

Grau en Enginyeria Química

Treball Final de Grau



# DISSENY D'UNA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE MONOETILENGLICOL

Febrer 2021

Marina Martínez Moreno  
Albert Muñoz Palenciano  
Clàudia Prieto Ribera  
Albert Ramos Verdugo  
Rafael Rodríguez Jorge

Tutora: María Eugenia Suárez Ojeda



Grau en Enginyeria Química

Treball Final de Grau



# DISSENY D'UNA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE MONOETILENGLICOL

Capítol 7.

**Avaluació econòmica**

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Escola d'Enginyeria



<b>7.</b>	<b>Avaluació econòmica.....</b>	<b>2</b>
<b>7.1.</b>	<b>Introducció.....</b>	<b>2</b>
<b>7.2.</b>	<b>Estudi de mercat .....</b>	<b>2</b>
<b>7.3.</b>	<b>Inversió inicial .....</b>	<b>3</b>
7.3.1.	Capital immobilitzat.....	3
7.3.1.1	Cost del terreny .....	3
7.3.1.2	Cost d'equips.....	3
7.3.1.3	Mètode VIAN .....	6
7.3.2.	Capital circulant .....	7
7.3.3.	Posada en marxa .....	7
<b>7.4.</b>	<b>Costos de producció .....</b>	<b>8</b>
7.4.1.	Costos de fabricació.....	8
7.4.1.1	Matèries primeres (M1).....	8
7.4.1.2	Mà d'obra directa (M2).....	9
7.4.1.3	Patents (M3) .....	9
7.4.1.4	Mà d'obra indirecta (M4).....	10
7.4.1.5	Serveis (M5) .....	10
7.4.1.1	Subministres (M6).....	10
7.4.1.2	Conservació (M7) .....	10
7.4.1.3	Laboratoris (M8) .....	10
7.4.1.4	Envasat (M9) .....	11
7.4.1.5	Expedició (M10) .....	11
7.4.1.6	Lloguers (M13) .....	11
7.4.1.7	Impostos (M14).....	11
7.4.1.8	Assegurances fabrica (M15).....	11
7.4.1.9	Resum costos de producció .....	11
7.4.2.	Costos d'administració i vendes .....	12
7.4.3.	Costos totals de producció .....	12
<b>7.5.</b>	<b>Vendes.....</b>	<b>13</b>
<b>7.6.</b>	<b>Amortització .....</b>	<b>13</b>
<b>7.7.</b>	<b>Rendibilitat .....</b>	<b>13</b>
7.7.1.	Fluxos nets de caixa .....	14
7.7.2.	VAN i TIR .....	17
7.7.3.	Anàlisi de resultats .....	18
7.7.4.	Anàlisi de sensibilitat .....	18
7.7.4.1	Estudi segons el producte .....	18
<b>7.8.</b>	<b>Referències Bibliogràfiques .....</b>	<b>20</b>

## 7. AVALUACIÓ ECONÒMICA

### 7.1. INTRODUCCIÓ

L'avaluació econòmica es realitza amb l'objectiu de determinar la viabilitat del projecte mitjançant l'estudi econòmic d'aquest.

Per la realització d'aquesta avaluació, primerament es determinarà la inversió inicial per aconseguir calcular el capital immobilitzat i així determinar el capital circular. A continuació es determinen els diferents costos de fabricació i producció de la planta, i costos administratius.

Per acabar, es determina la rendibilitat del projecte a partir del mètode del Fluxos de Caixa Nets (NCF) durant la vida útil de la planta, el valor actual net (VAN) i la taxa interna de rendibilitat (TIR).

### 7.2. ESTUDI DE MERCAT

En la producció global d'etilenglicols, el monoetilenglicol és el més produït, comportant un 90% de la producció anual total d'aquests.

Es realitza un estudi de mercat per tal d'estimar els ingressos en funció del preu de venda i la demanda.

La producció global anual de monoetilenglicol va ser d'unes 16,51 milions de tones l'any 2013.

La regió que domina des del 2016 la producció de monoetilenglicol és Àsia, seguida de l'Orient mitjà i Amèrica. Actualment Europa és la regió amb menor producció anual del producte. **[8]**

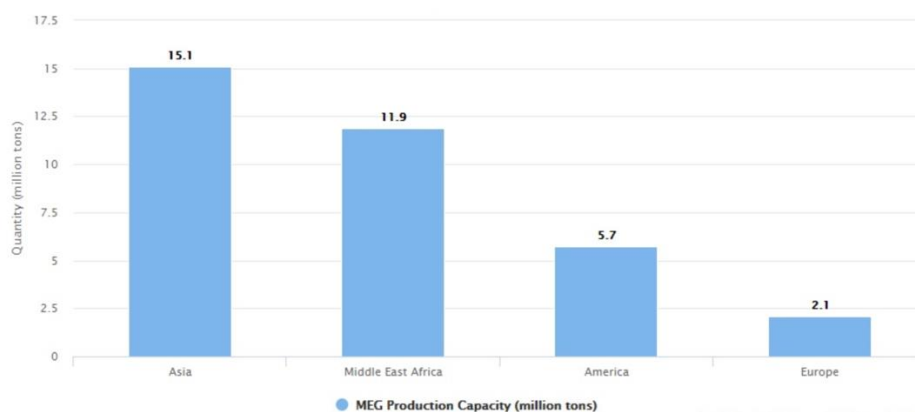


Figura 7. 1 Capacitat de producció de MEG per regió.

A causa de la situació mundial actual amb la Covid-19, els estudis de mercat indiquen una baixada en el preu del monoetilenglicol i l'òxid d'etilè **[6]**, en comparació amb les prediccions dels preus per al 2020-2021**[5]**.

Amb els preus actuals de matèries primeres i productes es pot predir que la planta Glicat no serà rendible abans de realitzar l'avaluació econòmica. De tal manera que es realitzarà l'avaluació econòmica utilitzant els preus actuals, i es realitzarà una altra amb diferents preus per tal de determinar en quines condicions seria més rendible el projecte plantejat.

Taula 7. 1 Preus de matèries primeres i producte.

Any	Òxid d'etilè (€/tn)	Monoetilenglicol (€/tn)
2020-2021	955,7	585,5
Predicció 2020	1000	1200

### 7.3. INVERSIÓ INICIAL

La inversió inicial del projecte és el capital necessari per posar en marxa la planta Glicat. Aquest valor es determina tenint en compte el capital immobilitzat, el capital circular i el cost de la posada en marxa.

#### 7.3.1. CAPITAL IMMOBILITZAT

El capital immobilitzat és el valor de capital invertit en la compra de terrenys, equips, instrumentació i la instal·lació d'aquests.

##### 7.3.1.1 COST DEL TERRENY

Per determinar el cost dels 53235 m<sup>2</sup> de parcel·la situada a la Canonja, es realitza un estudi de mercat dels preus de solars en aquesta zona, i es determina que el valor mitjà és d'uns 110 €/m<sup>2</sup>.

$$C_{\text{terreny}} = A_{\text{parcel·la}} \cdot \text{Preu} = 53235 \cdot 110 = 5855850 \text{ €} \quad \text{Equació 7.1}$$

On:

- $C_{\text{terreny}}$  (€) = cost del terreny.
- $A_{\text{parcel·la}}$  (m<sup>2</sup>) = àrea de la parcel·la.
- Preu (€/m<sup>2</sup>) = preu per metre quadrat de la parcel·la.

##### 7.3.1.2 COST D'EQUIPS

Per calcular el cost dels diferents equips de la planta, sense tenir en compte el cos d'instal·lació, es fa a partir del mètode de correlacions Sinnot R & Towler G.

Per a cada mètode s'utilitzarà un índex CEPCI diferent per actualitzar els costos obtinguts.

En el cas d'utilitzar del mètode de correlacions, l'índex CEPCI de 2007 de 509,7 [1]. L'índex CEPCI que s'utilitzarà per correspondre a l'actualitat és el de 2020, amb un valor de 582. [9]

**Mètode de correlacions (2007)**

Per calcular els costos dels equips s'utilitza l'Equació 7.2

$$C = (a + b \cdot S^n) \cdot \frac{CE_{2020}}{CE_{2007}} \quad \text{Equació 7.2}$$

On:

- C (€) = cost de l'equip actualitzat
- a, b i n = constants que varien segons l'equip.
- S = paràmetre que varia segons l'equip.
- CE<sub>2020</sub> = índex CEPCI per l'any 2020.
- CE<sub>2007</sub> = índex CEPCI per l'any 2007.

Utilitzant aquest mètode es calcula el cost de tots els equips de la planta, sense tenir en compte el cost d'instal·lació.

Taula 7. 2 Cost Reactor refrigerat i agitat

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
R-201	Volum (m <sup>3</sup> )	192,82	53000	28000	0,8	2.212.745

Taula 7. 3 Cost Separacions Flash.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
D-301	Pes carcassa (kg)	19844,81	15000	68	0,85	366.362
D-302		15589,25				301.586
D-303		9308,99				179.058
D-304		3348,26				94.079
<b>Cost total Separadors Flash (€)</b>					<b>975.203</b>	

Taula 7. 4 Cost Agitadors.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
Agitador 000	Potència motor	13,57	15000	990	1,05	34.604
Agitador 100	(kW)	52,48	15000	990	1,05	89.444
<b>Cost total agitadors (€)</b>					<b>124.048</b>	



Taula 7. 5 Cost Tancs d'emmagatzematge i planta.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
T-005 i T-006	Volum (m <sup>3</sup> )	1000,5	5000	1400	0,7	429.071
T-601 a T-606		275,3				542.743
T-607 i T-608		85,43				5.916
T-007	Pes carcassa (kg)	1533,03	15000	68	0,85	56.741
T-101		1741,03				61.265
T-501		1605,28				58.322
<b>Cost total Tancs (€)</b>					<b>4.296.844</b>	

Taula 7. 6 Cost Columnes de destil·lació.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
C-401	Pes carcassa (kg)	8036,19	15000	68	0,85	179.089
	Diàmetre (m)	4,60	110	380	1,8	71.418
C-402	Pes carcassa (kg)	2217,78	15000	68	0,85	71.346
	Diàmetre (m)	2,10	110	380	1,8	53.257
<b>Cost total Columnes de destil·lació (€)</b>					<b>375.110</b>	

Taula 7. 7 Cost dels bescanviadors de calor.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
E-101	Àrea (m <sup>2</sup> )	368,1	24000	46	1,2	61.184
E-201		32,2				30.791
E-301		62,9				34.968
E-302		59,8				34.523
E-303		82,3				37.848
E-304		87				38.568
E-601		228,3				62.933
E-602		7				27.947
E-501		126,6				63.269
<b>Cost total bescanviadors (€)</b>					<b>392.031</b>	

Taula 7. 8 Cost de les bombes.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)
P-001A/B	19,6				11.303
P-002A/B	37,6				14.033
P-003A/B	5,3				8.934
P-101A/B	42,9				14.808
P-102A/B	42,9				14.808
P-201A/B	40,3				14.429
P-301A/B	38,1				14.106
P-302A/B	35,7				13.752
P-303A/B	32,7				13.306
P-304A/B	29				12.750
P-401A/B	5,7	6900	206	0,9	9.005
P-501A/B	1,4				8.197
P-502A/B	2,1				8.337
P-503A/B	2,5				8.415
P-504A/B	3				8.511
P-505A/B	3,7				8.642
P-506A/B	36				13.796
P-507A/B	36				13.796
P-508A/B	18,1				11.066
P-601A/B	5,4				8.952
P-602A/B	0,3				7.958
<b>Cost total bombes (€)</b>					<b>477.810</b>

Taula 7. 9 Cost equips de servei de planta.

Equip	S	a	b	n	Cost 2020 (€)	
CH-801 fins CH-809	Potencia refrigeració (Mbut/h)	4,57	178	2,65	0,56	1.261
TR-801 i TR-802	Caudal aigua (L/s)	246,36	150000	1300	0,9	382.123
CV-801 fins CV-803	vapor d'aigua (kg/h)	153251	106000	8,7	1	628.505
<b>Cost total equips de servei (€)</b>					<b>1.786.226</b>	

Per últim, es determina el cost de cada equip mitjançant la suma dels valors obtinguts, obtenint un total de cost d'equips d'uns 10.605.899€.

### 7.3.1.3 MÈTODE VIAN

El mètode VIAN es calcula a partir de diferents partides de capital en funció dels equips i funcionament de la planta.

Un cop conegut el cost dels equips i del terreny, s'utilitza aquest mètode, per calcular el capital immobilitzat total a partir de diversos factors mostrats a la **Taula 7.10**.

Taula 7. 10 Càlcul capital immobilitzat pel mètode VIAN.

Partida		Factor	Cost
I1	Maquinaria i equips	X	10.605.899
I2	Instal·lació	0,45 · X	4.772.654
I3	Canonades i vàlvules	0,6 · X	6.363.539
I4	Instrumentació	0,1 · X	1.060.590
I5	Aïllament	0,07 · X	742.413
I6	Instal·lació elèctrica	0,15 · X	1.590.885
I7	Terreny	-	5.855.850
	Edificacions mixtes	0,13 · X	1.378.767
I8	Instal·lacions auxiliars	0,4 · X	4.242.360
Y	Factor Primari	-	36.612.957
I9	Projecte i direcció d'obra	0,25 · Y	9.153.239
Z	Capital secundari	-	45.766.196
I10	Contractista	0,07 · Z	3.203.634
I11	Despeses no previstes	0,15 · Z	6.864.929
<b>Capital immobilitzat (€)</b>			<b>55.834.759</b>

### 7.3.2. CAPITAL CIRCULANT

El capital circular és el capital que requereix l'empresa per mantenir la producció i així cobrir despeses constants de la planta. Dit d'una altra manera, és el valor que es recuperaria si es finalitzés l'activitat empresarial.

Per realitzar el seu càlcul, s'utilitza el mètode global on el capital circular és dintre un 10 – 30 % del capital immobilitzat. En aquest cas s'ha considerat com un 20 % del capital immobilitzat.

$$C_{circulant} = 0,2 \cdot C_{immobilitzat} = 11.166.952 \text{ €} \quad \text{Equació 7.3}$$

On:

- $C_{circulant}$  (€) = capital circulant
- $C_{immobilitzat}$  (€) = capital immobilitzat

### 7.3.3. POSADA EN MARXA

A causa de la magnitud del projecte, es tindrà en compte el cost de la posada en marxa de la planta, i es considerarà un 5% del capital immobilitzat.

$$C_{\text{posada en marxa}} = 0,05 \cdot C_{\text{immobilitzat}} = 2.791.738 \text{ €} \quad \text{Equació 7.4}$$

On:

- $C_{\text{posada en marxa}}$  (€) = cost de la posada en marxa.
- $C_{\text{immobilitzat}}$  (€) = capital immobilitzat

## 7.4. COSTOS DE PRODUCCIÓ

Per calcular els costos de producció s'utilitzarà de nou el mètode VIAN, tenint en compte tant els costos de fabricació, com els costos d'administració i vendes.

### 7.4.1. COSTOS DE FABRICACIÓ

Els costos de producció són el capital anual gastat en la producció, com les matèries primeres, mà d'obra, serveis, lloguer, laboratoris, envasat, impostos i assegurances.

#### 7.4.1.1 MATÈRIES PRIMERES (M1)

En aquest apartat es calculen els costos de matèries primeres anuals, a partir de preus obtinguts d'estudis de marcat. En aquest cas, l'òxid d'etilè és l'única matèria primera a considerar, ja que l'aigua utilitzada és de xarxa i es considerarà al càlcul de serveis.

Taula 7. 11 Cost matèries primeres per al preu actual.

Matèries Primeres	Quantitat anual (tn/any)	Preu unitari (€/tn)	Cost anual (€/any)
Òxid d'etilè	128563,2	955,7	122.867.850

Taula 7. 12 Costos de matèries primeres per als preus suposats

Matèries Primeres	Quantitat anual (tn/any)	Preu unitari (€/tn)	Cost anual (€/any)
Òxid d'etilè	128563,2	1000	128.563.200

## 7.4.1.2 MÀ D'OBRA DIRECTA (M2)

El cost de mà d'obra directa inclou els sous dels treballadors de l'empresa, tant operaris com treballadors d'oficines o laboratoris. Per realitzar aquest càlcul, es considera que la jornada laboral és de 8h diàries durant 320 dies per any, de tal manera que la jornada laboral anual seria d'unes 256 h tenint en compte que la planta funciona 24 h i està formada per 86 empleats en total.

També es tindrà en compte el cost de la seguretat social, en aquest cas serà un 23,6% del sou brut.[7]

Posició en Glicat	Carreg	Numero	Sou per treballador (€/any) [10]	Sou total (€/any)	Seguretat social (23,6%)	Cost anual (€/any)
Direcció General	Gerent	1	117.000	117.000	36.141	153.141
	Director de planta	1	78.000	78.000	24.094	102.094
Producció	Enginyers de producció	2	45.000	90.000	27.801	117.801
	Caps de torn	5	49.000	245.000	75.681	320.681
	Operaris de producció	30	28.000	840.000	259.476	1.099.476
	Director de control	1	45.000	45.000	13.901	58.901
Control (QC)	Operaris de control	3	24.000	72.000	22.241	94.241
	Director de qualitat	1	50.000	50.000	15.445	65.445
Qualitat (QA)	Personal de qualitat	3	27.000	81.000	25.021	106.021
	Director de I+D	1	60.000	60.000	18.534	78.534
I+D	Enginyers de projectes	3	36.000	108.000	33.361	141.361
	Director Manteniment	1	50.000	50.000	15.445	65.445
Manteniment	Tècnics manteniment	5	29.000	145.000	44.791	189.791
	Director RH	1	58.000	58.000	17.916	75.916
Recursos humans	Personal RH	2	26.000	52.000	16.063	68.063
	Director d'Operació	2	60.000	120.000	37.068	157.068
Operacions	Director Comercial	1	65.000	65.000	20.079	85.079
	Tècnics comercials	3	31.000	93.000	28.728	121.728
Comercial	Personal de Neteja	8	20.000	160.000	49.424	209.424
	Director EHS	1	63.000	63.000	19.461	82.461
Seguretat i medi ambient	Personal EHS	1	27.000	27.000	8.340	35.340
	Director LC	1	65.000	65.000	20.079	85.079
Logística i compres	Personal logístic i magatzem	5	25.000	125.000	38.613	163.613
	Personal compres	2	33.000	66.000	20.387	86.387
IT	Tècnics IT	2	35.000	70.000	21.623	91.623
	<b>Cost total</b>					

## 7.4.1.3 PATENTS (M3)

Les patents per norma general tenen uns 15 anys de validesa, i passat aquest temps es pot utilitzar la patent sense haver d'invertir diners per poder utilitzar la patent.

En el cas de la planta Glicat no s'utilitzen patents de fa menys de 15 anys i, per tant, el cost de patents és nul.

#### 7.4.1.4 MÀ D'OBRA INDIRECTA (M4)

La mà d'obra indirecta és el cost de la mà d'obra que no forma part del procés, té un valor d'entre 15-45% del cost de mà d'obra directa, en aquest cas s'ha considerat un 18%

#### 7.4.1.5 SERVEIS (M5)

Els serveis de la planta són subministraments necessaris per garantir el funcionament de la planta.

Serveis	Consum anual	Preu unitari	Cost anual (€/any)
<b>Electricitat (kWh/any)</b>	39.459.172	0,07 €/kWh	2.762.142
<b>Gas natural (kWh/any)</b>	77.583.360	0,015 €/kWh	1.163.750,40
<b>Aigua de xarxa (m3/any)</b>	7.714.613	0,69 €/m <sup>3</sup>	5.323.083
<b>Nitrogen (L/any)</b>	2125	0,125 €/L	265,625
<b>Consum total de serveis de planta (€)</b>			<b>9.249.241</b>

El preu unitari de gas natural i d'electricitat s'han escollit fent un estudi de mercat basat en les dades de la bibliografia [2] i [3].

El preu de l'aigua de xarxa s'ha extret de la bibliografia [4].

#### 7.4.1.1 SUBMINISTRES (M6)

El cost de subministres va referenciat al material comprat regularment necessari tant per a planta com per a laboratoris o manteniment, d'entre altres. El valor d'aquest cost es entre un 0,2-1,5% dels costos immobilitzats, en aquest cas s'ha considerat com un 1%.

#### 7.4.1.2 CONSERVACIÓ (M7)

Els costos de conservació tenen en compte els costos de manteniment i reparació dels equips de la planta. El cost es calcula com a un 6% del capital immobilitzat.

#### 7.4.1.3 LABORATORIS (M8)

Per determinar el cost de laboratoris s'aplicarà entre un 5-35% de la mà d'obra directa, en aquest cas un 20%.

## 7.4.1.4 ENVASAT (M9)

Els costos d'envasat es tenen en compte si el producte és envasat, però en el cas de Glicat, el cost és nul, ja que el producte no s'envasa.

## 7.4.1.5 EXPEDICIÓ (M10)

Els costos d'expedició són els destinats al cost de transport i venda del producte. Fer una estimació d'aquests costos és complicat, ja que són uns costos variables que depenen de la demanda del producte. Com es destina un màxim de l'1% de les vendes als costos d'expedició, es consideraran menyspreables per calcular el cos total.

## 7.4.1.6 LLOGUERS (M13)

Com el terreny i tots els equips de la planta són comprats, el valor destinat a lloguers serà també menyspreable.

## 7.4.1.7 IMPOSTOS (M14)

Els costos per impostos fan referència als impostos locals, com l'IBI o impostos mediambientals. El valor d'aquests costos s'estima d'entre un 0,5-1% dels costos immobilitzats, en aquest cas del 0,5%.

## 7.4.1.8 ASSEGURANCES FABRICA (M15)

En aquest apartat es tenen en compte els costos per assegurances de la planta, com poden ser les assegurances per incendis, responsabilitat civil, i normalment s'estimen com un 1% del capital immobilitzat.

## 7.4.1.9 RESUM COSTOS DE PRODUCCIÓ

Taula 7. 13 Càlcul cost total de producció per al cas de preus actuals.

Partida	Descripció	Expressió	Valor (€)
M1	Matèries Primeres	M1	122.867.850
M2	Mà d'obra directa	M2	3.854.712
M3	Patent	M3	0
M4	Mà d'obra indirecta	$0,18 \cdot M2$	693.848
M5	Serveis generals	M5	9.249.241
M6	Subministres	$0,01 \cdot I$	558.348
M7	Conservació	$0,06 \cdot I$	3.350.086
M8	Laboratori	$0,2 \cdot M2$	770.942
M9	Envasat	M9	0
M10	Expedició	M10	0
M11	Directius i empleats	$0,2 \cdot M2$	770.942
M12	Amortització	$0,1 \cdot I$	5.583.476
M13	Lloguers	M13	0
M14	Impostos	$0,005 \cdot I$	279.174
M15	Assegurança	$0,01 \cdot I$	558.348
<b>M total (€)</b>			<b>148.536.967</b>

Taula 7. 14 Costos totals de producció per al cas de preus suposats.

<b>M total (€)</b>	<b>154.232.316</b>
--------------------	--------------------

#### 7.4.2. COSTOS D'ADMINISTRACIÓ I VENDES

A partir dels costos de fabricació es determinen les despeses generals com les d'administració i vendes. Les despeses comercials consten dels costos associats a viatges, tècniques de màrqueting i entre altres costos associats a la venda del producte. Les despeses associades a investigació i serveis tècnics, fan referència a l'assessorament de clients sobre el producte.

Taula 7. 15 Càlcul costos administratius i vendes per al preu actual.

Partida	Descripció	Expressió	Valor (€)
<b>G1</b>	Despeses comercials	0,1 · M	14.746.925
<b>G2</b>	Gerència	0,05 · M	7.373.462
<b>G3</b>	Despeses financeres	0,03 · I	1.675.043
<b>G4</b>	Investigació i servei tècnic	0,05 · M	7.373.462
<b>G total</b>			<b>31.382.436</b>

Taula 7. 16 Càlcul costos administratius i vendes per al preu suposats.

<b>G total (€)</b>	<b>32.521.506</b>
--------------------	-------------------

#### 7.4.3. COSTOS TOTALS DE PRODUCCIÓ

Els costos totals anuals de producció seran el resultat de la suma de costos de fabricació i costos d'administració i vendes, tal com es mostra en la **Taula 7.17**.

Taula 7. 17 Càlcul costos totals de producció per al preu actual.

Partida	Descripció	Valor (€)
<b>M total</b>	Costos de fabricació	148.536.967
<b>G total</b>	Costos d'administració i vendes	31.382.436
<b>Costos de producció totals total</b>		<b>178.836.287</b>

Taula 7. 18 Càlcul costos totals de producció per al preu suposat.

<b>Costos de producció totals total (€)</b>	<b>186.753.823</b>
---	--------------------



## 7.5. VENDES

Per calcular les vendes es considerarà només els ingressos anuals resultants de la venda de l'etilenglicol. Preu de venda del monoetilenglicol [5] i [6].

Taula 7. 19 Cost anual del producte amb preu actual.

Producte	Quantitat anual (tn/any)	Preu unitari (€/tn)	Cost anual (€/any)
<b>Monoetilenglicol</b>	165196,8	585,5	<b>96.722.726,4</b>

Taula 7. 20 Cost anual del producte amb preu suposat.

Producte	Quantitat anual (tn/any)	Preu unitari (€/tn)	Cost anual (€/any)
<b>Monoetilenglicol</b>	165196,8	1200	<b>198.236.160</b>

## 7.6. AMORTITZACIÓ

Per al càlcul de l'amortització s'utilitzen totes les parts del capital immobilitzat que perden valor amb el pas del temps, com els equips, però sense tenir en compte el terreny.

L'amortització és una despesa gradual i en aquest cas es considerarà que la vida útil dels equips a amortitzar serà d'uns 15 anys. A partir del mètode d'amortització lineal es determinarà l'amortització.

$$A_n = r(I - VR) = \frac{1}{t} \cdot (I - VR) \quad \text{Equació 7.5}$$

On:

- $A_n$  (€/any) = quota d'amortització a l'any 15.
- $t$  (anys) = temps de vida útil de 15 anys.
- $I$  (€) = capital immobilitzat sense comptar el valor del terreny.
- $VR$  (€) = valor residual que la empresa recuperarà a l'hora de liquidar.

Els resultats de l'amortització es troben a la taula de Fluxos Nets de caixa.

## 7.7. RENDIBILITAT

Es important determinar la rendibilitat de la planta Glicat, i en aquest cas es farà a partir del Fluxos de Caixa Nets (NCF).

### 7.7.1. FLUXOS NETS DE CAIXA

Per determinar el fluxos de Caixa nets, s'utilitza l'**Equació 7.6**:

$$NCF = C_{immobilitzats} + C_{circulars} + VR + C + V + IB \quad \text{Equació 7.6}$$

$$A = 15 \cdot (C_{immobilitzats} - C_{terreny})$$

$$BB = V + C + A$$

$$IB = 0,25 \cdot BB$$

On:

- $C_{immobilitzat}$  (€) = capital immobilitzat.
- $C_{Circular}$  (€) = capital circular.
- VR (€) = valor residual (cost del terreny).
- C (€) = costos anuals.
- V (€) = vendes anuals.
- IB (€) = impostos sobre el benefici (25%).
- A (€) = amortització.



Taula 7. 21 Estudi de rendibilitat pel mètode del càlcul de NCF per als preus actuals.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Capital immobilitzat</b>	-55.834.759	-55.834.759							
<b>Capital Circular</b>		-11.166.952							
<b>Valor Residual</b>									
<b>Amortització</b>			-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836
<b>Costos anuals</b>			-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403
<b>Ingresos anuals</b>			96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726
<b>Benefici brut</b>			-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513
<b>Base Imposable</b>			-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513
<b>Impostos sobre beneficis</b>				22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378
<b>NCF</b>	<b>-55.834.759</b>	<b>-67.001.711</b>	<b>-83.196.676</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>

Taula 7. 22 Estudi de rendibilitat pel mètode del càlcul de NCF per als preus actuals.

	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Capital immobilitzat</b>								
<b>Capital Circular</b>								11.166.952
<b>Valor Residual</b>								5.855.850
<b>Amortització</b>	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	
<b>Costos anuals</b>	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	-179.919.403	
<b>Ingresos anuals</b>	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	96.722.726	
<b>Benefici brut</b>	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	
<b>Base Imposable</b>	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	-90.693.513	
<b>Impostos sobre beneficis</b>	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	22.673.378	
<b>NCF</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>-60.523.298</b>	<b>17.022.802</b>

Taula 7. 23 Estudi de rendibilitat pel mètode del càlcul de NCF per als preus suposats.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Capital immobilitzat</b>	-55.834.759	-55.834.759							
<b>Capital Circular</b>		-11.166.952							
<b>Valor Residual</b>									
<b>Amortització</b>			-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836
<b>Costos anuals</b>			-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823
<b>Ingresos anuals</b>			198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160
<b>Benefici brut</b>			3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501
<b>Base Imposable</b>			3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501
<b>Impostos sobre beneficis</b>				-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375
<b>NCF</b>	<b>-55.834.759</b>	<b>-67.001.711</b>	<b>11.482.337</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>

Taula 7. 24 Estudi de rendibilitat pel mètode del càlcul de NCF per als preus suposats.

	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Capital immobilitzat</b>								
<b>Capital Circular</b>								11.166.952
<b>Valor Residual</b>								5.855.850
<b>Amortització</b>	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	-7.496.836	
<b>Costos anuals</b>	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	-186.753.823	
<b>Ingresos anuals</b>	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	198.236.160	
<b>Benefici brut</b>	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	
<b>Base Imposable</b>	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	3.985.501	
<b>Impostos sobre beneficis</b>	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	-996.375	
<b>NCF</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>10.485.962</b>	<b>17.022.802</b>

### 7.7.2. VAN I TIR

Un cop determinats els Fluxos Nets de Caixa, es realitza un anàlisi del Valor Actual Net i la Taxa interna de Rendibilitat a partir de la següent equació:

$$VAN = NFC_{any0} + \sum_{n=1}^t \frac{NCF}{(1+i)^n} \quad \text{Equació 7.7}$$

Com els NCF per als preus actuals de matèries primeres i productes no surt rendible, el càlcul del VAN i TIR s'aplicarà només en cas de tenir els preus del 2020 suposats.

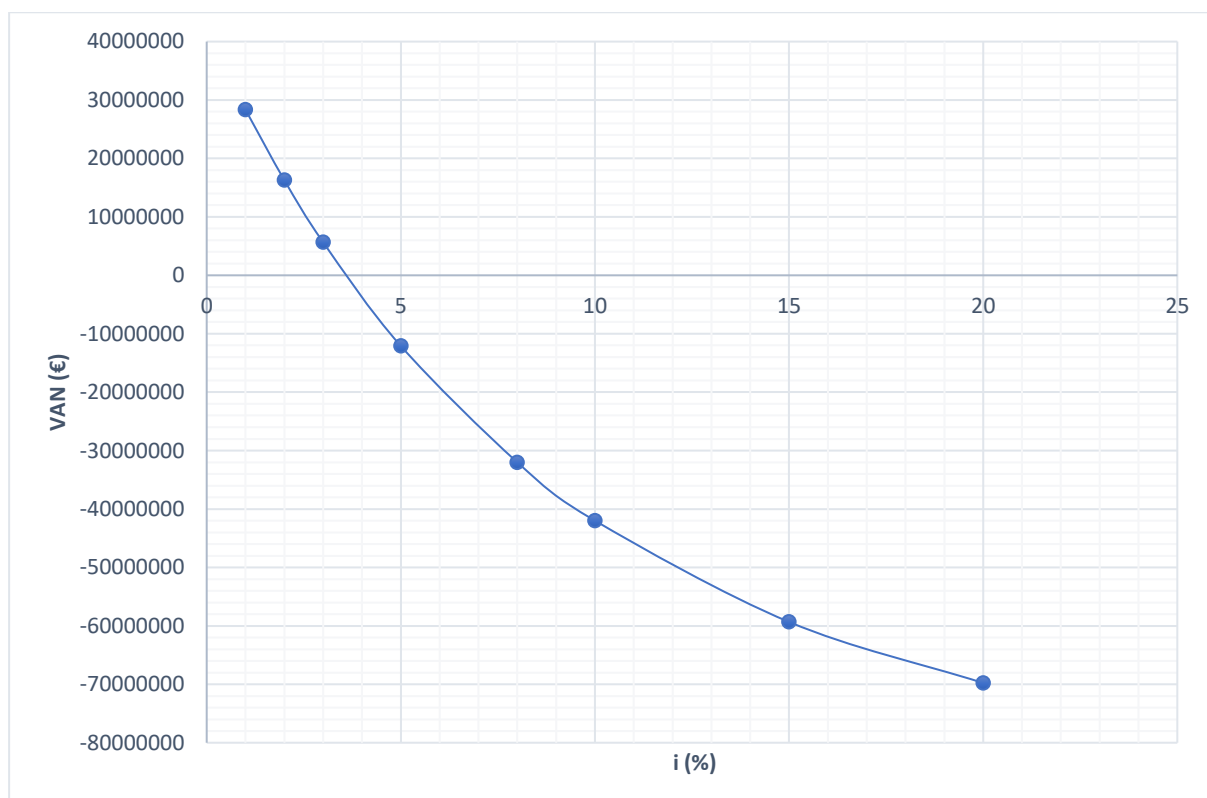


Figura 7. 2 Evolució del VAN per a diferents tipus d'interès..

El TIR o taxa de rendibilitat intrínseca, és l'interès per al qual la planta obté un valor de VAN de zero, és a dir, l'empresa no té ni pèrdues ni beneficis. Es busca un interès menor al TIR per obtenir beneficis. Com es pot observar en la **Figura 7.1**, el valor TIR determinat al qual la planta deixa de ser rendible és aproximadament un 3,6 %.

Això vol dir que la planta només serà rendible si el capital té un interès del 4,7% o inferior. De tal manera que amb les dades obtingudes, l'empresa obté beneficis, tot i ser baixos, motiu pel qual es pot considerar que seria una inversió arriscada, ja que si hi ha canvis en el mercat en pròxims anys, el projecte plantejat no seria viable.

### 7.7.3. ANÀLISIS DE RESULTATS

Com ja s'ha esmentat anteriorment, els preus actuals de venda de matèries primeres i producte s'han vist afectats per la pandèmia, i per aquest motiu la planta proposada no seria rendible.

D'altra banda, s'han suposat preus per tal de mirar la rendibilitat de la planta en un altre escenari. En aquest cas la planta sí que és rendible, tot i que hi ha diversos aspectes a millorar per tal de fer la planta encara més eficient.

Un aspecte a contemplar és que les plantes de producció de monoetilenglicol normalment formen part d'una empresa que també fabrica òxid d'etilè, aquest fet resultaria favorable a la producció, ja que es reduirien considerablement els costos de matèries primeres.

### 7.7.4. ANÀLISI DE SENSIBILITAT

Tot i que ja s'ha plantejat un cas on no s'utilitzen els preus actuals de matèries primeres i productes, es realitza un anàlisi de sensibilitat per determinar quins preus farien encara més rendible la planta Glicat. En aquest cas s'escull estudiar només l'escenari en el qual augmentés el preu de venda del producte, ja que al tenir un TIR tant baix sense variar preus, clarament la planta seria rendible al variar el preu de l'òxid d'etilè.

#### 7.7.4.1 ESTUDI SEGONS EL PRODUCTE

L'anàlisi que es realitzarà serà segons la variació del preu de venda del producte monoetilenglicol, en aquest cas s'escull augmentar el preu un 5 i 10 %, per tal d'estudiar les variacions dels costos i la rendibilitat de la planta.

A continuació es mostra una taula amb diversos escenaris i el valor de TIR obtingut per cadascun.

Taula 7. 25 Anàlisi de sensibilitat del TIR segons el preu de MEG.

Estudi	TRI (%)
Sense variació	4,7
+5% MEG	12,3
+10% MEG	18,9

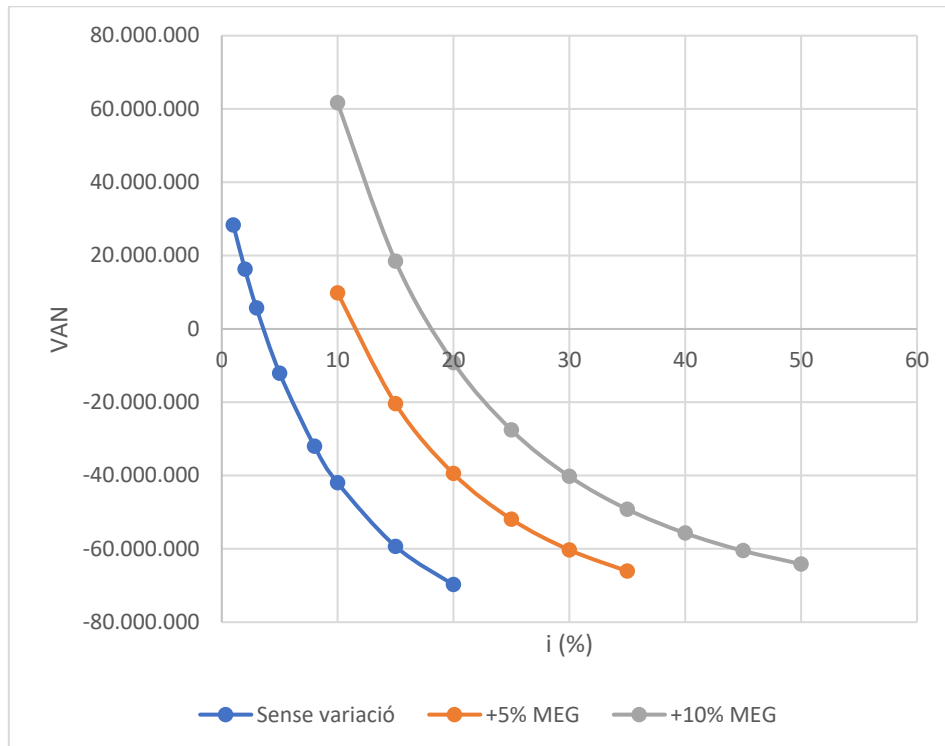


Figura 7.3 Evolució del VAN en funció de l'interès per a l'augment de 5 i 10% del preu de MEG.

Com es pot observar a la **Figura 7.3**, a mesura que augmentem el preu de venda del monoetilenglicol, sense variar el preu de compra de les matèries primeres, també augmenta el valor del TIR obtingut en cada cas. Aquest fet resultaria beneficiós per a la planta, ja que a l'augmentar el TIR la planta és una inversió més segura i no es veurà afectada en futurs canvis en el mercat.

## 7.8. REFERENCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] 2019 Chemical Engineering plant cost index anual average per Scott Jenkins. Consultat al Gener 2021 a <https://www.chemengonline.com/2019-chemical-engineering-plant-cost-index-annual-average/>
- [2] Tarifas de gas, Comaprador Luz. Consultat al Gener 2021 a <https://comparadorluz.com/tarifas/gas>
- [3] Tarifas de luz, Comprador Luz. Consultat al Gener 2021 a <https://comparadorluz.com/tarifas/luz>
- [4] Preu de l'aigua, Ematsa. Consultat al Gener 2021 a <https://www.ematsa.cat/el-teu-servei/factura-i-tarifas/tarifas/>
- [5] Global Ethylene Glycol Market, Cision. Consultat al Gener 2021 a <http://www.prweb.com/releases/2014/10/prweb12206840.htm>
- [6] Ethylene Glycol (EG) Price Analysis, ECHEMI. Consultat al Gener 2021 a [https://www.chemi.com/productsInformation/pid\\_Seven2471-ethylene-glycol-eg.html](https://www.chemi.com/productsInformation/pid_Seven2471-ethylene-glycol-eg.html)
- [7] Bases de cotització, Seguretat Social. Consultat al Gener 2021 a <http://www.segsocial.es/wps/portal/wss/internet/Trabajadores/CotizacionRecaudacionTrabajadores/36537#36538>
- [8] Mono-Ethylene Glycol (MEG): Production, Market, Price and its Properties. Consultat al Gener 2021 a <https://www.plasticsinsight.com/resin-intelligence/resin-prices/mono-ethylene-glycol-meg/>
- [9] 2020 CEPCI UPDATES: FEBRUARY (PRELIM.) AND JANUARY (FINAL) per Scott Jenkins. Consultat al Gener 2021 a <https://www.chemengonline.com/2020-cepci-updates-february-prelim-and-january-final/>
- [10] Salariis treballadors, HAYS. Consultat al Gener 2021 a: <https://www.hays.es/documents/63345/4314146/Hays+-+Gu%C3%ADa+del+Mercado+Laboral+2021.pdf>