio de 2025 de <https://industria.ccoo.es/6f77d7d7f665e75c9f88471a9b1584b2000060.pdf>
12. Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE). (2024). *XXI Convenio General de la Industria Química.* Recuperado de <https://www.feique.org/wp-content/uploads/2024/11/XXI-CONVENIO-GENERAL-DE-LA-INDUSTRIA-QUIMICA.pdf>